

Учебное пособие по учебной
дисциплине/профессиональному модулю

ПМ04 МДК 04.01

Выполнение работ по профессии

«слесарь-монтажник судовой»

Б. А. Горелик

Справочник

**слесаря-
монтажника
судового**

«СУДОСТРОЕНИЕ»

ББК 34.5
Г 67
УДК 629.12.002.72(031)

Рецензенты:
канд. техн. наук
Г.-Ю. Я. ЛЕЙВ,
Ю. А. ХОРОМАНСКИЙ,
И. А. ЯКУШИН

Горелик Б. А.
Г 67 Справочник слесаря-монтажника судового.—
Л.: Судостроение, 1980.— 176 с.

В справочнике приведены сведения об организации судомонтажных работ, основных слесарных операциях, дано описание механизированного оборудования, контрольного и измерительного инструмента. Содержатся нормативные данные, предусмотренные для выполнения монтажа механизмов, устройств, аппаратов и различного судового оборудования.

Справочник предназначен для слесарей, занятых монтажом судового механического оборудования, и может быть полезен учащимся профессионально-технических училищ и судостроительных техникумов.

Г $\frac{31805-001}{048(01)-80}$ 62—79 3605030000

34.5

© Издательство «Судостроение», 1980 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Механомонтажное производство	5
§ 1. Организация работ, выполняемых слесарями-монтажниками	—
§ 2. Структура монтажного цеха	9
Глава II. Устройство судна	10
§ 3. Классификация судов	—
§ 4. Теоретический чертеж и главные размерения судна	11
§ 5. Основные характеристики и качества судна	14
Глава III. Механизмы, устройства, системы и оборудование судна	15
§ 6. Двигатели внутреннего сгорания	—
§ 7. Паровые турбины	18
§ 8. Газовые турбины	20
§ 9. Парогенераторы	23
§ 10. Энергетические установки с электродвижением	26
§ 11. Валопроводы и движители	27
§ 12. Вспомогательные механизмы и оборудование	30
§ 13. Вспомогательные установки	35
§ 14. Судовые устройства	36
§ 15. Системы судовые и системы судовых энергетических установок	42
§ 16. Трубы малых диаметров	49
Глава IV. Материалы, применяемые при монтажных работах	52
§ 17. Металлические материалы	—
§ 18. Неметаллические материалы	54
Глава V. Механизированное оборудование, приспособления и инструмент	60
§ 19. Обработка опорных поверхностей судовых фундаментов	—

§ 20. Проверка плоских поверхностей	62
§ 21. Перемещение механизмов и оборудования	70
§ 22. Центровка и монтаж механизмов и оборудования	74
§ 23. Обработка отверстий и сборка соединений	83
Глава VI. Монтаж механизмов, оборудования, устройств, аппаратов и систем	88
§ 24. Общие положения	—
§ 25. Монтаж тяжелых малооборотных двигателей внутреннего сгорания	90
§ 26. Монтаж среднеоборотных двигателей внутреннего сгорания	92
§ 27. Монтаж высокооборотных двигателей внутреннего сгорания	93
§ 28. Монтаж главного турбозубчатого агрегата	94
§ 29. Монтаж газотурбинных установок	99
§ 30. Монтаж гребных электродвигателей	102
§ 31. Монтаж валопроводов	—
§ 32. Монтаж парогенераторов	109
§ 33. Монтаж устройств	114
§ 34. Монтаж вспомогательных механизмов	117
§ 35. Агрегатирование механического оборудования	137
§ 36. Монтаж систем и трубопроводов	141
§ 37. Монтаж донной и бортовой арматуры	153
§ 38. Испытания механизмов, устройств, оборудования и систем на судне	154
Глава VII. Слесарные работы, выполняемые судовыми монтажниками	158
§ 39. Разметка	—
§ 40. Рубка и резка	—
§ 41. Опиливание	159
§ 42. Сверление, зенкование, зенкерование и развертывание	160
§ 43. Нарезание резьбы	162
§ 44. Шабрение, притирка, шлифование и полирование	163
Глава VIII. Конструкторская и технологическая документация	166
§ 45. Конструкторская документация	—
§ 46. Технологическая документация	169
§ 47. Документация для сдачи механизмов	170
Глава IX. Правила техники безопасности и противопожарные мероприятия	171
§ 48. Правила техники безопасности при выполнении слесарных работ	—
§ 49. Правила техники безопасности при выполнении монтажных работ	—
§ 50. Правила техники безопасности при испытании механизмов и систем	172
§ 51. Меры противопожарной безопасности	173
Указатель литературы	175

Глава I

МЕХАНОМОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

§ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ СЛЕСАРИМИ-МОНТАЖНИКАМИ

С целью сокращения объема монтажных работ (табл. 1) в послестапелный период и перенесения основного фронта работ с судна в цех широко внедряют модульно-агрегатный метод монтажа механизмов, панельную прокладку систем и трубопроводов, окончательную центровку валопровода и винторулевого комплекса на стапеле, сдачу оборудования и систем в швартовном режиме в период нахождения судна на стапеле, а в ходовом режиме — при нахождении судна у стенки завода.

Таблица 1

Трудоемкость механомонтажных работ
(в процентах от общего объема работ верфи)

Вид работ	Танкер	Сухогрузное судно	Пассажирское судно	Промысловое судно
Монтаж механического оборудования	8	8	10	11
Монтаж и изготовление систем и трубопроводов	12	7	8	12
Испытание и сдача оборудования	8	6	6	7
Итого	28	21	24	30

Организация механомонтажного производства зависит от типа судостроительного предприятия, принципиальной технологии и серийности постройки судов. Метод формирования корпуса

судна в значительной степени определяет начало монтажа механического оборудования и систем. При секционном методе монтажные работы начинают проводить уже в секциях, устанавливая фундаменты, арматуру, трубы. При сборке судна блоками объем механомонтажных работ в блоках достигает 60% общего объема работ по постройке судна.

Слесари-монтажники выполняют следующие работы:

- подготовку мест установки судовых механизмов и оборудования;
- подготовку механизмов и оборудования к установке на судно;
- установку механизмов и оборудования в строгом соответствии с требованиями технической документации;
- монтаж систем;
- подготовку механизмов, оборудования и систем к пуску и регулировочно-наладочные работы перед испытанием;
- заводские, швартовные и ходовые испытания;
- сдаточные испытания и ревизию механизмов.

Для сокращения цикла постройки судна необходимо:

- монтаж механизмов, оборудования и систем в секциях и блоках начинать до стыкования и полного формирования корпуса судна;
- параллельно вести работы в монтажных, корпусных, электромонтажных и других цехах;
- наибольший объем монтажных операций выполнять в цеховых условиях при широком внедрении модульно-агрегатного метода монтажа механического оборудования;
- насыщение корпуса судна механическим оборудованием по возможности осуществлять на стапеле (в том числе монтаж главных двигателей и валопровода);
- испытания судов проводить в основном на акватории завода, включая регулирование и сдачу главной судовой энергетической установки (СЭУ).

Работы по монтажу механизмов, оборудования и систем необходимо выполнять в сроки, установленные генеральным графиком постройки судна. Наиболее оптимальный план работ обеспечивает сетевое планирование и управление (СПУ) с помощью электронно-вычислительной техники (ЭВМ «Минск-22», «Минск-32» и др.).

Слесари-монтажники выполняют следующие операции по сборке агрегатов:

- разметку фундаментных рам;
- установку приварышей с обработкой их поверхностей;
- сверление отверстий под болты;
- установку механизмов, арматуры, приборов и т. п.;
- центровку механизмов;
- монтаж труб;
- газорезательные и сварочные работы;
- монтаж механизмов;
- сдачу работ производственному мастеру.

Участок сборки агрегатов должен быть оборудован системой приточно-вытяжной вентиляции, постами для выполнения электро- и аргонодуговой сварки и газорезки, верстаками, тумбочками для хранения инструмента, сверлильными и шлифоваль-

ными станками, подъемно-транспортными устройствами, а также стеллажами для хранения и комплектации деталей и изделий.

Мелкая арматура и крепежные детали должны поступать на рабочее место в контейнерах с запасом на два-три дня работы.

По требованиям гигиены и промышленной санитарии на участке необходимо поддерживать температуру окружающего воздуха 10—16 °С; влажность воздуха 65%; освещенность 400 лк; шум не должен превышать 90 дБ.

Слесари, монтирующие оборудование судовой энергетической установки, выполняют:

- пробивку оси валопровода;
- разметку и расточку посадочных мест под дейдвудное устройство;
- монтаж дейдвудных устройств и сальниковых уплотнений;
- монтаж главных и вспомогательных механизмов на судовом фундаменте;
- погрузку, раскладку и монтаж валопровода;
- установку движителей (гребных винтов) и подруливающих устройств;
- испытания и сдачу валопровода, механизмов и устройств.

В период нахождения судна на стапеле рабочее место слесаря-монтажника располагают вблизи линии вала или машино-котельного отделения (МКО).

Специфика перечисленных работ требует применения переносного оборудования и оснастки, которые доставляют на судно в разобранном состоянии и собирают непосредственно на рабочем месте. Оборудование хранят под стапелями. Здесь же устанавливают верстак со шкафчиками для хранения инструментов и технической документации. Участок оборудуют стеллажами для хранения малогабаритной оснастки и грузоподъемными средствами. На судах большого водоизмещения для связи с рабочими, находящимися на палубе, устанавливают телефоны.

Таблица 2

Уровень освещенности на рабочем месте
слесаря-монтажника

Зона освещенности	Освещенность, лк, на участке	
	сборочном	монтажном
На поверхности:		
обрабатываемой детали	500	150
мерительного инструмента	500	150
В зоне чтения чертежа или другой технической документации	200	150
В проходе между рабочими местами	50	150
При монтаже механизмов	—	400

Таблица 3

Перечень оборудования для оснащения рабочего места
слесаря-монтажника

Оборудование	Ориентировочное количество, шт.	Назначение оборудования
Настольно-сверлильный станок	1	Сверление деталей
Вертикально-сверлильный станок	1	
Шлифовальный станок	2	Обработка деталей
Заточный станок	1	Заточка инструмента
Пневматические ножницы	1	Резка листового материала
Кран-балка	2	Перемещение узлов и деталей
Плита разметочная	1	Проверка плоскостей и разметка
Шкаф	2—4	Хранение инструмента и технической документации
Контейнер	1	Сбор производственных отходов
Стеллаж	2—4	Хранение оснастки, изделий и деталей
Верстак	6	Слесарные операции
Сатураторная установка	1	Обеспечение газированной водой
Контрольно-измерительный инструмент (метр, штангенциркуль, микрометр, шаблон, линейка мерительная и т. д.)	4—6 комплектов	Измерение и контроль размеров
Режущий инструмент (сверло, зенкер, развертка, напильник, ножовочная пила с запасом полотна, шабер, плашка, керн, метчик, зубило, отвертка, и т. д.)	6—8 комплектов	Слесарные операции
Монтажный инструмент (ключи гаечные всех типов и размеров — обыкновенные, наклонные, торцовые, разводные, газовые, с регулируемым крутящим моментом)	4—6 комплектов	Монтажные операции

Рабочее место должно быть оснащено всеми видами энергии (электрической и др.). Требованиями гигиены и промышленной санитарии предусматривается температура окружающего воздуха 25 °С; пыли — не более 5 мг/м³; освещенность 150 лк; шумность 75—85 дБ.

На судне используют переносную мастерскую, представляющую собой металлическую конструкцию с односкатной крышей, окнами, дверью, теплоизоляцией внутренних поверхностей стен и пола (габариты 8×4×3 м). Технологическое оборудование мастерской позволяет производить газорезательные, электро- и газосварочные работы, сверление, рубку, заточку, разметку и т. д.

При выполнении работ в переносной мастерской для создания нормальных условий на рабочих местах необходимо соблюдать требуемые уровни освещенности (табл. 2). По нормам гигиены и промышленной санитарии температура воздуха в мастерской должна быть в пределах от 16 до 28 °С. Допустимая концентрация пыли, ядовитых газов и паров — не более 2 мг/м³, шумность — не выше 75—85 дБ.

Данные по оборудованию для оснащения рабочего места судового слесаря-монтажника приведены в табл. 3.

§ 2. СТРУКТУРА МОНТАЖНОГО ЦЕХА

Производственную программу предприятия выполняют специализированные цехи, которые подразделяют на основные и вспомогательные. К основным цехам относят корпусоборочный, монтажный, трубозаготовительный, малярно-изоляционных работ и др. Вспомогательные цехи (инструментальный, транспортный, спецпокрытий и т. д.) обеспечивают работу основных цехов.

Монтажный цех состоит из отдельных производственных участков, которые определены по технологическому (токарный, слесарный и др.) или по предметному признаку (монтажный, испытательный, сдаточный и т. д.).

Начальник монтажного цеха осуществляет руководство производственно-хозяйственной деятельностью цеха, обеспечивает выполнение плановых заданий, ритмичный выпуск продукции высокого качества, эффективное использование основных и оборотных фондов, соблюдение правильного соотношения между ростом производительности труда и заработной платой. В его обязанности входит организация планирования учета и составление отчетности о производственной деятельности, работы по развитию и укреплению хозяйственного расчета. Начальник цеха постоянно должен проводить мероприятия по внедрению научной организации труда, совершенствованию организации производства. Он выполняет также работу по координации цеховых служб и производственных участков, контроль за соблюдением работниками производственной дисциплины, правил и норм по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии. Начальник цеха имеет право премировать передовиков производства и налагать взыскания на нарушителей трудовой дисциплины. Совместно

с общественными организациями проводит работу по развитию социалистического соревнования.

Согласно структурной схеме руководства и управления монтажным цехом начальник цеха имеет двух и более заместителей (в зависимости от объема и сложности работ). У заместителя начальника цеха по производству находятся в подчинении начальники участков, старшие мастера и мастера, которые выполняют все обязанности в соответствии с должностными инструкциями.

Разделение цеха на производственные участки производится, как правило, по технологическому признаку с целью улучшения качества планирования и повышения ответственности за выпуск продукции. Во главе участка стоит начальник, которому подчинены старшие мастера, мастера, бригадиры и рабочие.

Глава II УСТРОЙСТВО СУДНА

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВ

В соответствии с Правилами Регистра СССР принята следующая классификация гражданских судов: по назначению, району плавания, средствам движения, типу главного двигателя, способу движения, типу движителя, материалу корпуса, архитектурно-конструктивному типу, количеству гребных валов.

По назначению гражданские суда подразделяют на следующие типы:

- транспортные — пассажирские, грузовые, грузопассажирские;
- промысловые — рыбодобывающие, рыбоперерабатывающие;
- научно-исследовательские — экспедиционные, гидрографические;
- учебные;
- специальные — лоцмейстерские, лоцманские, плавучие маяки, водолазные, пожарные, спасательные;
- судоремонтные — плавучие мастерские, подъемные краны и доки;
- служебные — ледоколы, буксиры, толкачи, разъездные;
- спасательные — базы, боты, понтоны, буксиры;
- спортивные;
- суда технического флота — грунтовоэ, грязевые, дноуглубительные.

По району плавания:

- морские — дальнего, неограниченного и прибрежного плавания;
- рейдовые — для плавания в устьях рек и портовых водах;
- внутреннего плавания — речные, озерные;
- смешанного плавания — суда типа «река — море».

По средствам движения: самоходные; несамоходные.

По типу главного двигателя:

- теплоходы — двигатель внутреннего сгорания (ДВС);
- пароходы — паровая турбина;
- газотурбоходы — газовая турбина;
- дизель-электроходы — электрические установки, получающие энергию от двигателя внутреннего сгорания и приводящие в движение гребной вал;
- атомоходы — атомная установка.

По способу движения: водонизмещающие; подводные; глиссирующие; на подводных крыльях и воздушной подушке; экранопланы.

По типу движителя: винтовые; крыльчатые; водометные; роторные; парусные.

По материалу корпуса: стальные; из легких сплавов; пластмассовые; деревянные; железобетонные; композитные (дерево и металл).

По архитектурно-конструктивному типу: по числу корпусов; по количеству палуб; по расположению машинного или машинно-котельного отделения.

По количеству гребных валов — одновальные; двухвальные и т. д.

§ 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ И ГЛАВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ СУДНА

Общее представление о геометрической характеристике формы корпуса судна дает метод сечения его тремя взаимно перпендикулярными плоскостями (рис. 1) — диаметральной (ДП), конструктивной ватерлинии (КВЛ) и мидель-шпангоута (МШ).

Диаметральная плоскость — вертикальная продольная плоскость симметрии теоретической поверхности корпуса судна.

Плоскость мидель-шпангоута — вертикальная поперечная плоскость, проходящая посередине длины судна.

Основная плоскость — горизонтальная плоскость, проходящая через нижнюю точку теоретической поверхности корпуса без выступающих частей.

Основная линия (ОЛ) — линия пересечения основной и диаметральной плоскостей.

Мидель-шпангоут — линия пересечения теоретической поверхности корпуса вертикальной поперечной плоскостью, проходящей посередине длины судна.

Теоретический чертеж (рис. 2) является основой для составления технического проекта судна и представляет собой изображение теоретической поверхности судна без учета наружной обшивки. На нем дают изображение проекций корпуса судна в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти проекции соответственно называются бок, полуширота и корпус.

На проекции «Бок» изображается след ДП. Кривые пересечения корпуса с плоскостями, параллельными ДП, носят название батоксов. В этой же плоскости наносят и основную линию, проходящую через нижнюю точку теоретической поверхности корпуса судна.

На проекции «Полуширота» вычерчивают КВЛ и ватерлинии, представляющие собой кривые пересечения поверхности корпуса горизонтальными плоскостями.

На проекции «Корпус» дают сечения по мидель-шпангоуту и теоретическим шпангоутам; полученным в результате пересечения поверхности корпуса с плоскостями, параллельными плоскости мидель-шпангоута.

Теоретические чертежи выполняют в масштабе 1:25, 1:50, 1:100 и 1:200 в зависимости от размеров судна.

На монтажных чертежах расположение механизмов в соответствующих проекциях координируют относительно диаметральной плоскости, мидель-шпангоута и основной линии.

Линейными размерами судна называют его главные размерения, к которым относят длину, ширину, высоту борта и осадку.

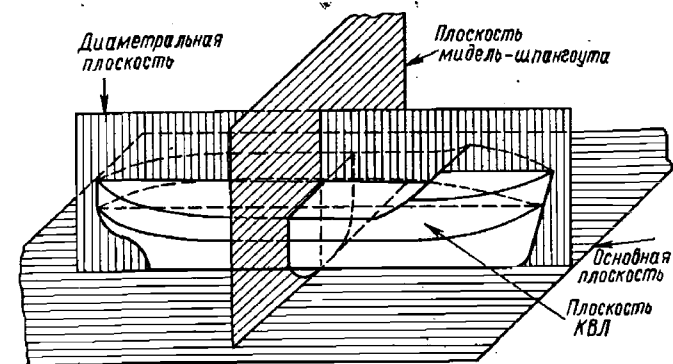


Рис. 1. Основные плоскости судна.

Существует четыре вида главных размерений — конструктивные, расчетные, наибольшие и габаритные, основными из которых являются:

— длина по конструктивной ватерлинии $L_{КВЛ}$ — расстояние, измеренное в плоскости конструктивной ватерлинии между точками пересечения ее носовой и кормовой частей с диаметральной плоскостью;

— длина наибольшая $L_{нб}$ — расстояние, измеренное в горизонтальной плоскости между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса без выступающих частей;

— ширина на мидель-шпангоуте B — расстояние, измеренное на мидель-шпангоуте между теоретическими поверхностями бортов перпендикулярно к диаметральной плоскости на уровне конструктивной или расчетной ватерлинии;

— высота борта H — вертикальное расстояние, измеренное на мидель-шпангоуте от горизонтальной плоскости, проходящей через точку пересечения килевой линии с плоскостью мидель-шпангоута, до бортовой линии верхней палубы;

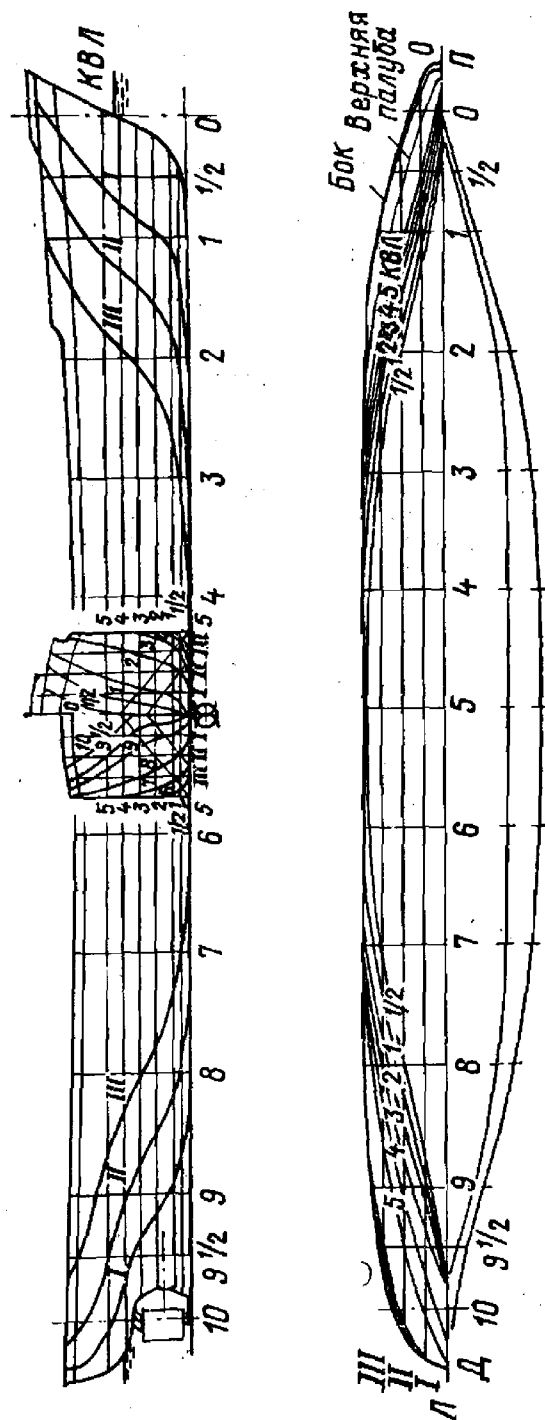


Рис. 2. Теоретический чертеж судна.

— осадка T — вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до плоскости конструктивной или расчетной ватерлинии.

§ 5. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КАЧЕСТВА СУДНА

К основным характеристикам относят водоизмещение. Его определяют как количество воды, вытесненной судном. Различают:

— водоизмещение порожнего судна, равное массе судна с водой в парогенераторах, механизмах и трубопроводах, с инвентарем, постоянными запасными частями и снабжением, но без груза, пассажиров, команды и топлива;

— водоизмещение с полным грузом, равное водоизмещению судна с перевозимым грузом, командой, топливом и всеми запасами при наибольшей допустимой осадке.

Объемным показателем является водоизмещение, определяемое как объем подводной части корпуса судна.

Дедвейт — сумма всех переменных грузов, т. е. грузов, масса которых изменяется в течение рейса.

Регистровая тонна — условный измеритель объема зарегистрированных помещений судна; 1 рег. т = 100 фут³ (2,89 м³).

Скорость судна измеряется в узлах. Узел равен одной морской миле (1852 м) в час, или $1852 : (60 \times 60) = 0,514$ м/с. Скорость судна, равная 20 уз, соответствует: $1852 \times 20 = 37,04$ км/ч.

Дальность плавания — расстояние, которое судно может пройти без пополнения запасов топлива, воды и масла.

Автономность — длительность плавания судна без пополнения запасов топлива, воды и запасов, необходимых для экипажа и пассажиров.

Маневренность — способность судна во время движения изменять направление и скорость.

Плавучесть — способность судна держаться на воде в определенном положении. Разность между полным объемом корпуса до верхней палубы и объемом подводной части называется запасом плавучести.

Остойчивость — способность судна, выведенного из положения равновесия воздействием внешних сил, возвращаться в первоначальное положение после прекращения действия этих сил.

Непотопляемость — способность судна сохранять плавучесть и остойчивость после затопления части помещений.

Ходкость — способность судна перемещаться на воде с заданной скоростью.

Качка — колебательные движения, совершаемые судном около положения равновесия при свободном плавании на поверхности воды. Различают вертикальную, бортовую и килевую качку.

Управляемость — способность судна изменять направление движения и противостоять при этом действию внешних сил, препятствующих удержанию заданного направления.

МЕХАНИЗМЫ, УСТРОЙСТВА,
СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ СУДНА

§ 6. ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Двигатели внутреннего сгорания относят к числу тепловых поршневых двигателей, в которых сгорание топлива и превращение тепловой энергии в механическую происходит внутри рабочего цилиндра. Рабочая среда — смесь газов — образуется при

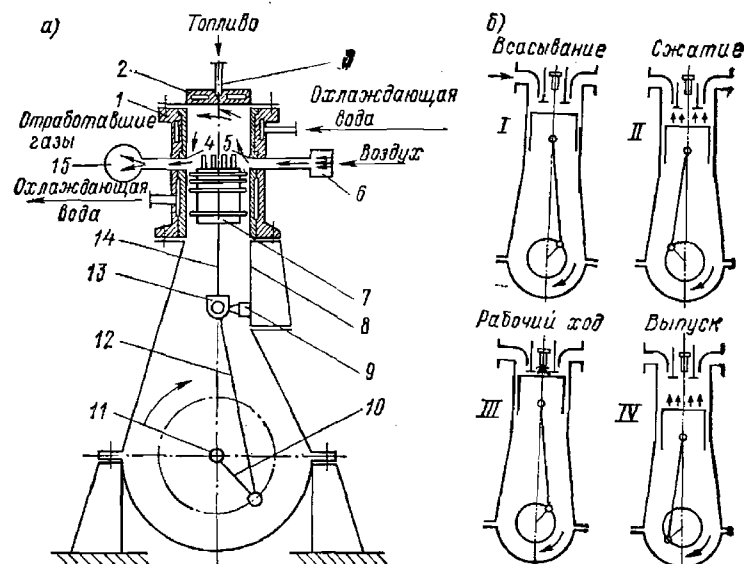


Рис. 3. Схема двухтактного (а) и четырехтактного (б) двигателя внутреннего сгорания.

сгорании топлива. Под действием давления, возникающего в результате расширения продуктов сгорания, поршень перемещается и с помощью кривошипно-шатунного механизма передает это движение коленчатому валу двигателя. Коленчатый вал преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное, передаваемое гребному валу с насаженным на него гребным винтом.

На рис. 3, а показана схема двухтактного дизеля крейцкопфного типа с поперечно-щелевой продувкой. Воздух поступает в цилиндр I через продувочные окна 5, а отработавшие газы удаляются через выпускные окна 4. Первый такт — сжатие — происходит при восходящем ходе поршня 7 после перекрытия им окон 4 и 5. Второй такт — горение, расширение, очистка и зарядка цилиндра — осуществляется при подходе поршня к верхнему

крайнему положению. В это время через форсунку 3 впрыскивается топливо, которое мгновенно сгорает.

Расширение газа в цилиндре — рабочий ход — происходит при нисходящем ходе поршня и заканчивается во время открытия выпускных окон 4. Давление газа к началу выпуска падает. Затем открываются продувочные окна 5, и из ресивера 6 в цилиндр поступает продувочный воздух. Продувочные окна выполнены с наклоном для направления потока воздуха к крышке 2, что способствует лучшей очистке цилиндра. Отработавшие газы и часть продувочного воздуха идут в выпускной коллектор 13 и далее в выпускную систему. При восходящем ходе поршня начинается сжатие, и цикл повторяется. Таким образом, за два хода поршня в двухтактном двигателе совершается полный цикл. Коленчатый вал 11 за это время совершает один оборот. Поршень 7 закреплен на штоке 14, соединенном с поперечиной 13. Поперечина имеет ползун 9, скользящий по параллелям 8, которые обеспечивают возвратно-поступательное движение поршня. Поперечина посредством шатуна 12 соединена с кривошипом 10 коленчатого вала. Шток, поперечина и ползун образуют узел, называемый крейцкопфом, поэтому и двигатель такого типа носит название крейцкопфного.

Если рабочий цикл осуществляется за два оборота коленчатого вала, т.е. за четыре хода поршня, такой двигатель называют четырехтактным. Каждому ходу поршня соответствует определенный такт (рис. 3, б).

Судовые двигатели внутреннего сгорания в зависимости от основных признаков различают:

- по назначению — главные и вспомогательные;
- по способу осуществления рабочего цикла — четырех- и двухтактные;
- по способу действия — простого действия, когда рабочий цикл совершается только в верхней полости цилиндра; двойного действия — в двух полостях: в верхней (над поршнем) и нижней (под поршнем) и с противоположно движущимися поршнями (два двухтактных двигателя с общей камерой сгорания, расположенной между их поршнями);
- по способу наполнения рабочего цилиндра — без наддува и с наддувом. В первом случае горячая смесь или воздух всасываются при движении поршня (четыретактные двигатели) или во время заполнения цилиндра воздухом (двухтактные двигатели). Во втором случае воздух подается в цилиндр под давлением с помощью компрессора;
- по способу смесеобразования — с внутренним и внешним смесеобразованием. В первом случае воздух и топливо поступают в цилиндр отдельно, а смесеобразование происходит в цилиндре (компрессорные и бескомпрессорные двигатели). При внешнем смесеобразовании воздух и топливо предварительно смешиваются в карбюраторе, затем рабочая смесь поступает в цилиндр (карбюраторные и газовые двигатели);
- по способу воспламенения смеси — с самовоспламенением топлива, происходящим благодаря высокой температуре топлива в конце процесса сжатия воздуха, и с принудительным воспламенением посредством электрической искры (карбюраторные и газовые двигатели);

— по степени быстроходности — тихоходные (скорость поршня менее 6,5 м/с), средней быстроходности (6,5—9 м/с) и быстроходные (более 9 м/с);

— по конструктивному исполнению — тронковые (боковое усилие от шатуна воспринимается поршнем) и крейцкопфные (боковое усилие воспринимается ползунами и передается на параллели). У крейцкопфных двигателей поршень с шатуном соединяются через шток и ползун, перемещающийся вдоль поперечины (крейцкопф);

— по расположению цилиндров — одно- и двухрядные, горизонтальные, вертикальные, U-, W-, X-, Δ- и звездообразные;

— по вращению вала — реверсивные (вал вращается в одном направлении) и нереверсивные, левые и правые;

— по частоте вращения коленчатого вала и скорости поршня — малооборотные (100—200 об/мин, менее 6,6 м/с), среднеоборотные (200—600 об/мин, 6,6—10 м/с) и быстроходные (более 600 об/мин и 10 м/с);

— по роду применяемого топлива — работающие на легком топливе (бензин, керосин и т. д.) и на тяжелом (дизельное и моторное топливо, мазут, соляровое масло и т. д.).

Государственным стандартом предусматривается единая система маркировки двигателей, а именно: Ч — четырехтактный; Д — двухтактный; ДД — двухтактный двойного действия; П — с наддувом; С — судовой с реверсивной муфтой; К — крейцкопфный; П — с редукторной передачей; Р — реверсивный.

Отсутствие в обозначении той или иной буквы указывает, что двигатель классифицируется по признакам, не отмеченным в обозначении. Например, отсутствие буквы К означает, что

Таблица 4

Технические характеристики ДВС

Характеристика	Двигатели		
	малооборотные	средней быстроходности	быстроходные
Мощность, кВт	750—1500	220—750	8—160
Частота вращения вала, об/мин	110—200	400—600	Более 600
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	0,12—0,11	0,13—0,12	0,15—0,13
Масса сухого двигателя, т	400—100	100—50	10—4
Эффективный КПД	0,38—0,44	0,36—0,4	0,37—0,3
Моторесурс, тыс. ч	80—100	20—25	7—8
Число цилиндров, шт.	5—9	До 18	2—12
Диаметр цилиндра, мм	20—800	200—500	До 400

двигатель тронкового типа; буквы Н — двигатель без наддува; буквы Р — двигатель нереверсивный. Цифры перед буквами указывают число цилиндров, дробные цифры за буквами — диаметр цилиндра (в числителе) и ход поршня (в знаменателе) в сантиметрах. Иногда в конце обозначения марки двигателя ставят цифру, обозначающую степень наддува. Например, двигатель 6ДКРН 74/160-2 — шестицилиндровый, двухтактный, крейцкопфный, реверсивный, с двойной степенью наддува, с диаметром цилиндра 74 см, ходом поршня 160 см; двигатель 8ДР 43/61 — восьмицилиндровый, двухтактный, реверсивный, без наддува, тронковый, с диаметром цилиндра 43 см, ходом поршня 61 см.

Технические характеристики двигателей внутреннего сгорания приведены в табл. 4.

Основными конструктивными узлами любого двигателя внутреннего сгорания являются:

— неподвижные детали — фундаментная рама, станина (картер), блок и крышки цилиндров;

— подвижные детали (детали кривошипно-шатунного механизма двигателя) — поршень, поршневые кольца и пальцы, шатун, коленчатый вал, маховик и т. д.

— механизм газораспределения — впускные и выпускные клапаны с приводами, шестерни, приводы распределительного вала, обслуживающие системы — топливоподающая, смазки, охлаждения, наддува.

§ 7. ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

Паровую турбину в качестве главного двигателя применяют на крупнотоннажных судах. Принцип действия паровой турбины заключается в преобразовании тепловой энергии пара, получаемого в результате сгорания топлива, в механическую энергию вращения вала.

Вал опирается на подшипники скольжения. Рабочие колеса с насаженными на них лопатками образуют подвижную (вращающуюся) часть турбины — ротор. Корпус турбины, направляющий аппарат, в который поступает пар из парогенератора (котла), и подшипники скольжения составляют неподвижную часть турбины — статор.

Пар, попадая в направляющий аппарат, расширяется, при этом давление пара падает, а скорость возрастает. Турбину называют турбиной активного типа, если расширение пара и увеличение его скорости происходит только в направляющем аппарате, и турбиной реактивного типа, если пар расширяется и в рабочем колесе. На судах в основном используются паровые турбины активного типа.

В зависимости от расположения оси ротора турбины бывают горизонтальные и вертикальные. Турбины выполняют одно-, двух- и трехкорпусными.

Частота вращения ротора паровой турбины составляет 3000—15 000 об/мин. Для передачи мощности от вала турбины к гребному валу, вращающемуся с частотой 100—200 об/мин, служит зубчатый редуктор. Зубчатые редукторы применяют одно- или двухступенчатые. На судах наиболее распространены двухступенчатые редукторы, состоящие из двух пар шестерен

с передаточным отношением 25:1 на каждую пару. Коэффициент полезного действия зубчатой передачи равен 96—98%.

Паровые турбины различают высокого (ТВД), низкого (ТНД) и среднего (ТСД) давления, а также заднего хода (ТЗХ). Паровые турбины и зубчатая передача составляют турбозубчатый агрегат (ТЗА). Если ТЗА передает мощность гребному валу, его называют главным (ГТЗА).

Таблица 6

Технические характеристики ГТЗА

Характеристика	ТС-1	ТС-2
Число ступеней:		
ТВД	10	9
ТНД	9	11
Мощность, кВт:		
номинальная на фланце редуктора	9 560	14 000
максимальная »	10 050	15 400
номинальная ТВД	5 050	7 000
» ТНД	4 050	7 000
Частота вращения вала на режиме номинальной мощности, об/мин:		
ТВД	5 340	4 780
ТНД	3 580	2 900
Частота вращения гребного вала, об/мин	100	110
Мощность ТЗХ, кВт	3 800	5 600
Максимальный упор гребного винта, т	115	—
Эффективный КПД, %	75	78
Параметры пара перед быстрозапорным клапаном (БЗК):		
давление, МПа	4,0	4,0
температура, °С	450+20	465+15
Вакуум при номинальной мощности и $t = 23^{\circ}\text{C}$, %	95	95
Масса агрегата, т	140	212

На судах отечественной постройки устанавливают в основном ГТЗА типов ТС-1, ТС-2 и ТС-3, основные технические данные которых приведены в табл. 5.

Главный конденсатор входит в состав ГТЗА. Пар из ТНД с помощью эжектора поступает в конденсатор, где охлаждается заборной водой и превращается в конденсат с низким содержанием воздуха и солей. Разрежение в конденсаторе поддерживается благодаря непрерывному отсосу воздуха, при этом создается вакуум давлением 0,004—0,006 МПа (0,04—0,06 кгс/см²). Вода, циркулирующая в конденсаторе, имеет температуру на 8—15 °С ниже температуры конденсации пара.

Главный конденсатор (рис. 4) состоит из корпуса 5 цилиндрической формы, трубных досок 6 с закрепленными в них труб-

ками 3 и двух крышек, образующих водяные камеры 1, 2 и 7. Охлаждающая вода циркуляционным насосом подается к горловине 4, поступает в камеру 2, а затем откачивается за борт. Отрабатанный пар через горловину 4 идет в конденсатор и, соприкасаясь с наружной поверхностью трубок, отдает им теплоту и конденсируется. Конденсат откачивается конденсатным насосом через патрубок 8 и поступает в конденсатно-питательную систему паротурбинной установки. Воздух отсасывается пароструйным эжектором 9.

На корпусе и крышках имеются приварыши для арматуры, контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств. На крышках конденсатора устанавливают: кран для удаления воздуха из полости при гидравлических испытаниях конденсатора; термометры для замера температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор и на выходе из него; спускные краны (пробки) для слива воды при длительном бездействии

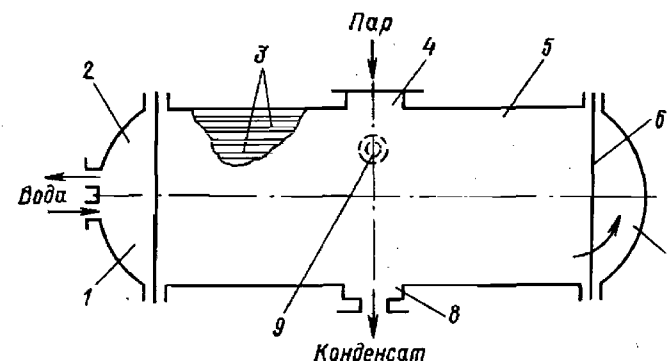


Рис. 4. Главный конденсатор.

конденсатора; манометры для замера давления охлаждающей воды; протекторы для предохранения от коррозии внутренней поверхности крышек, трубных досок, трубок; лазы, люки, горловины для осмотра и чистки конденсатора.

На корпусе конденсатора предусматривают: предохранительный клапан для регулирования давления; водоуказательную колонку для наблюдения за уровнем воды в сборнике конденсата; регулятор уровня конденсата в сборнике; термометр для определения температуры пара в приемнике; воздушный кран для удаления воздуха; клапаны подачи содового раствора для очистки конденсатора; вакуумметр и баровакуумметр для измерения разрежения в паровой полости; спускные краны для слива конденсата.

§ 8. ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ

Газовая турбина сочетает в себе особенности двигателя внутреннего сгорания и паровой турбины. Как и в паровой турбине, рабочее тело расширяется в соплах и производит враще-

ние ротора турбины. В отличие от паровой в газовой турбине рабочим телом является не пар, а газ — продукты сгорания жидкого топлива. По принципу действия газовая турбина имеет много общего с ДВС.

Газотурбинная установка (ГТУ) состоит из следующих основных частей:

- газовой турбины, в которой тепловая энергия горячих газов преобразуется в механическую;
- компрессора, засасывающего и сжимающего воздух, необходимый для сгорания топлива;
- камеры сгорания, где в результате сгорания топлива образуется рабочее тело;
- утилизационных устройств, обеспечивающих использование теплоты отработавших газов;
- трубопроводов, по которым поступают топливо и воздух и отводится отработавший газ.

В зависимости от способа сжатия воздуха и образования горючих газов различают газотурбинные установки с камерой сгорания и со свободнопоршневыми генераторами газа.

Схема ГТУ с камерой сгорания изображена на рис. 5. Компрессор 2 низкого давления центробежного типа засасывает наружный воздух, который через воздухоохладитель 10 поступает в компрессор 5 высокого давления, действующий от пусковой турбины 6. Затем через подогреватель 3 воздух подается в камеру сгорания 7, куда с помощью форсунки 8 впрыскивается топливо. В результате сгорания топлива образуются газы, которые в газовых турбинах высокого 4 и низкого 9 давления расширяются, совершая механическую работу. После прохождения соплового и лопаточного аппаратов турбин отработавшие газы идут в утилизационный котел для дальнейшего использования. Приведенный во вращение вал турбин низкого и высокого давления через редуктор 1 вращает гребной вал 11 и насаженный на него гребной винт 12.

Газотурбинная установка со свободнопоршневым генератором газа (ГТУ с СПГГ) изображена на рис. 6. Отличие данной установки от рассмотренной заключается в том, что газы образуются в генераторе, который работает по принципу одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания с противоположно движущимися поршнями. Поршни двигателя и компрессора жестко связаны. Рабочий процесс происходит за два хода поршней. Во время расходящегося хода поршней газы, образовавшиеся в цилиндре двигателя, с помощью буферных поршней 2 сжимают воздух в буферных цилиндрах 1. Компрессор в это время засасывает атмосферный воздух. Затем открываются выпускные клапаны 4 и происходит выпуск и продувка цилиндра двигателя воздухом из ресивера 5. Энергия расширения воздуха в буферных цилиндрах осуществляет обратный ход поршней, при этом воздух в цилиндре 3 компрессора сжимается, поступает в продувочный ресивер и далее идет на заполнение цилиндра двигателя 7. В конце процесса производится впрыск топлива через форсунку 6, и процесс повторяется. Полученная газовоздушная смесь с помощью маневрового клапана 8 поступает в турбины переднего 9 или заднего 10 хода. Совершаемая этой смесью механическая работа

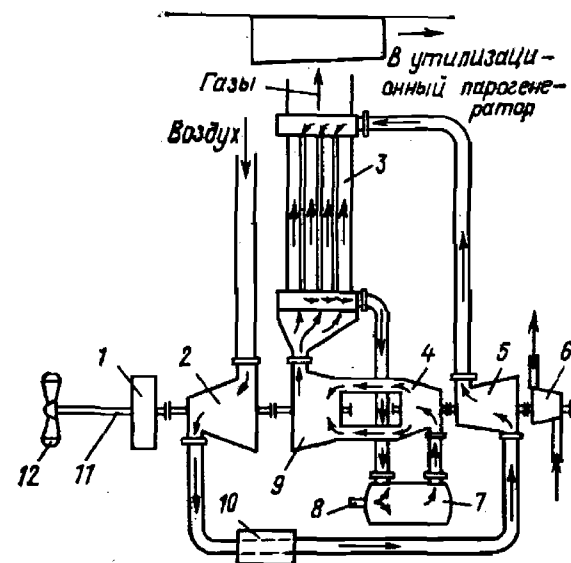


Рис. 5. Схема ГТУ с камерой сгорания.

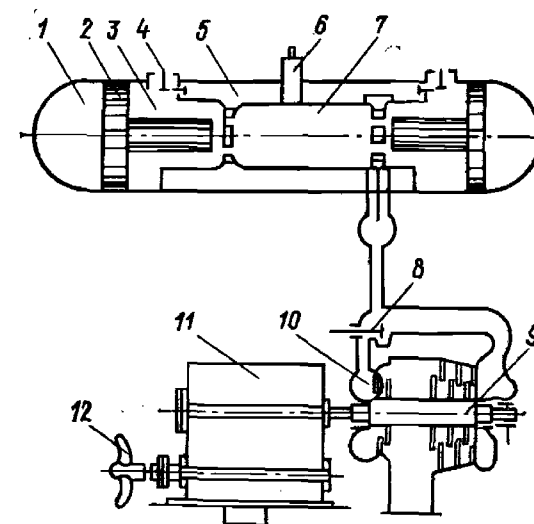


Рис. 6. Схема ГТУ с СПГГ.

по вращению ротора турбин передается через редуктор 11 гребному валу и соответственно гребному винту 12.

§ 9. ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Парогенератор — теплообменный аппарат, предназначенный для превращения воды в пар за счет теплоты, образующейся при сгорании топлива. Рабочими веществами в парогенераторе являются топливо, воздух, вода и пар.

В судостроении широко применяются двухпроточные вертикально-водотрубные парогенераторы с естественной циркуляцией (табл. 6 и 7).

Таблица 6

Конструктивно-техническая классификация парогенераторов

Признаки классификации	Парогенераторы
Давление пара	Низкого давления — до 150 кН/м ² ; среднего — от 160 до 280 кН/м ² ; повышенного — от 290 до 600 кН/м ² ; высокого — более 610 кН/м ²
Обтекание газами труб	Водо- и огнетрубные, комбинированные
Наклон трубок	Секционные (малый наклон), барабанные (крутой наклон)
Вид топлива	Мазут, уголь, смесь угля и мазута
Расположение трубок, образующих поверхность нагрева	Горизонтальное, вертикальное
Присоединение паробразующих трубок к коллекторам	Секционные, двух- и трехколлекторные
Поток газов	Одно- и двухпроточные, одно- и трехходовые
Циркуляция воды	Прямоточная, естественная, принудительная
Контурь испарения	Одно- и двухконтурные
Способ подачи воздуха	Естественная тяга, искусственное дутье, высокий наддув
Управление парогенератором	Ручное, полуавтоматизированное

На рис. 7 показан поперечный разрез современного судового водотрубного парогенератора КВГ-34 с естественной циркуляцией, экранированной топкой и однопроточным движением газов. Корпус включает в себя пароводяной 1 и два водяных коллектора 5 и 9, паробразующие трубы 3 в виде экрана, приточный 6

Таблица 7

Технические характеристики парогенераторов

Характеристика	КВГ-35	КВГ-34	КВВА 6/15	КВВА 4/5	КВВА 2,5/5	КВ-5	КВ-3
Паропроизводительность, т/ч	25	34	6	4	2,5	4	2,25
Давление перегретого пара, Н/см ²	410	410	150	50	50	150	150
Температура, °С:							
перегретого пара	470	470	80	80	60	60	60
питательной воды	160	128	80	80	60	60	60
Теплопроизводительность, 10 ⁶ ккал/ч	15,8	22,5	85	80	81	76	76
КПД, %	93	94	0,46	0,32	0,2	0,36	0,2
Расход топлива, т/ч	1,75	2,50	—	—	—	—	—
Давление топлива перед форсунками, МПа	20	20	—	—	—	—	—
Площадь поверхности нагрева, м ² :							
парогенератора (испарителя)	408	610	111	90	77	165	85
пароперегревателя	191	234	—	—	—	—	—
экономайзера	258	535	—	—	—	—	—
воздухоподогревателя	721	700	—	—	—	—	—
Объем топочного пространства, м ³	21,2	23,3	2,24	2,1	1,64	8,3	3,3
Масса воды (до среднего уровня), т	10	14	1,76	1,02	0,82	3,7	2,4

и периферийный 10 пучки труб и опускные необогреваемые трубы 4.

Вертикальный пароперегреватель состоит из петель 8 и коллектора 7. В хвостовой части парогенератора размещены двухсекционный водяной экономайзер 12 змеевикового типа и паровой воздухоподогреватель 2. Воздух для горения жидкого топлива (мазута) нагнетается вентилятором через воздухоподогреватель непосредственно в топку. Парогенератор снабжен автоматизированными устройствами подачи воды, топлива и воздуха.

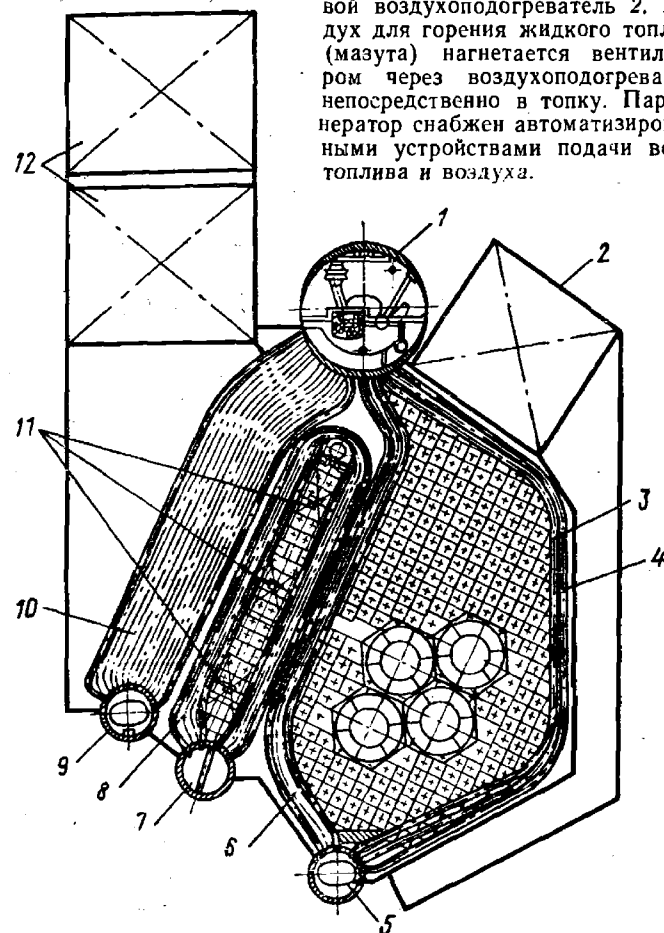


Рис. 7. Вертикально-водотрубный парогенератор КВГ-34.

Сажеобдувочные устройства 11, расположенные в районе водяного экономайзера, периодически очищают трубы от отложений сажи и золы. Пар из парового коллектора поступает по пароперепускной трубе в коллектор пароперегревателя. Для подачи пара к турбине служит паропровод, состоящий из труб, арматуры и компенсаторов.

Наблюдение за горением и состоянием кирпичной кладки на заднем и переднем фронте осуществляют через смотровые устройства. Для доступа в топку на заднем фронте предусмотрен лаз.

Пароохладитель, расположенный в водяном объеме парового коллектора, предназначен для охлаждения пара, идущего к вспомогательным механизмам.

На переднем фронте парогенератора находится топочное устройство, состоящее из четырех паромеханических форсунок с воздухонаправляющими устройствами, арматурой и трубопроводами.

В зависимости от рабочей температуры для поверхностей нагрева применяют трубы, изготовленные из материалов следующих марок:

$t, ^\circ\text{C}$	До 450	560	Более 560
Материал	Сталь 20	15ХМ	12Х1МФ

Топливо, питательную воду и воздух, необходимый для процесса горения, к парогенератору подводят с помощью топливной, питательной и воздухоподающей систем. Подачу пара к потребителю и выпуск дымовых газов осуществляют посредством паровой и выпускной систем. Регулирование этих систем выполняют специальной арматурой — клапанами, кранами, задвижками и др.

§ 10. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ С ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЕМ

В состав гребной электрической установки (рис. 8) входят: первичный двигатель 1, передаточное устройство и движитель 5. В качестве первичного двигателя — источника энергии — используют двигатель внутреннего сгорания, паровую или газовую турбину. Первичный двигатель приводит во вращение генератор 2 электроэнергии, которую через щит электродвижения 3 подают на гребной электродвигатель 4. Гребной электродвигатель передает вращение движителю — гребному винту. Каждый турбогенератор работает на определенный электродвигатель.

Энергетические установки с электродвижением имеют следующие преимущества:

- отсутствие жесткой механической связи гребного винта с первичным двигателем;
- отсутствие длинных валопроводов;
- надежность управления реверсом гребных винтов;
- применение нереверсивных первичных двигателей;
- возможность работы на один вал нескольких первичных двигателей;
- возможность достижения на заднем ходу полной мощности переднего хода;
- эффективное использование объема и площади судовых помещений;
- бесшумность работы электродвигателей;
- плавное регулирование частоты вращения винта в широком диапазоне;

К недостаткам установок относятся:

- большая масса;
- низкий КПД (на 8—14% ниже, чем у редукторной передачи);
- высокая стоимость;
- увеличение количества обслуживающего персонала.

Установки с электродвижением применяют на судах с повышенными маневренными качествами (ледоколы, буксиры, плавучие краны), при частых реверсах и использовании мощности главных двигателей для обеспечения работы вспомогательных механизмов и оборудования (плавучие мастерские, рыбепромысловые суда, земснаряды).

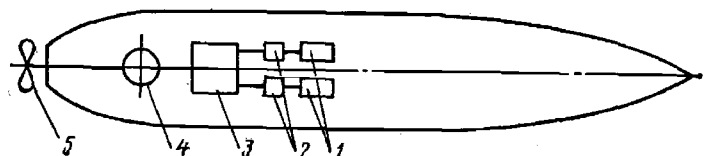


Рис. 8. Схема энергетической установки с электродвижением.

В установках с электродвижением чаще всего применяют электродвигатели, работающие на переменном токе. Это обусловлено простотой конструкции, надежностью в работе, меньшей стоимостью, высоким КПД, а также возможностью передачи электроэнергии береговым потребителям. Электродвигатели, работающие на постоянном токе, используют лишь для установок малой мощности.

По типу первичного двигателя установки с электродвижением делят на дизель-электрические и турбоэлектрические.

§ 11. ВАЛОПРОВОДЫ И ДВИЖИТЕЛИ

Передачу движения от двигателя к движителю осуществляет валопровод (рис. 9), основными элементами которого являются гребной, упорный и промежуточные валы, дейдвудное устройство и подшипники. Гребной вал располагается в дейдвудной трубе или кронштейне. Кормовой конец гребного вала имеет конус для насадки гребного винта. Носовой конец гребного вала при помощи фланца или полумуфты соединяется с промежуточным валом. Длина гребных валов 2—10 м, диаметр 60—1100 мм и более, масса 12—20 т.

Гребной вал соединяется с упорным посредством промежуточных валов. Упорный вал передает давление подшипнику, также называемому упорным. Промежуточные валы опираются на опорные подшипники. Опорой гребного вала являются подшипники. Дейдвудное уплотнение служит для обеспечения водонепроницаемости судна.

Создание упорного давления, воспринимаемого судном, осуществляет устройство, называемое движителем (гребные винты, крыльчатые, водометные и другие движители).

Наибольшее распространение получили цельнолитые гребные винты с поворотными и съёмными лопастями. Цельнолитые винты иногда называют винтами фиксированного шага (ВФС). Винты с поворотными лопастями называются винтами регулируемого шага (ВРС). Лопастей ВРС закреплёны в ступице подвижно и с помощью механизма изменения шага (МИШ) поворачиваются вокруг своей оси на заданный угол. Винты со съёмными лопастями устанавливают на судах, плавающих в ледовых условиях, когда при повреждении целесообразнее заменить лопасть, чем гребной винт.

Основными характеристиками любого гребного винта являются диаметр, шаг и дисковое отношение. Диаметр винта принимают в зависимости от величины осадки судна с полным гру-

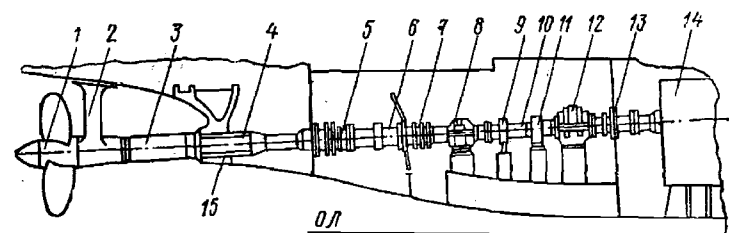


Рис. 9. Валопровод.

1—гребной винт; 2—кромштейн гребного вала; 3—гребной вал; 4—дейдвудное устройство; 5—соединительная муфта; 6—промежуточный вал; 7—торсионметр; 8—опорный подшипник; 9—монтажный подшипник; 10—промежуточный вал; 11—тормоз; 12—упорный подшипник; 13—переборочный сальник; 14—дангатель; 15—мортира.

зом. Шаг винта — путь в направлении оси, который проходит любая точка поверхности винта за один его оборот. Дисковое отношение — отношение площади всех лопастей к площади диска винта. Диаметр гребных винтов крупнотоннажных судов достигает 10 м, а масса — 30–60 т при дисковом отношении 0,45–0,6.

Применение ВРШ позволяет использовать нересервные двигатели, повышает маневренность судна и улучшает работу судовой энергетической установки на переменных режимах.

Винт регулируемого шага (рис. 10) состоит из ступицы, поворотных лопастей, механизмов поворота лопастей и изменения шага и привода механизма поворота лопастей. Механизм изменения шага может быть расположен в ступице винта (при малых диаметрах винта) совместно с механизмом поворота лопастей или на линии валопровода. В качестве привода чаще применяется гидравлический, у которого под давлением жидкости (минеральное масло), создаваемым насосом, в гидроцилиндре перемещается поршень, устанавливающий через управляющую штангу лопасти винта в нужном направлении. Электромеханический привод используют редко.

Торможение валопровода на ходу судна осуществляется с помощью тормоза. Наибольшее распространение получил тормоз бугельного типа, находящийся при работе валопровода в отжатом состоянии.

Промежуточные валы соединяются между собой с помощью шпоночных или бесшпоночных муфт, полумуфт, а также обычными фланцами, выполненными заодно с валом. Муфты различают гидравлические, электромагнитные и шинно-пневматические.

Торзмометр служит для определения угла скручивания вала и крутящего момента. По крутящему моменту и частоте вращения вала определяют мощность, передаваемую от главного двигателя движителю.

Для предотвращения возможного проникновения воды из одного помещения судна в другое в местах прохода промежуточ-

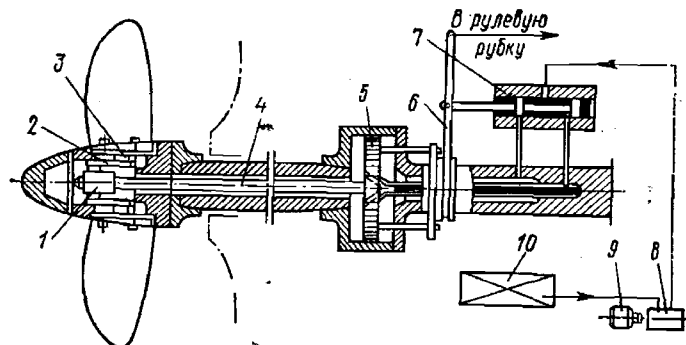


Рис. 10. Винт регулируемого шага.

1—ползун; 2—шатун; 3—кривошипный диск; 4—шток; 5—поршень; 6—золотниковый регулятор; 7—привод управления; 8—масляный насос; 9—электродвигатель; 10—масляная цистерна.

ных валов через водонепроницаемые переборки устанавливают переборочные сальники.

Дейдвудное устройство является наиболее ответственным узлом валопровода. В состав дейдвудного устройства входят дейдвудная труба, носовой фланец, кормовая, носовая и нажимная втулки и сальник.

Предел прочности стали для гребных валов должен быть 400—520 МПа (40—52 кгс/мм²), для промежуточных и упорных — 440—700 МПа (44—70 кгс/мм²). С целью увеличения срока службы валопровода, а также надежности его работы гребные валы облицовывают или наносят на их поверхность различные покрытия (бронзовые, стальные, эпоксидные, стеклопластики и др.).

Крыльчатый движитель — вращающийся ротор с установленными на нем лопастями. Создаваемый им упор за счет отбрасывания воды лопастями может изменяться в широких пределах. Наибольшее применение крыльчатый движитель нашел на буксирах мощностью 450 и 650 кВт. В настоящее время изготавливают крыльчатые движители диаметром (по осям лопасти) 1600, 2000 и 2600 мм и мощностью до 1100 кВт.

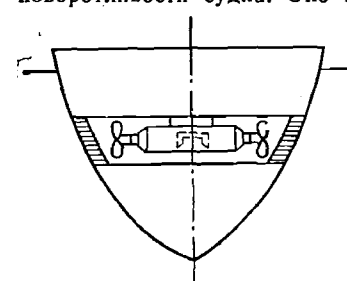
Таблица 8

Технические характеристики подруливающих устройств

Тип устройства	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Тяга эффективная, Н	Диаметр гребного винта, мм	Тип устройства	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Тяга эффективная, Н	Диаметр гребного винта, мм
ПУ-20	20,5	3 000	400	ВПУ-1	22	3 000	420
ПУ-50	50	10 000	800	ВПУ-2	45—75	700—9 800	700
ПУ-130	130	20 500	1 000	ВПУ-3	110	14 500	870
ПУ-185	185	28 800	1 250	ВПУ-4	200	26 000	1 100
ПУ-315	315	51 500	1 650	ВПУ-5	315—500	42 500—59 000	—
ПУ-500	500	78 500	2 000	ВПУ-6	500—800	69 000—94 000	186
ПУ-900	800	121 000	2 400	ВПУ-7	800—1 250	118 000—161 000	2 600

В водометных движителях энергия приводного двигателя преобразуется в реактивную тягу. Упор создается за счет отбрасывания воды.

Подруливающее устройство предназначено для улучшения поворотливости судна. Оно позволяет судну проходить узкости, производить пришвартовку и обеспечивать движение на малом ходу. В судостроении нашли применение подруливающие устройства с противоположно вращающимися движительно-рулевыми колонками. Подруливающее устройство располагают в кормовой или носовой оконечности судна.



Технические характеристики подруливающих устройств приведены в табл. 8.

Рис. 11. Подруливающее устройство.

Подруливающее устройство представляет собой трубу, установленную перпендикулярно к ДП, со сквозными входами на оба борта. В этой трубе располагают гребные винты или крыльчатые движители. Образующаяся струя воды создает боковой упор, который поворачивает нос или корму судна. Наиболее эффективно работает подруливающее устройство с противоположно вращающимися винтами (рис. 11).

§ 12. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

К вспомогательным механизмам и оборудованию относят насосы, вентиляторы, компрессоры, генераторы и другие аппараты.

Насос — механизм, в котором механическая энергия привода преобразуется в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости. Насосы применяют для передачи по трубопроводам различных сред: морской, пресной и трюмной воды, дистиллята, масла, топлива, рассола, газа и т. п.

Насосы (рис. 12) классифицируют по следующим признакам:

- по принципу действия — объемные, лопастные и струйные;
- по конструктивному исполнению — шестеренные, осевые, струйные, поршневые, центробежные, винтовые;
- по роду перекачиваемой жидкости — водяные, топливные, масляные;

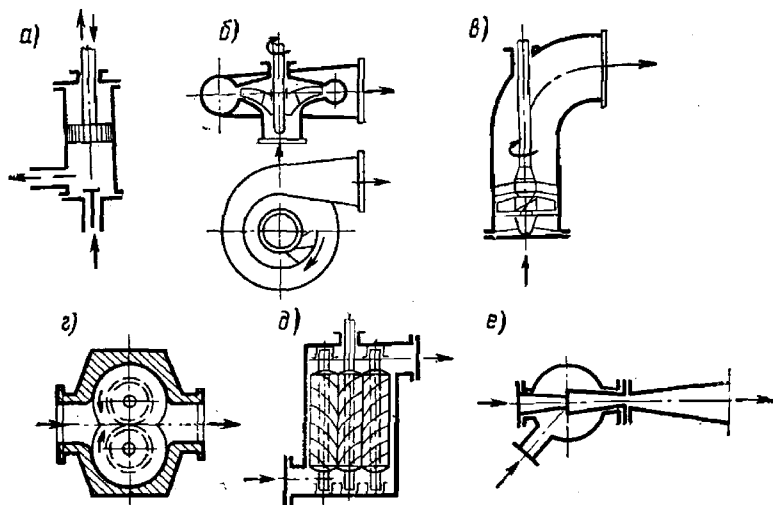


Рис. 12. Насосы: а — поршневой; б — центробежный; в — осевой; г — шестеренный; д — винтовой; е — эжектор.

- по назначению — обслуживающие главную судовую энергетическую установку, общесудовые и специальные;
- по направлению движения перекачиваемой рабочей среды — реверсивные и неревверсивные;
- по способу приведения в действие — автономные и неавтономные;
- по типу первичного двигателя, приводящего в действие насос, — турбинные, электрические, дизельные.

Объемные насосы делят на поршневые и ротационные (винтовые и шестеренные). Принцип действия поршневого насоса основан на всасывании и вытеснении жидкости поршнем, движущимся возвратно-поступательно. Винтовые и шестеренные насосы перекачивают рабочую среду за счет вращения ротора, создающего равномерную ее подачу. При работе струйных насосов используется кинетическая энергия струй воды или газа, выбрасываемых из сопла с большой скоростью. Струйный насос,

предназначенный для нагнетания рабочей среды, называется инжектором, а для всасывания — эжектором.

Лопастные насосы работают за счет энергии вращающихся лопастей. В зависимости от характера движения потока они делятся на центробежные, осевые и вихревые.

К насосам, обслуживающим судовую энергетическую установку, относятся топливоперекачивающие, топливные, масляные, питательные, циркуляционные, конденсатные, бустерные и др. Специальные насосы обеспечивают специфические нужды судна, например, креновые и дифференциальные насосы подают (откачивают) заборную воду; грузовые служат для перемещения топлива в специальные отсеки (цистерны); зачистные — для удаления остатков жидкого груза.

Насосы, имеющие свой привод, называют автономными, а работающие от привода главного двигателя (коленчатого вала) называют неавтономными или навешенными.

Вентиляторы служат для подачи или перемещения воздуха. Вентиляторы различают:

- по принципу действия — центробежные и осевые;
- по подаче воздуха — вдувные и вытяжные;
- по создаваемому давлению — низкого (до 1 кН/м^2), среднего ($1\text{—}3 \text{ кН/м}^2$) и высокого ($3\text{—}15 \text{ кН/м}^2$) давления;
- по вентилируемым объектам — парогенераторные, машинные, жилых и служебных помещений.

По принципу действия и устройству осевые и центробежные вентиляторы аналогичны лопастным насосам. Центробежные вентиляторы за счет использования работы центробежных сил обеспечивают большие давления, чем осевые. Их КПД составляет $0,6\text{—}0,8$. Однако осевые вентиляторы компактнее, имеют меньшую массу и более высокий КПД ($0,8\text{—}0,9$).

Вентиляторы парогенераторов подают воздух, необходимый для сжигания топлива. Их производительность составляет $50\text{—}200 \text{ тыс. м}^3/\text{ч}$ при давлении $200\text{—}1300 \text{ мм вод. ст.}$

Вентиляторы машинных отделений служат для их вентилиции. Производительность этих вентиляторов равна $20\text{—}50 \text{ тыс. м}^3/\text{ч}$ при давлении $50\text{—}200 \text{ мм вод. ст.}$

Компрессоры — механизмы, предназначенные для сжатия воздуха и подачи его в воздушную магистраль. Выработанный компрессором воздух может использоваться:

- при работе пневматического инструмента давлением 1 МПа (10 кгс/см^2);
- в качестве пускового для двигателя внутреннего сгорания давлением 7 МПа (70 кгс/см^2);
- в системе воздуха высокого давления 40 МПа (400 кгс/см^2);
- для сжатия паров хладагентов в холодильных (рефрижераторных) установках и установках кондиционирования воздуха;
- для работы высоконапорных парогенераторов.

По конструкции компрессоры делят на поршневые, лопастные (осевые и центробежные), зубчатые и струйные. На судах наибольшее распространение нашли поршневые и лопастные компрессоры. Они изготавливаются одноступенчатыми (низкого и среднего давления) и многоступенчатыми (высокого давления).

Центробежные компрессоры применяют в качестве наддувочных агрегатов для двигателей внутреннего сгорания, высокона-

порных парогенераторов, высокопроизводительных холодильных установок и газотурбинных установок небольшой мощности. Осевые компрессоры используют в газотурбинных установках большой мощности и газотурбонагнетателях некоторых типов.

Поршневые компрессоры служат для получения воздуха высокого давления. По принципу действия они аналогичны поршневым насосам.

Приводом для компрессора может служить электродвигатель, турбина или двигатель внутреннего сгорания.

Теплообменными аппаратами называют устройства, служащие для передачи теплоты от более нагретого тела (жидкость или газ) более холодному.

Теплообменные аппараты различают:

— по принципу действия — поверхностные и смешительные;

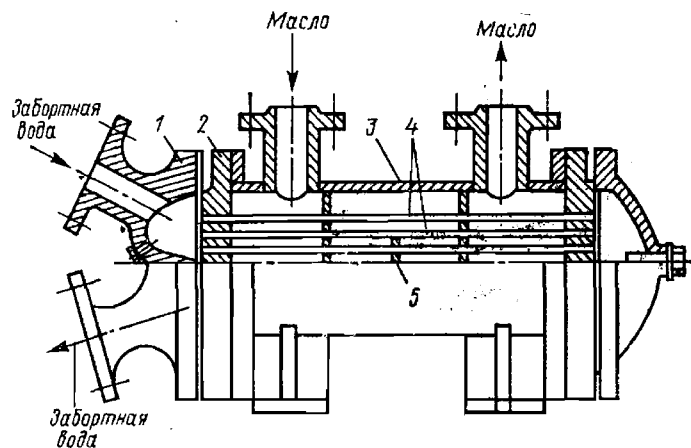


Рис. 13. Маслоохладитель.

— по назначению — конденсаторы, подогреватели, испарители, охладители, опреснители, деаэраторы;

— по характеру теплообмена — с изменением агрегатного состояния одного или обоих теплоносителей (конденсаторы) и без изменения агрегатного состояния (охладители воды, масла, топлива, топливopодогреватели);

— по схеме движения теплоносителей — прямоточные, противоточные и смешанные, а также одно- и многоходовые;

— по роду теплоносителей — паро-, водо- и масловодяные.

Назначение и конструкция конденсатора (главного) рассмотрены в § 8.

По конструкции водо-, масло- и топливopодогреватели одинаковы.

Охладители предназначены для охлаждения воды, масла и воздуха. Большое значение для нормальной работы судовой энергетической установки имеет маслоохладитель (рис. 13). Он состоит из корпуса 3, крышек 1, трубных досок 2, диафрагмы 5

и трубок 4. Поступающее в полость маслоохладителя нагретое масло омывает трубки, внутри которых циркулирует забортная вода. Для лучшего омывания трубок маслом внутри корпуса установлены диафрагмы. Нагретая забортная вода сбрасывается за борт, а охлажденное масло отводится для смазки подшипников вала вала, турбин и редуктора.

Деаэратор — теплообменный аппарат, служащий для удаления из воды растворенных кислорода и двуокиси углерода путем подогрева питательной воды парогенератора. Наиболее распространенным является безвакуумный деаэратор термомеханического типа, работающий при давлении 0,105—0,25 Па (1,05—2,5 кгс/см²). В деаэраторе мелко распыленная вода нагревается паром до точки кипения. Выделившийся воздух удаляется из аппарата. Деаэратор одновременно является подогревателем питательной воды смешительного типа.

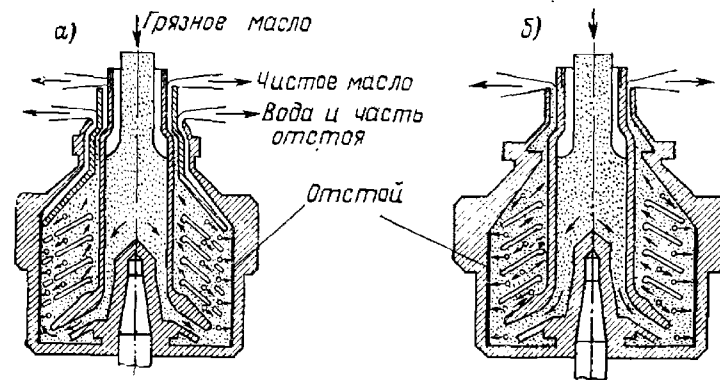


Рис. 14. Сепаратор.

Сепараторы предназначены для очистки рабочей среды (топлива, масла, пара и т. д.) от механических примесей и удаления воды. Наибольшее применение на судах нашли центробежные сепараторы. Принцип действия такого сепаратора заключается в разделении веществ (топлива, масла, воды и примесей), имеющих разную плотность, вследствие различных по величине центробежных сил, действующих на частицы. При вращении барабана более тяжелые вещества в жидкости под действием центробежной силы направляются к периферийной зоне сепаратора и затем удаляются.

Центробежные сепараторы работают в двух режимах. В режиме пурификации (рис. 14, а) из топлива (масла) выделяются грязь и вода, а в режиме кларификации (рис. 14, б) происходит только осветление топлива, т. е. очистка его от механических примесей. В режиме пурификации топливо промывают горячей водой. В зависимости от способа промывки сепараторы делят на самоочищающиеся, несамочищающиеся и соловые.

Флотационный сепаратор служит для очистки льяльных вод от загрязнения нефтепродуктами перед выбросом их за борт.

Вспомогательные парогенераторы используют для подачи пара к вспомогательным механизмам, теплообменным аппаратам, для обогрева помещений судна, мойки цистерн (на танкерах) и т. п. Парогенераторы, работающие на отработавших газах двигателей внутреннего сгорания, называют утилизационными.

К вспомогательным механизмам относят и валогенераторы. Энергия от валопровода передается валогенератору или другому механизму (компрессору, насосу) с помощью плоско-, клиноременной или зубчатой передачи. Эти механизмы нашли применение на судах с двигателями внутреннего сгорания.

§ 13. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

К вспомогательным установкам относятся водоопреснительная, испарительная, рефрижераторная и др.

Водоопреснительная установка служит для получения пресной воды из морской заборной путем нагрева ее до температуры выше 100°C . Пар, конденсируясь, превращается в пресную воду. По принципу действия испарительная установка аналогична водоопреснительной. Различие состоит в том, что в опреснительной установке получают питьевую и мытьевую воду, а в испарительной — питательную воду для парогенераторов. Кроме того, в опреснительной установке заборная вода подвергается выпариванию (дистилляции) при температуре выше 100°C , а в испарительной она нагревается паром главных или вспомогательных парогенераторов (на судах с двигателями внутреннего сгорания — теплотой охлаждающей воды) до температуры ниже 100°C .

На судах широкое применение нашли многоступенчатые опреснительные (испарительные) установки, как более экономичные по сравнению с одноступенчатыми. Производительность этих установок составляет 2—20 т/ч.

Рефрижераторные установки служат для искусственного понижения температуры и ее поддержания в заданном режиме в помещениях, где хранятся продукты, а также для приготовления льда и кондиционирования воздуха. В качестве рабочего вещества (хладагента) в холодильной установке используют различные жидкости и газы, кипящие при низких температурах и давлениях. В судовых холодильных установках наибольшее применение нашли аммиак, фреон-12, фреон-22, фреон-142 и углекислота.

По принципу работы холодильные установки делят на компрессорные и абсорбционные.

В абсорбционной установке используют бинарные смеси, которые состоят из компонентов с различными температурами кипения. Например, в водоаммиачной смеси (хладагент — аммиак, абсорбент — вода) разность температур кипения составляет 133°C . Работа этих установок основана на свойстве аммиака интенсивно поглощаться водой. В последнее время в качестве хладагента применяют воду, а в качестве абсорбента — бромистый литий. Такие установки используют в системах кондиционирования воздуха.

На судах распространены компрессорные холодильные установки с фреоновыми и аммиачными компрессорами (поршневыми,

центробежными, винтовыми и ротационными). Помимо них в состав компрессорной установки входят конденсатор, испаритель, терморегулирующие клапаны (ТРВ), реле давления (РД), милливольтметр (МВ) и другие элементы.

В холодильной (рис. 15) фреоновой установке пары фреона сжимаются компрессором 3 до давления $400\text{--}800\text{ кН/м}^2$ ($4\text{--}8\text{ кгс/см}^2$) и через маслоохладитель 2 подаются в конденсатор 1. В конденсаторе фреон охлаждается и превращается в жидкость. Жидкий фреон через теплообменный аппарат 4, фильтр-осушитель 5 и соленоидный клапан 9 поступает к терморегулирующим клапанам 10, которые служат для регулирования количества фреона, подаваемого по трубам 8 в испарительные батареи 6, и его дросселирования. В результате дросселирования

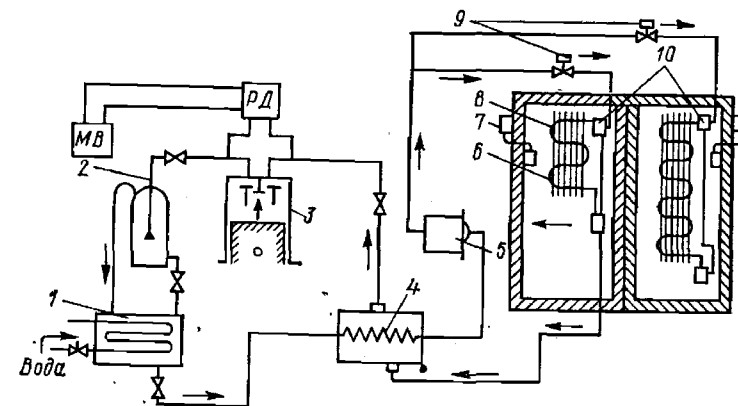


Рис. 15. Схема холодильной фреоновой установки.

давление фреона понижается до $30\text{--}100\text{ кН/м}^2$ ($0,3\text{--}1,0\text{ кгс/см}^2$). Образовавшаяся парожидкостная смесь кипит в трубах испарительных батарей, превращается в газ и при этом отбирает теплоту от воздуха. Газообразный фреон, проходя через теплообменный аппарат 4 отдавая часть теплоты жидкому фреону, отсасывается компрессором, сжимается, и цикл повторяется. Температурный цикл контролируется с помощью термодатчиков 7.

По принципу действия и получения холода аммиачные установки аналогичны фреоновым.

§ 14. СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Судовыми устройствами называют совокупность механизмов и приспособлений, которые служат для обеспечения судну требуемых эксплуатационных качеств.

Судовые устройства делят на общие и специальные. К общим относят рулевое, якорное, швартовное, шлюпочное, грузовое (грузоподъемное), буксирное, леерное и тентовое устройства.

Специальные устройства зависят от типа и назначения судна. Так, например, отдельные суда оборудуют промысловыми устройствами для лова и обработки рыбы, вертолетными, а также устройствами для передачи топлива и грузов на ходу судна и т. д.

Привод механизмов может быть электрическим, гидравлическим, электрогидравлическим, дизельным или паровым.

Рулевое устройство (рис. 16) предназначено для обеспечения управляемости судном. В состав рулевого устройства входят: руль 6, привод руля 3 и рулевая машина 1. Руль вращается вокруг вертикальной оси, воспринимает давление потока воды и изменяет направление движения судна. Он состоит из пера руля — пластины, непосредственно воспринимающей давление воды, петель для крепления руля к корпусу судна и замка, соединяющего перо руля с баллером. Вертикальный стержень, к которому крепят горизонтальные ребра пера руля, носит название рудерписа. Баллер 4 представляет собой вал и служит для поворота пера руля. Опорами баллера в корпусе судна служат подшипники.

Баллер руля входит в кормовой подзор через гелмпортную трубу 5, которая одновременно обеспечивает водонепроницаемость корпуса судна. Румпель 2 (сектор) — рычаг, предназначенный для создания вращающего момента на баллере руля.

Рулевые приводы передают усилия от рулевой машины к баллеру, поворачивая его в требуемом направлении. В судостроении применяют следующие приводы:

- румпельно- или секторно-штуртросовые (т. е. с гибкой связью);
- секторные;
- винтовые электрические (т. е. с жесткой связью);
- электрические румпельно-секторные;
- электрогидравлические.

На каждом судне должно быть три привода: основной, запасной и аварийный.

В зависимости от положения относительно оси вращения рули различают:

- простые (обыкновенные) — перо руля полностью расположено в кормовой части;
- балансирующие — перо разделено на две части, причем большая часть находится в кормовой части;
- полубалансирующие аналогичны балансирующим, но имеют балансирующую часть не по всей высоте пера руля.

Рулевая машина предназначена для создания усилия на баллере руля для его поворота. Рулевая машина приводится в действие электрогидравлическими, электрическими или гидравлическими

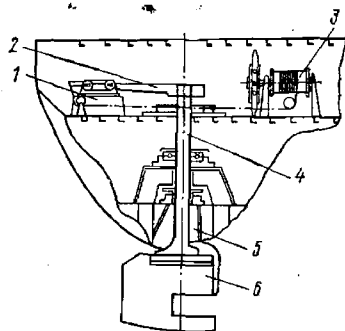


Рис. 16. Рулевое устройство

скими двигателями. Мощность рулевой машины выбирают из расчета перекладки руля на угол до 35° с борта на борт за 30 с.

Рулевой привод управления служит для связи поста управления судна с пусковым механизмом рулевой машины, в состав которого входит ограничитель углов поворота руля и сектора (или румпеля). Посредством рулевого тормоза производится неподвижное закрепление руля. Контрольные приборы следят за положением рулей и действием всего рулевого устройства.

Характеристики типизированного ряда рулевых плунжерных электрогидравлических машин представлены в табл. 9.

Якорное устройство предназначено для обеспечения надежной стоянки судна в различных условиях эксплуатации. В состав якорного устройства входят:

- шпиль (рис. 17, а) и брашпили (рис. 17, б) для подъема и спуска якоря;
- якоря, обеспечивающие надежное крепление якорного каната к грунту;
- якорные цепи;
- якорные клюзы — приспособления в корпусе судна, предназначенные для направления движения якорной цепи и хранения якоря во время движения судна;
- стопоры, обеспечивающие крепление якорной цепи;
- цепной ящик для хранения якорных цепей;
- глаголь-так — механическое приспособление для быстрой отдачи якорных цепей.

Шпиль имеют вертикальные рабочие валы 5, соединенные фланцами 2, а брашпили — горизонтальные валы. По типу привода двигателя 1 шпиль и брашпили делят на электрические, электрогидравлические и гидравлические. В зависимости от калибра* и тягового усилия цепей применяют брашпили серии Б (от Б-1 до Б-11), имеющие нормальную (не менее 10 м/мин) скорость вытравливания якоря, и серии БР с пониженной скоростью (не менее 7 м/мин) вытравливания якоря (Б-1Р, Б-2Р, Б-3Р). Шпиль бывает одно- и двухшпильный.

Отдача якоря происходит за счет собственной массы якоря и якорной цепи. Во избежание разгона брашпили снабжены ленточным тормозом 7. На оси звездочек 4 брашпили установлены турочки-барабаны 6 для наматывания швартовного троса. Вал звездочек приводится во вращение через редуктор 2 и шестерню 3. Цепь охватывает звездочки на 130° .

Вместо шпиль и брашпиль устанавливают якорно-швартовные лебедки с электрическим приводом, что исключает необходимость в швартовых выюшках. Лебедки могут работать как с цепями, так и с тросами.

Швартовное устройство предназначено для крепления судна к причальным сооружениям и другим судам. Основными элементами этих устройств являются:

- швартовы — гибкие связи в виде стальных проволоочных, растительных канатов или канатов из искусственных волокон, предназначенные для соединения судна с берегом или судном;

* Минимальный диаметр сечения звена в местах соединения называется калибром. Различают якорные цепи малого (до 28 мм), среднего (до 46 мм) и крупного (от 49 и выше) калибра.

Таблица 9

Технические характеристики электрогидравлических
рулевых машин

Тип ма- шины	Номи- нальный крутящий момент, кН·м	Номи- нальное давление в ци- линдре, МПа	Масса рабочей жидкости в гидро- системе, кг	Масса *, кг	Габариты, мм		
					Длина	Ши- рина	Вы- сота
P-9	40	7	180	$\frac{1\ 425}{1\ 605}$	2 210	1 565	1 000
P-10	—	10	180	$\frac{1\ 455}{1\ 635}$	4 440	1 075	1 090
P-11	63	10	180	$\frac{2\ 510}{2\ 690}$	3 240	1 520	1 305
P-12	—	10	180	$\frac{2\ 440}{2\ 620}$	5 600	1 100	915
P-13	100	10	200	$\frac{3\ 170}{3\ 370}$	3 600	1 700	1 365
P-14	—	10	200	$\frac{3\ 150}{3\ 350}$	6 250	1 100	915
P-15	160	10	250	$\frac{4\ 750}{5\ 000}$	3 390	2 020	1 310
P-16	250	10	300	$\frac{6\ 450}{6\ 750}$	3 760	2 190	1 510
P-17	400	10	550	$\frac{9\ 900}{10\ 450}$	4 380	2 550	1 875
P-18	630	10	600	$\frac{14\ 150}{14\ 750}$	5 090	2 980	1 745
P-19	800	10	900	$\frac{18\ 600}{19\ 500}$	5 490	3 273	2 000
P-21	1 250	10	1 300	$\frac{25\ 400}{26\ 700}$	6 200	3 680	1 135

* В числителе указана масса сухой машины, в знаменателе — ма-
шины в рабочем состоянии.

— кнехты — металлические (стальные или чугунные) тумбы для закрепления на них швартовов;

— киповые планки, роульсы и клюзы — приспособления, обеспечивающие определенное направление движения швартовов и предохраняющие их от перетираания;

— швартовные механизмы для подтягивания судна на швартовах;

— вьюшки — вращающиеся барабаны для хранения швартовов;

— краны и привальные брусья — приспособления для предохранения судна от повреждений во время швартовки.

Швартовные механизмы — шпиль, брашпиль и лебедки — аналогичны по конструкции якорным. Так, электрический однопалубный швартовный шпиль отличается от якорного лишь отсутствием цепной звездочки и тормоза. Баллерный швартовный шпиль в отличие от якорного вместо вертикального баллера в головке шпиль имеет электродвигатель, выполняющий функции привода.

По тяговому усилию различают малые швартовные механизмы [до 15 кН (1500 кгс)], средние [до 50 кН (5000 кгс)] и крупные [более 50 кН (5000 кгс)].

Швартовные лебедки бывают обыкновенные и автоматизированные. Тяговое усилие последних — 32—125 кН (3,2—12,5 тс),

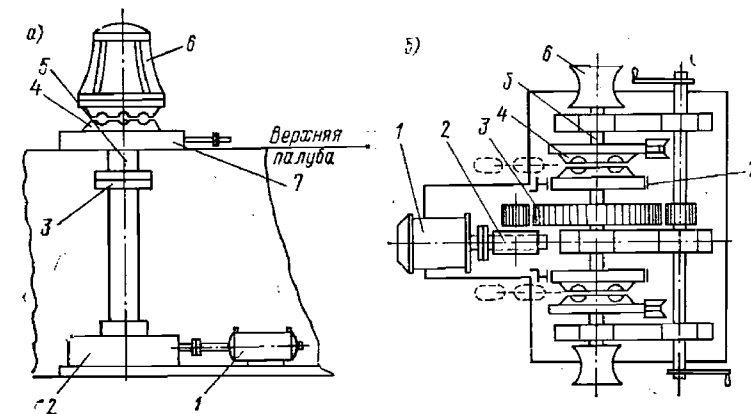


Рис. 17. Палубные механизмы.

длина троса — 100—250 м, скорость его выбирания — 12—16 м/мин.

С помощью грузовых устройств производят погрузо-разгрузочные работы на судне. В зависимости от перевозимых грузов используют различные грузовые устройства: со стрелами, кранами, смешанные (со стрелами и кранами), транспортеры и лифты. Наибольшее применение нашли смешанные грузовые устройства.

Грузовое устройство состоит из металлоконструкций, механизмов, такелажа и деталей для передачи усилий и осуществления кинематической связи. К металлоконструкциям относятся фундаменты, мачты, стрелы, предназначенные для восприятия нагрузок и передачи их корпусу судна.

К грузовым механизмам следует отнести лебедки, как правило, электрические.

Стальные и растительные тросы и приспособления для крепления и установки этих тросов составляют такелаж. Съёмными деталями являются гаки, блоки, вертлюги, скобы, талрепы, патроны и др.

Таблица 10

Технические характеристики судовых кранов

Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Скорость поворота, об/мин	Скорость подъема груза, м/мин
1,6	3,5—14	1,4—2	25—40
3,2	4—14	1,4—2	40
5—3,2	4—16	1,2—2	25—40
8—3,2	4,5—18	0,5—1	15—40

Таблица 11

Технические характеристики судовых мостовых кранов типа КЭМ

Характеристика	КЭМ-1	КЭМ-2
Грузоподъемность, т	3,2	5
Скорость, м/мин:		
подъема груза	—	3±0,15
передвижения моста	7+0,3	7±0,3
Мощность электродвигателя, кВт	2,4/2,4	4,4/2,4
Размеры, мм:		
длина	2200—5350	3400—4950
ширина	1405	1485
высота	1695	1840
Масса, кг	2050—2600	3670—3960
Род тока	Переменный трехфазный, 50 Гц, 380 В	
Примечание. Высота подъема груза 10 м.		

Характеристики судовых поворотных кранов с электроприводом даны в табл. 10.

Специализированные суда оборудуют транспортерами, элеваторами*, лифтами, грузовыми механизмами непрерывного действия. Все большее применение находят пневматические и гидравлические перегружатели, в состав которых входят мощные насосы и трубопроводы.

На судах, оборудованных главными двигателями большой мощности, для проведения периодических осмотров и ремонта в машинных отделениях устанавливают мостовые краны.

* Элеваторы представляют собой непрерывно движущуюся ленту, но в отличие от транспортеров перемещают грузы в направлении, близком к вертикальному.

Широкое применение нашли электрические мостовые краны КЭМ-1 и КЭМ-2, основные характеристики которых представлены в табл. 11. Особенности конструкции этих кранов являются:

- повышенная надежность работы;
- наличие реечного привода моста и тележки, что обеспечивает нормальную работу при крене и дифференте судна до 5°;
- возможность тормозного спуска поднятого груза на ручном управлении при аварийном отключении электродвигателя;
- безопасность управления.

Грузовые лифты на транспортных судах способны поднимать груз до 5 т на высоту до 45 м при скорости движения 0,5 м/с. Для открытия и закрытия крышек грузовых люков и трюмов на судах применяют механизированные люковые закрытия.

Передачу грузов с одного судна на другое в море осуществляют с помощью специального грузового устройства двумя способами: кильватерным и траверзным.

Шлюпочное устройство служит для спуска и подъема шлюпок и катеров. В состав шлюпочного устройства входят шлюпбалки, шлюпочные лебедки и приспособления для хранения шлюпок по-походному. Шлюпбалки различают гравитационные, поворотные (радиальные) и заваливающиеся. Шлюпочные лебедки отличаются от швартовых и буксирных только меньшими габаритами. Шлюпки бывают деревянные, металлические и пластмассовые (62 типоразмера), грузоподъемностью 2—13 т, длиной 5—10,5 м, и позволяют вмещать 10—110 чел.

Буксирное устройство, предназначенное для буксировки судна, включает в себя кнехты, битенги (стальные одиночные трубы с крестовиной), тросы, клюзы, полуклюзы и буксирные лебедки.

На специальном буксирном судне для снятия судов с мели и ограничения перемещения буксирного троса при буксировке устанавливают поперечный двойной битенг. Для защиты оборудования, расположенного в корме или на верхней палубе, от буксирного троса служат буксирные полуарки. Для подачи буксирных тросов предусмотрены проводники из капронового каната. Подачу проводников производят с помощью линеметателей типа АЛ-1Т.

Леерное устройство предназначено для ограждения открытых палуб и т. п. Его изготавливают из стальных труб или тросов.

Тентовое устройство защищает людей от палящих лучей солнца и атмосферных осадков и представляет собой парусиновое полотнище, натянутое между тентовыми стойками.

Мачтовое устройство (рангоут) служит для несения средств сигнализации и связи, а также для поддержания грузовых стрел (на грузовых судах).

§ 15. СИСТЕМЫ СУДОВЫЕ И СИСТЕМЫ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Системы делят на две основные группы: системы судовые и системы судовых энергетических установок (табл. 12).

Системы судовые — совокупность специализированных трубопроводов, механизмов, аппаратов, приборов и устройств, резер-

Таблица 13

Классификация систем

Группа систем	Системы
	Системы судовые
Трюмные	Осушительная, водоотливная, очистки трюмных вод
Балластные	Балластная, дифферентная, креповая, замещения
Пожарные	Пожарная, водяная, водяных завес, орошения, водораспыления, затопления, спринклерная, парового пожаротушения, пенотушения, объемного химического тушения, углекислотного пожаротушения, инертных газов, ингибиторная, порошкового пожаротушения
Обитаемости	Обитаемости
Водоснабжения	Пресной питьевой, мытьевой и бытовой заборной воды
Сточно-фановая	Сточная, фановая, шпигатов открытых палуб
Хозяйственного пароснабжения, обогрева и пропаривания	Хозяйственного пароснабжения, подогрева жидкостей, пропаривания танков и цистерн
Микроклимата	Вентиляции, кондиционирования воздуха, круглогодичного кондиционирования воздуха, летнего кондиционирования воздуха, зимнего кондиционирования воздуха, регенерации воздуха, газового контроля, парового отопления, водяного отопления
Холодильные	Хладоносителя, хладагента
Охлаждения судового оборудования	Охлаждения судового оборудования
Сжатого воздуха	Сжатого воздуха высокого, среднего и низкого давления
Гидравлики	Гидравлики
Спасательных судов	Грунторазмыва, грунтоотсоса, водоотливно-спасательная, сжатых газов и смесей
Наливных судов	Грузовая, зачистная, газоотводная
Промысловых судов	мойки танков, орошение танков Рыбьего жира, растительного масла, тузлука, рыболодачи, производственной пресной воды, производственной заборной воды, производственной канализации, производственного пароснабжения

Продолжение табл. 12

Группа систем	Системы
	Системы судовых энергетических установок
Паровые	Главного пара, вспомогательного пара, отработывающего пара, продувания, уплотнения сальников и отсоса пара
Конденсатно-питательная	Конденсатно-питательная
Топливная	Топливная
Масляная	Масляная
Водяного охлаждения	Охлаждения заборной и пресной воды
Воздушно-газовые	Воздушно-газовые, подачи воздуха для горения, газовыпуска, дымоходов

вуаров, баллонов, цистерн и т. д., предназначенных для выполнения определенных функций обеспечения эксплуатации судов.

Системы судовых энергетических установок — совокупность трубопроводов, механизмов, аппаратов, приборов и устройств, резервуаров, баллонов, цистерн и т. д., предназначенных для выполнения определенных функций обеспечения эксплуатации судовой энергетической установки.

Трубопровод судовой — совокупность труб, арматуры, приборов, фасонных частей, деталей соединения, крепления и защиты труб от повреждения, предназначенная для транспортировки жидких, газообразных и многофазных сред, а также передачи давления и звуковых волн.

В состав каждой системы входят:

- сеть трубопроводов с арматурой и контрольно-измерительными приборами;
- емкость для хранения рабочей среды (цистерны, баки, баллоны и т. п.);
- механизмы для перемещения рабочей среды (насосы, компрессоры и т. д.);
- сепараторы, деаэраторы, испарители, конденсаторы, фильтры и др.

Трубы для систем изготовляют из различных материалов (табл. 13). Каждая труба характеризуется геометрическими параметрами (диаметр, толщина стенки и длина), условным давлением и условным проходом.

Под условным давлением понимают наибольшее допускаемое давление, которое зависит от материала трубы и температуры рабочей среды.

Пробное давление — предельно допустимое давление, которое выдерживает труба при кратковременном испытании (табл. 14). Испытания труб пробным давлением производят до ввода в эксплуатацию систем.

Таблица 13

Материал труб для систем

Трубы	Материал
Бесшовные и электросварные из углеродистой стали	Сталь 10; 20
Бесшовные из низколегированной стали	15ХМ
Из коррозионно-стойких сталей	08Х18Н10Т
Стальные вологазопроводные (черные и оцинкованные)	Ст. 3сп
Медные бесшовные (тянутые и холоднокатаные)	МЗр
Медно-никелевые бесшовные	МНЖ5-1
Латунные (тянутые и холодно-тянутые)	Л63, ЛАМШ77-2-0,06
Бесшовные из алюминия и алюминевых сплавов	АЛ1; АМг2, АМг3; АМг5В
Бесшовные биметаллические (сталь + медь)	Сталь 10 + МЗр; 12ХНЗА + МЗр
Титановые	1М; 7М; 3В
Футерованные пластмассами	Сталь 10 + П404-А; сталь 20 + П203-18
Полиэтиленовые	П400-0; П2003К; П2006Т-III

Таблица 14

Нормы пробных гидравлических давлений, МПа

Трубопроводы и системы	Для судов, строящихся по правилам	
	Морского Регистра СССР	Речного Регистра СССР
Трубопроводы: свежего пара и продувания отработавшего пара, парового отопления	1,5р + 0,35 1,25р	
перекачивающие, пресной воды, обогрева цистерн	2р	2р (не менее 0,8)
наливные и приемные перекачивающие	0,4	2р
напорные перекачивающие	1,25р	2р
циркуляционные ГТЗА	2р (не менее 0,4)	—

Продолжение табл. 14

Трубопроводы и системы	Для судов, строящихся по правилам	
	Морского Регистра СССР	Речного Регистра СССР
Системы: мытьевой, питьевой и забортной воды; водоотливная, осушительная, креновая, дифференциальная, балластная, затопления охлаждения пресной и забортной воды; конденсатные и приемные питательных насосов, приемные топливные сточные и шпигатов открытых палуб топливные напорные	1,25р Наливом 2р	Не менее 0,4
Примечание р — рабочее давление.		

Таблица 15

Диаметры и условные проходы труб

Условный проход, мм	Наружный диаметр труб, мм	
	стальных	медных
3	6	6
6	10	9; 12; 14
10 (3/8")	14	14; 15; 16
15 (1/2")	17; 22	18; 22
20 (3/4")	25; 28	24
25 (1")	32	28; 32
32 (1 1/4")	38; 40	35; 36; 38; 40
40 (1 1/2")	45	45; 46
50 (2")	47	55; 60
60	70	65; 70
70 (2 1/2")	76	75; 80
80 (3")	89	85; 90
100	108; 114	105; 110
125	133; 140	130; 135
150	159; 168	155; 160
175	194	181; 185
200	219; 245	206; 210

Условный проход, мм	Наружный диаметр труб, мм	
	стальных	медных
250	273; 290	258; 260
300	325; 351	307; 310
350	377	357; 310
400	426	—

Примечание. В скобках указан диаметр резьбы водопроводных труб в дюймах.

Под условным диаметром арматуры и соединительных деталей понимают их внутренний диаметр. Условный диаметр труб может не соответствовать их внутреннему диаметру из-за различной толщины стенок (табл. 15).

Соединения (рис. 18) труб между собой, с арматурой, механизмами, аппаратами и другим оборудованием различают: фланцевые, штуцерные, муфтовые, рукавные и сварные. Сварные соединения относятся к неразъемным*, остальные — к разъемным.

Фасонные части — детали, предназначенные для разветвления линии трубопроводов, изменения направления движения рабочей среды и обеспечения непроницаемости судовых конструкций.

К основным фасонным частям относятся отводы (колена), угольники, тройники, четверники, кресты, стаканы, полустаканы, напленки, приварыши, вварыши, патрубки (переходные, распределительные, амортизационные) и отростки.

В состав трубопроводов включают компенсаторы для устранения деформаций при нагреве и амортизации динамических и вибрационных нагрузок. Компенсаторы делят на трубчатые, линзовые, сильфонные и сальниковые.

Крепление труб к корпусным конструкциям и между собой осуществляется с помощью опор и подвесок. Опоры бывают неподвижные и подвижные, а подвески — жесткие, пружинные и талрепные.

Трубопроводной арматурой (табл. 16) называют различные устройства и изделия, предназначенные для управления движением, распределением и регулированием транспортируемой среды (газ, жидкость).

К клапанной арматуре относят:

- клапаны запорные, невозвратно-запорные, дыхательные, предохранительные, дроссельные, редукционные, перепускные, манометровые;
- рожки;

* Условно неразъемными соединениями считаются соединения труб, выполненные посредством клея, анатерма и др. Разборка таких соединений осуществляется с помощью нагрева специальными приспособлениями (нагревателями).

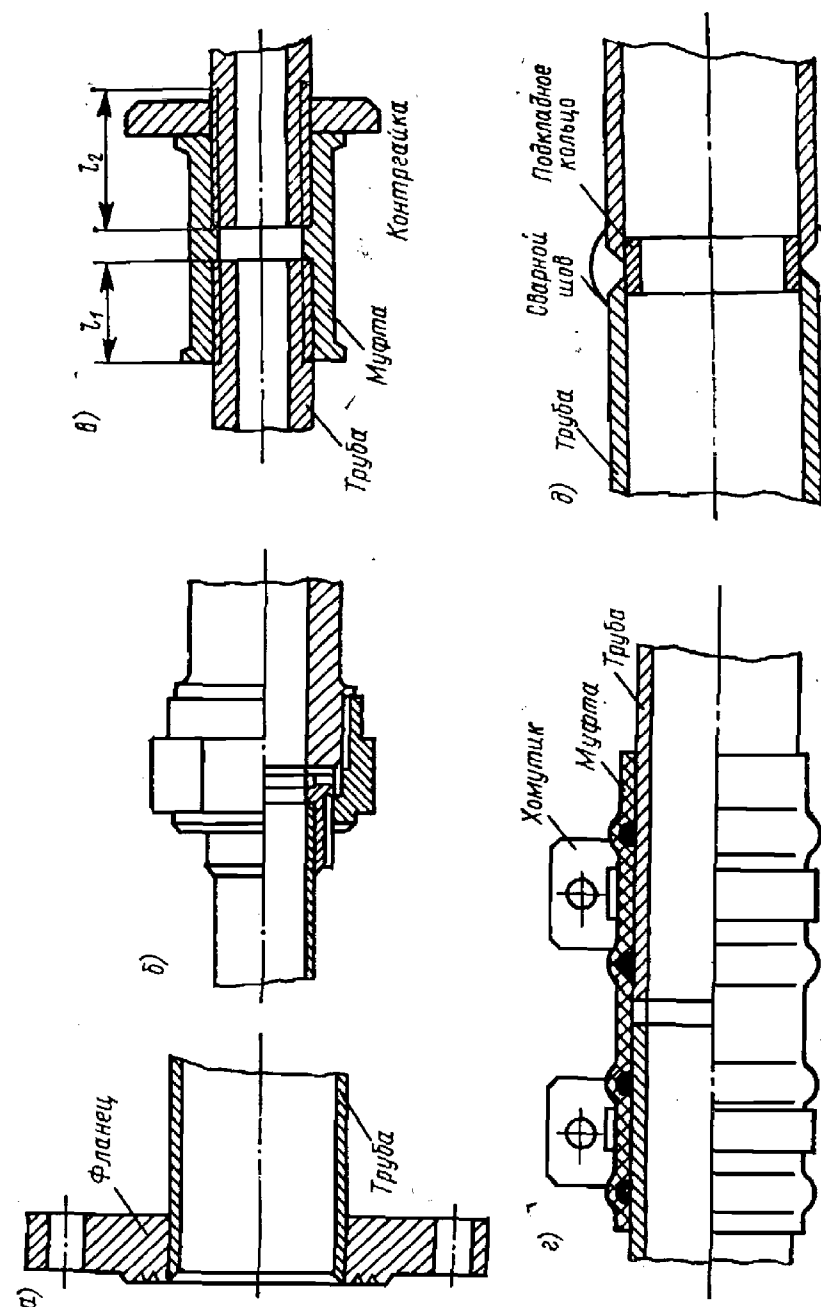


Рис. 18. Соединения труб: а — фланцевое; б — штуцерное; в — муфтовое; г — штуцерное; д — рукавное; е — неразъемное.

- коробки клапанные;
- кингстоны;
- краны, задвижки, захлопки, заслонки;
- головки газогазонепроницаемые, грибовидные и запорные.

Таблица 16

Классификация трубопроводной арматуры

Тип классификации	Наименование арматуры
По запирающему элементу	Клапанная, краны, задвижки, захлопки, заслонки, золотниковая
По способу соединения	Фланцевая, хомутовая, штуцерная, рукавная, цапковая, муфтовая, приварная
По конструкции корпуса	Прходная, угловая, трехходовая, многоходовая
По способу уплотнения штока	Сальниковая, бессальниковая с самоуправлением и герметизацией
По типу привода	С ручным, паровым, гидравлическим, пневматическим, электро- и электромагнитным приводом

Краны бывают проходные, трехходовые, расходные, пробные, манометровые и манипуляторы.

Задвижки делят на клинкетные и шиберные, захлопки — на газогазонепроницаемые, противопожарные и путевые, заслонки — на дроссельные, жидкостные и вентиляционные.

К прочим изделиям относят:

- грязевые коробки для грубой очистки топлива, масла и воды от механических примесей;
- решетки (приемная и сточная) и сетки для защиты приемных трубопроводов и механизмов от засорения;
- колонки указательные, гуськи воздушные, втулки (наливная и измерительная), воронки, ключи, пробки и т. д.

§ 16. ТРУБЫ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ

Для транспортирования различных жидких и газообразных сред с большими значениями условных давлений применяют, как правило, трубы малых диаметров. Изготовление таких труб осуществляют на специализированных участках монтажного цеха.

Прокладка трассы трубопроводов производится согласно монтажному чертежу или схеме. При пробивке трассы на судне положение труб должно строго соответствовать чертежному. Все технические требования, указанные в руководящей технической документации (чертежи, ГОСТы, ОСТы, нормалы и др.), должны быть соблюдены. Трассы трубопроводов необходимо прокладывать ярусами вдоль продольных и поперечных переборок по

наиболее короткому пути с максимально возможным количеством прямых труб и минимальным количеством соединений. Радиусы гнутых труб унифицированы:

Наружный диаметр трубы, мм	14	18	22	24	28	32	36	38	42	45	50	55	57
Радиус погиба, мм	35	45	55	70	70	70	100	100	120	120	140	160	160

Прокладываемая трасса трубопровода должна обеспечивать свободный доступ к механизмам и арматуре для обслуживания и демонтажа. Как правило, трубы малых диаметров (менее 57 мм) прокладывают после труб больших диаметров.

Шаблоны для последующей гибки трубы и установки на ней ответвительной арматуры изготовляют из стальной проволоки диаметром 6—8 мм. Гибку шаблонов производят вручную или с помощью простейшей оснастки. При этом необходимо:

- изучить монтажный чертеж системы;
- ознакомиться с помещением судна, по которому пройдет трасса системы;
- подготовить проволоку для изготовления шаблонов;
- изготовить погибы шаблонов по осям или образующим труб в соответствии с унифицированными радиусами;
- чередовать погибы труб с прямыми участками между ними, которые должны быть не менее 1,5—2 диаметров трубы;
- не допускать соединения труб над оборудованием (особенно электрическим), приборами и др.;
- выдерживать все зазоры между трубой и корпусными конструкциями, механизмами или другими трубами, особенно имеющими тепловую изоляцию.

При получении труб со склада следует обращать внимание на соответствие сертификатных данных требованиям ГОСТов, ОСТов, ТУ и другой документации, фактических отклонений по наружному диаметру и толщине стенки трубы допусковым техническим условиям или стандартами на эти трубы, а также на качество наружной и внутренней поверхностей труб. Трубы должны быть очищены, расконсервированы и термообработаны.

Перед гибкой отрезают трубу заданного размера, размечают начало и конец погибов, места приварки отростков или ответвительной арматуры. При разметке труб следует соблюдать следующие нормы припусков:

- на зажим трубы в трубогибочном станке — 1,0—1,5 наружного диаметра;
- на резку — 3—5 мм;
- на пригонку (забойной) трубы — 20—50 мм.

Гибку труб производят, как правило, холодным способом на трубогибочных станках. Следует обращать внимание на строгое соответствие оси (образующей) изгибаемой трубы шаблону. Зазор между шаблоном и трубой, а также отклонение шаблона от оси трубы наружным диаметром до 57 мм не должен превышать 5 мм.

После гибки трубы поступают на механическую обработку — вырезание отверстий под отрезки и ответвительную арматуру, раздачу, обжатие или отбортовку концов труб для установки соединений или концевой арматуры, разделку и зачистку концов труб под сварку. Сварку и пайку труб выполняют вручную, сварными полуавтоматами или автоматами.

На водогазопроводных трубах нарезают резьбу для последующего монтажа (табл. 17).

Таблица 17

Длина резьбы на трубах

Наружный диаметр труб		Наружный диаметр резьбы, мм	Длина резьбы, мм, при соединении				
дюймы	мм		с чугунной муфтой		со стальной муфтой		с угольником, тройником, крестом, футоркой дюймы
			l_1	l_2	l_1	l_2	
$\frac{3}{8}$	17	16,7	15	45	12	35	8
$\frac{1}{2}$	21,2	20,9	18	50	14	40	9
$\frac{3}{4}$	26,7	26,4	20	55	16	45	11
1	33,5	33,2	23	60	18	50	11
$1\frac{1}{4}$	42,2	41,9	25	65	20	55	13
$1\frac{1}{2}$	48	47,8	28	75	22	60	15
2	60	59,6	33	85	24	65	17
$2\frac{1}{2}$	75,5	75,2	37	95	27	75	20
3	88,5	87,9	40	105	30	85	22

Трубы для ответственных систем или сложной конфигурации после гибки направляют на судно, где их пригоняют с целью окончательного определения возможности их монтажа. При необходимости производят подгибку труб на месте.

После сварки (пайки) трубы подвергают повторной обработке с целью снятия наплывов в районе сварного шва. Перед гидравлическими испытаниями труб на прочность проверяют качество выполнения промежуточных операций (гибка, обработка отрезков, сварка).

При испытании труб на прочность давление должно строго соответствовать указанному в монтажном чертеже системы или в детальном чертеже трубы. После испытаний трубы продувают сжатым воздухом для удаления воды и на их концах устанавливают технологические (временные) заглушки.

Заключительные операции — очистку, грунтование, окрашивание и изоляцию труб — выполняют с целью защиты труб от

коррозии и повреждений, а также для теплоизоляции. По окончании этих операций трубы направляют на судно или в цех для окончательной установки.

Глава IV

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

§ 17. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В механомонтажном производстве широкое применение нашли черные, цветные металлы и их сплавы (табл. 18, 19). Сталь является железоуглеродистым сплавом, в котором содержится не более 2% углерода. В чугуне помимо железа находится от 2 до 4,3% углерода, а также постоянные примеси кремния, марганца, серы и фосфора.

По химическому составу стали делят на углеродистые и легированные, по назначению — на конструкционные, инструментальные и специальные. Углеродистые стали разделяют на низкоуглеродистые (до 0,25% C₂), среднеуглеродистые (0,25—0,6% C₂) и высокоуглеродистые (более 0,6% C₂), легированные подразделяют на низколегированные (до 2,5% легирующих элементов), среднелегированные (от 2,5 до 10%) и высоколегированные (более 10%).

К специальным сталям относятся: коррозионно-стойкие, жаропрочные, жаростойкие, теплостойкие, износостойкие, немагнитные, стали для особо низких температур и пр.

Для лопаток турбин, труб пароперегревателей, цилиндров высокого давления применяют стали марок X13, 1X13, 2X13, X18 и др. Детали и устройства, работающие при высоких температурах (более 750 °C), изготовляют из стали X6C, 3X19H9MBBT, 4X12HГ8МФБ, 4X14H14B2M (диски паровых турбин, трубы котлов, клапаны ДВС). Для деталей приборов используют немагнитные стали — 55Г9H9, 50Г18СД, Г13 и др.

Особо низкие температуры (73—173 К) выдерживают стали 1X13, 4X13, 50ХФА, 18ХНВА, X14Г14НЗТ, из которых выполняют емкости и трубопроводы для хранения и транспортировки жидкого кислорода, азота, водорода и т. д.

Многослойные (плакированные) стали состоят из нескольких слоев разных металлов. В плакированных двухслойных сталях основой является углеродистая или низколегированная сталь марок ст. 3, ст. 4, 09Г2, 10ХСНД, а плакирующим слоем — коррозионно-стойкие стали 0X13, 08X1810Т и др.

В судостроении из цветных металлов и их сплавов наибольшее применение нашли медь, титан, алюминий, баббит и их сплавы (табл. 20, 21).

Антрифрикционные сплавы на основе олова и свинца отличаются невысоким коэффициентом трения, надежностью в работе

Таблица 18

Механические свойства чугунов

Свойства	Серый СЧ	Модифицированный	Ковкий КЧ	Высокопрочный ВК
Предел прочности, МПа:				
при растяжении	120—240	280—380	300—400	400—800
» сжатии	500—850	1000—1300	До 1400	1200—2200
» изгибе	280—440	480—600	700—1200	700—1200
» кручении	220—350	370—450	350—600	450—800
Относительное удлинение, %	До 0,1	До 0,5	3—12	1,5—30
Ударная вязкость, МДж/м ²	0,1—0,15	До 0,05	0,3—1,2	0,15—1,2
Твердость по Бринеллю, МПа	1400—2410	1700—2620	1490—2010	1560—2690

Таблица 19

Механические свойства сталей

Марка стали	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел текучести при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Область применения
Ст. 3 Ст. 4	380—470 420—520	240 260	21—23 14—21	Кованые части якорей, компенсирующие звенья (клинья, сферические самоустанавливающиеся и клиновые подкладки)
ВСт.3сп 09Г2 10ХСНД	380—400 450 540—750	240 300 400	20 18 16	Детали корпусных конструкций, фундаментов
08Х18Н10Т 1Х18Н9Т	480—520 520	200 200	40 40	Трубы систем
20Л 55Л 25Л	420 600 450	220 350 240	22 10 19	Гребные винты среднего класса, якоря

Продолжение табл. 19

Марка стали	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел текучести при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Область применения
0Х17Н3Т42ТЛ 0Х16Н4Г9А ДФЛ	650 800	300 600	15 10	Гребные винты особого и высшего классов
Х18Н10Т 0Х17Н7Ю	920—1060	520—700	12	Крыльевые устройства
30ГСЛ 30Г2	600	350	14	Литые цепи якорей, штампованные цепи, якоря
Ст. 2 Сталь 10 Сталь 20	340—420 333 413	220 206 246	26—31 24 21	Сварные трубы
15ХМ 12Х1МФ	432	226	21	Трубы для систем, работающих при температуре выше 648 К

при различных нагрузках и малым механическим износом. К таким сплавам относятся баббиты (Б83, Б16, БСН) и бронзы (Бр. ОФ10-1, Бр. АМц10-2).

§ 18. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В судостроении нашли применение пластмасса, древесина, материалы на основе полиэфирных смол, резина и другие неметаллические материалы. Свойства пластмасс указаны в табл. 22.

Для транспортировки агрессивной рабочей среды температурой до 323 К (50°C) и давлением до 1 МН/м² используют полиэтиленовые трубы наружным диаметром до 315 мм.

Трубы из полиэтилена изготавливают следующих типов: Л — легкие для рабочих сред давлением до 1,5·10⁵ Н/м², СЛ — среднелегкие — до 4·10⁵ Н/м², С — средние — до 6·10⁵ Н/м² и Т — тяжелые до 1 МН/м². Полиэтиленовые трубы различают низкой (8900—9100 Н/м³), средней (9100—9200 Н/м³) и высокой (9200—9500 Н/м³) плотности. Кроме того, применяют трубы, футерованные полиэтиленом, винилпластом и пентапластом,

Таблица 20

Механические свойства цветных металлов и их сплавов

Марка материала	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Применение
МЗр	21	—	30	Медные трубы и прокладки
ЛМцЖ85-3-1	48	19	20	Крышки и корпуса масляных насосов и гайки, гребные винты, детали, работающие в агрессивных средах
ЛМц58-2	35	15	20	Детали арматуры, приварыши, штуцерные соединения, двудные втулки
Л90	22	—	30	Фланцы и бобышки, приварыши, детали штуцерных соединений
Л68	29	—	40	Переговорные трубы и трубы теплообменных аппаратов
ЛС59-1	35	—	25	Детали систем воздуха, пресной воды, масла, топлива
ЛО70-1	30	—	38	Трубные доски теплообменных аппаратов
Бр.ОЦСНЗ-7-5-1	18	—	8	Облицовка валов вспомогательных механизмов

Продолжение табл. 20

Марки материала	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Применение
Бр.ОЦ10-2	22	—	10	Детали насосов, арматуры и фильтров, облицовка валов
Бр.АМц9-2Л	50	—	15	Гребные винты
Бр.АЖ9-4	55	—	15	Детали ВРШ, арматура трубопроводов
МНЖМц30-1-1	50	—	10	Трубы теплообменных аппаратов
МНЖ5-1	26	—	30	Трубы систем
НМЖМц-28-2,5-1,5	45	—	25	Уплотнительные кольца
ВТ-5	80—45	65—58	12—25	Гребные винты, трубы, арматура, устройства, и т. д.
ВТ-6С	85—100	85	10—12	
ВТ-9	110—120	100—105	9	
ВТ-6	125—145	110—125	4—6	
АМг5В	28—26	13—11	15—12	Цистерны, надстройки и набор корпуса, листы, ленты, трубы профильные, прутки
АД1	11	—	28	
Д16	42—39	—	7—5	

способные транспортировать рабочую среду давлением до 1,6 МН/м² и температурой 263—353 К.

При монтаже систем с фланцевыми и штуцерными соединениями используют прокладки (табл. 23), материал которых зависит от рабочей среды (пар, вода, масло, топливо и др.).

Уплотнение резьбовых соединений производят льняными и пеньковыми прядями, пропитанными белилами, с помощью анаэробного материала — анатерма и фторопласта. Анатерм — вибростойкий водо- и маслбензостойкий материал. Внешний вид — вязкая жидкость, бесцветная, красная или голубая. Жизнеспособность (при температуре от 278 до 298 К) — 12 мес. Время отверждения: без активатора — 24 ч (латунь), 48 ч (сталь), 72 ч (алюминий), с активатором (независимо от материала) — 6 ч.

В качестве набивочного материала для трубопроводной арматуры применяют фторопласт, пенку и асбест (табл. 24).

Таблица 21

Механические свойства антифрикционных материалов

Материал	Скорость скольжения, м/с	Давление, МПа	Напряженность работы, МПа·м/с	Рабочая температура, К	Материал сопряженной детали	Тип смазки	Характер нагрузки
Баббит: Б88	50	4—5	75	348	—	—	Ударная, спокойная
Б83 БН Б16	40 30 20	2,5—4 2—2,5 2,5	50—75 20—30 20	343	Сталь	Масло	Спокойная
Бронза: Бр.ОФ10-1	5	6—8	30—40	333	Сталь	Масло	Ударная, спокойная »
Бр.АМц10-2 Бр.АЖ9-4	3 2	5 3,5	10 7	333	Сталь	Масло	Спокойная
Латунь: ЛМцЖ55-3-1 ЛС59-1	3	5 1,5	10 1,5	333	Сталь	Масло	Спокойная
Резина	10	До 2,5	1,5—7,5	343	Бронза, латунь	Вода	Ударная, спокойная
Древесно-слоистый пластик ДСП-А, Б, В	5	20	4	343	Бронза, латунь	Вода	Спокойная
Капролон В	15	5	15	343	Бронза, латунь, сталь	Масло, вода	Ударная, спокойная

Примечание. Для действующих подшипников: 0,25—0,5 МПа, скорость скольжения—до 10 м/с, рабочая температура 313 К (для всех антифрикционных материалов).

Таблица 22

Физические и механические свойства пластмасс

Пластмасса	Плотность, мг/м³	Теплостойкость, К	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, МДж/м²
Полиэтилен	0,92	330	10—45	150—500	0,016
Органическое стекло	1,2	353	50—100	3—4	0,012
Фторопласт	2,3	520	14—315	340	0,1
Винипласт	1,4	340	40	20	0,17
Гетинакс	1,3	420	70—100	1,0	0,013
Текстолит	1,4	410	50—80	1,0	0,02
Стеклотекстолит	1,7	450	110—270	3,0	0,045—0,3

Таблица 23

Прокладки для соединений систем

Материал	Параметры среды (не более)		Рабочая среда
	Температура, К	Давление, МН/м²	
Паронит	723	5	Вода, воздух, пар, аммиак, выпускные газы, растворы кислот, солей, щелочей
Резина	273—373	1,6	Вода, масло, бензин, топливо, растворы кислот, солей, щелочей
Фторопласт	213—523	6,4	Вода, воздух, кислоты, щелочи
Фибра листовая	373	8	Воздух, инертные газы, бензин, керосин, масло, кислород, углекислота
Медь (МЗ, М1)	523	20	Воздух, пар, дизельное топливо, нефть, масло, фреон, углекислота
Сталь 05кп; 08кп; 35ХМЮА	743	6,4	Перегретый и насыщенный пар
Кожа	30	1	Вода, масло, воздух, инертные газы, бензин

Примечание. Прокладки из меди перед установкой необходимо отжечь при температуре 823—973 К с последующим охлаждением в воде.

Уплотнительные набивки

Таблица 24

Набивка	Рабочая среда	Параметры среды	
		Давление, МПа (кгс/см ²)	Температура, К (°С)
Бумажная: сухая пропитанная	Пресная вода Масло, вода мор- ская, топливо, воз- дух	0,6 (6) 2,5 (25)	} До 333 (60)
Асбестовая: пропитанная	Пар, горячая вода	4 (40)	
сухая, про- графиченная	Пар	3,2 (32)	573—673 (300—400)
Асбестопрово- лочная	Выпускные газы	10 (100)	573—673 (300—400)

Применение смазочных материалов

Таблица 25

Материал	Марка материала	Область применения
Индустриаль- ное масло: легкое	Л (велосит); Т (ва- зелиновое)	Трущиеся части точ- ных высокоскоростных механизмов
среднее тяжелое	12; 20; 30; 45; 50 —	Среднеоборотные ДВС Механизмы, работаю- щие при повышенных температурах
Дизельное ма- сло	ДП8; ДП11; Д11; ДП14	Быстроходные дизели
Турбинное ма- сло	22п; 22; 30; 46; 57	Паровые турбины
Цилиндровое масло: легкое тяжелое	11; 24 38; 52	Механизмы, работаю- щие при больших нагруз- ках и малых скоростях
Авиационное масло	МС20; МК22 МС14	Легкие двигатели Точные приборы и ап- параты
Компрессорное масло	М; Т	Компрессоры
Консистентные смазки универ- сальные	УН; УС; УТ; УНМА; УНВМ	Узлы, работающие при малых скоростях и боль- ших нагрузках (подвод смазочных масел затруд- нен или неэкономичен)

При монтаже механизмов, устройств и аппаратов устанавли-
вают компенсирующие звенья (подкладки, клинья, амортизаторы),
изготовленные из дерева твердых пород (бук, дуб, ясень),
металла (ст. 3) или из резины.

Древесно-текстолитовый пластик (ДТП) предназначен для
изготовления вкладышей подшипников скольжения механизмов,
работающих при смазке водой, дейдвудных подшипников и под-
шипников валов гидротурбин, насосов. Он стоек к ударным на-
грузкам, износостойчив, мало разбухает в воде, дешев. Его
основные компоненты — шпон и фенольное связующее.

Для уплотнения соединения служит мастика на основе шсл-
лака и свинцового глета.

Притирку и доводку клапанов производят наждачным кар-
борундовым порошком и пастой ГОИ.

Смазочные материалы применяют для уменьшения трения
между соприкасающимися поверхностями движущихся деталей
механизмов, устройств, аппаратов и т. д. Наиболее распростра-
ненными являются минеральные смазочные материалы, получае-
мые из нефти или из каменного угля (табл. 25).

Глава V

МЕХАНИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТ

§ 19. ОБРАБОТКА ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СУДОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Опорные поверхности обрабатывают после окончательной
установки и приварки фундаментов к корпусным конструкциям
судна. Наибольшее применение нашли переносные фрезерные
станки типа СПФ (СПФ-1 и СПФ-3), ГФ (ГФ-30 и ГФ-117),
ОФ-560 и МТ-196 (табл. 26).

Таблица 26

Технические характеристики переносных станков
для обработки фундаментов

Характеристики	МТ-196	СПФ-1
Размеры обрабатываемой поверхности, мм:		
ширина	450	575
длина	900	1100—4800
Частота вращения шпин- деля, об/мин	1000	100—140—200
Диаметр фрезы, мм	60—75	60—70
Габариты, м	1,32×1,275×0,55	1,55×1,44×0,86
Масса, кг	350	682—1882
Мощность электродвига- теля, кВт	1,5	1,7

Фундаменты значительных размеров под главные механизмы обрабатывают с помощью станка ГФ-30 (рис. 19). Станок состоит из двух разъемных станин 1, по которым перемещается стойка 2 с санями 3. В бабке 4, прикрепленной к боковой стороне стойки, находится ползун 5. На концах ползуна размещены фрезерная головка 7 и коробка скоростей для его подачи. Регулирование положения станка на опорных поверхностях фунда-

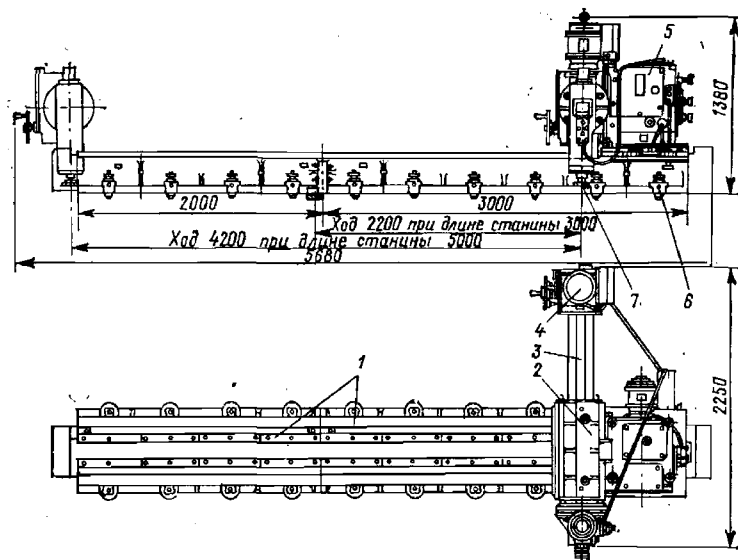


Рис. 19. Станок ГФ-30.

мента осуществляют винтовые домкраты 6, вмонтированные в станину.

Техническая характеристика станка ГФ-30

Частота вращения фрезы, об/мин . .	30—235
Число ступеней:	
скорости фрезы	10
подачи стойки	10
» ползуна	10
Предел подач, мм/мин:	
стойки	47,5—375
ползуна	44,5—375
Глубина резания при подаче 0,15 на зуб, мм	2,5
Диаметр фрезы, мм	110
Габариты, м, при станине:	
двухметровой	2,68 × 2,95 × 1,38
пятиметровой	5,68 × 2,95 × 1,38
Масса, кг, при станине:	
двухметровой	3300
пятиметровой	4500

Небольшие фундаменты круглой кольцевой формы обрабатывают станками с траверзой, а большие фундаменты — станками типа «Паук», СПГ-800, переносными агрегатными и типа ОФ (табл. 27). Последние применяют также и для растачивания отверстий и вырезания канавок в фундаментах большого диаметра.

Обработку платиков фундаментов путем фрезерования выполняют с помощью специального приспособления, основными узлами которого являются корпус с направляющими, механизм вертикального перемещения и устройства горизонтальной подачи фрезы.

Техническая характеристика приспособления

Размеры платиков, мм	250 × 550
Диаметр фрезы, мм	10
Частота вращения фрезы, об/мин	400
Мощность пневматического привода, кВт	185
Габариты, мм	875 × 730 × 710
Масса, кг	97,7

Таблица 27

Технические характеристики переносных станков

Характеристика	ОФ-560	ОФ-1200	ОФ-2000	БИП-7926	ОФ-4000
Предельный диаметр обработки, мм	300—560	400—1200	800—2000	1560—2360	2000—4000
Глубина растачивания, мм	50	125	125	100	80
Горизонтальный ход суппорта, мм	110	345	545	400	1 000
Масса, кг	550	3 000	5 500	1 840	10 400

Кронштейны, муртиры, петли ахтерштевня и дейдвудных устройств растачивают с помощью переносных расточных станков ЛР-203 и ЛР-248 (табл. 28).

Для растачивания петель ахтерштевня применяют специальные приспособления и станки (табл. 29).

Очистку опорных поверхностей судовых фундаментов и других поверхностей от ржавчины и окалины выполняют с помощью пневматических реверсивных щеток (табл. 30).

Обработку опорных поверхностей фундаментов небольших размеров и расположенных в труднодоступных местах, а также подгонку стальных клингов производят пневматическими шлифовальными машинами (табл. 31).

§ 20. ПРОВЕРКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработанные фундаменты должны соответствовать требованиям прямолинейности и плоскостности. Для определения этих показателей используют специальные проверочные линейки

Таблица 28

Технические характеристики расточных станков

Характеристика	ЛР-248	ЛР-203
Диаметр, мм: растачиваемых отверстий	300; 310	600—1200
подрезаемых торцов борштанги	400 150; 200	600—1500 300
Осевое перемещение борштанги, мм	2000	1100
Габариты, м	3,5×1,47×3,23	18,65×1,2×1,19
Масса, кг	7500	6000

Таблица 29

Технические характеристики станков для растачивания петель ахтершгевня

Характеристика	Типоразмер		
	I	II	III
Диаметр растачиваемых отверстий, мм	170—550	300—550	460—700
Длина борштанги, мм	6000	7200	5300
Частота вращения борштанги, об/мин	59	—	8—22
Продольная подача резца, мм	0,07—0,24	0,37	0,14—0,39
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	4,5	4,5

Примечание. Число одновременно растачиваемых отверстий—3.

Таблица 30

Технические характеристики пневматических щеток

Характеристика	УПЩР-1	ПРЩ-4
Частота вращения щетки, об/мин:		
при холостом ходе	4000	4500
» нормальной нагрузке	2500—3000	—
Диаметр щетки, мм	100—110	90
Габариты (без кожуха и проволочных игл), мм	370×74×119	210×170×180
Масса, кг	3,75	3,3

Таблица 31

Технические характеристики пневматических шлифовальных машин

Характеристика	ПМ-25-50	ШРТМ	ШПТ	ШМ
Тип машины	Радиальная	Торцовая	Радиальная	
Диаметр абразивного инструмента, мм	25—50	150	15	20
Тип абразивного инструмента	Абразивная головка, шлифовальный круг	Чашечный шлифовальный круг	Абразивная головка	
Мощность двигателя, кВт	0,18	1,1	0,038	0,11
Угловая скорость, рад/с:				
на холостом ходу	1600	350	6000	1700
под нагрузкой	800	320	3000	700
Расход сжатого воздуха, м³/мин	0,4	1,8	0,2	0,3
Габариты, мм	50×50×250	180×205×320	20×56×188	56×175
Масса, кг	0,9	7,5	0,44	0,6

прямоугольного и двутаврового сечения. При установке линейки на плоскость фундамента следует учитывать ее прогиб от собственной массы (табл. 32).

Таблица 32

Прогибы проверочных линеек, мкм

Длина линейки, мм	Опоры на концах линейки	Опоры в точках, отстоящих от концов линейки на 0,213 ее длины
500	1,5/1,3	0,031/0,023
1000	16/13	0,03/0,27
1500	53/43	1,1/0,9
2000	117/96	2,4/2,2
2500	327/138	4,8/4
3000	327/274	6,8/57

Для контроля плоскостности фундаментов, планок, стальных клиньев и других деталей служат проверочные плиты различных форм и размеров. Определение отклонений обрабатываемой по-

Таблица 33

Технические характеристики слесарных и рамных уровней

Группа точности	Цена деления основной амплитуды, мм/м	Предельное отклонение, мм, рабочих поверхностей от горизонтальной плоскости на длине 200 мм
I	0,02—0,05	0,003
II	0,06—0,1	0,006
III	0,12—0,2	0,012
IV	0,25—0,3	0,12

Таблица 34

Технические характеристики оптических квадрантов

Характеристика	КО-1	КО-10
Цена деления: наружной шкалы	1°	5°
сетки микроскопа	30"	10"
продольного уровня	138×85×150	150×125×220
Габариты, мм	2	3
Масса, кг		

поверхности от горизонтальной плоскости, а также уклонов при обработке фундаментов производят с помощью слесарных и рамных уровней различных групп точности (табл. 33).

Оптический уровень применяют для измерения в линейных величинах углов наклона опорных поверхностей фундаментов, а оптические квадранты КО-1 и КО-10 используют не только для измерения углов наклона плоских и цилиндрических поверхностей, но и для установки изделий на заданный угол. При определении угла наклона грубый отчет производится поворотом диска вручную, а точный — по лимбу и окулярной шкале микроскопа с ценой деления 1" (табл. 34). Более высокую точность измерений обеспечивает квадрант КО-10 (рис. 20).

Высокую точность измерения углов наклона поверхностей фундаментов дает микрометрический ватерпас.

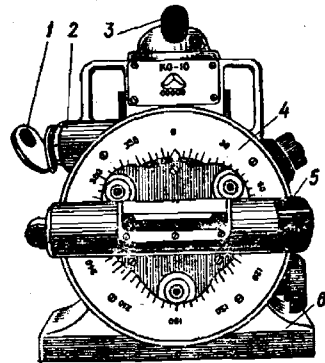


Рис. 20. Оптический квадрант КО-10.

1 — зеркало; 2 — корпус; 3 — микроскоп; 4 — поворотный диск; 5 — уровень; 6 — основание.

Прямолинейность поверхности фундаментов больших размеров, а также фундаментных рам механизмов можно установить с помощью гидростатического уровня УГС-1. Измерение основано на принципе сообщающихся сосудов, которыми служат измерительные головки, соединенные между собой гибкими прозрачными полихлорвиниловыми шлангами — водяным и воздушным. Разность уровней жидкости в головках определяется путем контакта микрооптического винта с «зеркалом воды» и отсчитывается по нониусному барабану микрометрического механизма.

Технические характеристики гидростатического уровня УГС-1

Разность измеряемых высот, мм	25
Цена деления барабана микрометра, мм	0,01
Точность измерения, мм	0,01
Площадь «зеркала воды», см ²	20
Габариты, мм	180 × 155 × 250
Масса, кг	4,4

Измерения углов в вертикальной и горизонтальной плоскостях производят с помощью теодолитов Т-2, ТБ-3 с автоколлимационным окуляром.

Оптическая струна ДП-477 предназначена для измерения и регистрации отклонений опорных поверхностей фундаментов от прямолинейности и соосности опорных подшипников. Прибор показывает отклонения с четвертой по десятую степень точности на всем интервале измеряемой длины. Он состоит из зрительной трубы с аксиконом и светящейся точечной марки. Применение аксикона исключает погрешность перефокусировки. Отсчетный барабан оптического микрометра расположен вблизи окуляра, что упрощает работу с прибором и обеспечивает удобство отсчета в процессе измерения.

Технические характеристики оптической струны ДП-477

Длина измеряемой поверхности, м	0,2—50
Отклонения, мм, при измерении:	
компенсатором визирной трубы	±0,5
микрометрами марки	±5
Цена деления отсчетного барабана, мм:	
компенсатора визирной трубы	0,001
микрометра марки	0,01
Диаметры сменных точечных диафрагм, мм	0,05; 0,1; 0,2; 0,5
Посадочные диаметры, мм:	
визирной трубы	850С
марки	40С
Увеличение:	
микрообъектива	10×
окуляра	15×
Напряжение, В	127; 220

Оптическая струна (рис. 21) состоит из двух основных узлов — светящейся точечной марки 3 и визирной трубы 7. Марку

устанавливают непосредственно на проверяемую поверхность. Трубу можно ставить вместе с маркой и отдельно от нее. В последнем случае опорные конструкции, на которых установлены труба и марка, должны быть жестко связаны между собой.

Нить лампы 1 проецируется коллектором 2 на точечную диафрагму 4. Эта часть оптической схемы образует точечную марку 3, которая перемещается по контролируемой поверхности. Марка имеет пять точечных диафрагм для измерений на разных дистанциях. Визирная труба состоит из сферического мениска 6, обладающего свойствами аксикона, и наблюдательного микроско-

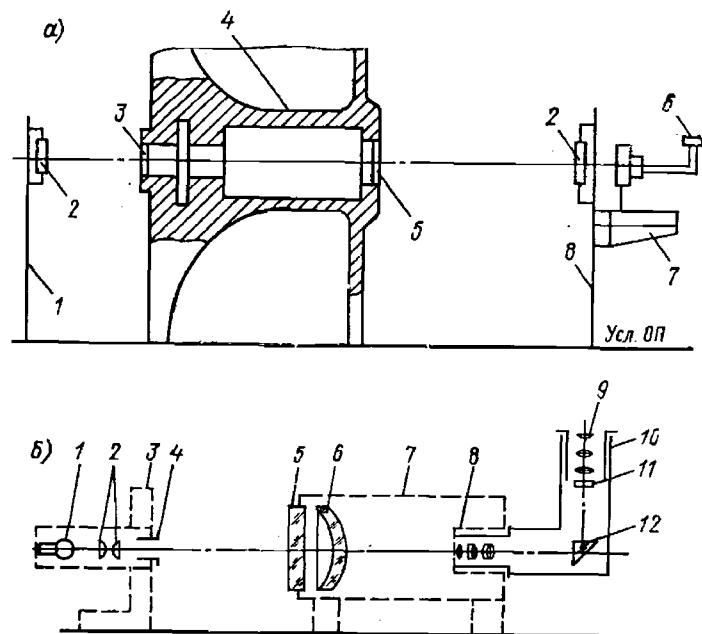


Рис. 21. Оптическая струна ДП-477 (а) и проверка параллельности с ее помощью (б).

па 10 с двумя сменными микрообъективами 8 и двумя окулярами с перекрестьем и круговыми сетками. Лучи в микроскопе преломляются с помощью призмы 12. Изображение диафрагмы 4 точечной марки 3 с тем или иным увеличением (в зависимости от расстояния) проецируется на предметную плоскость микроскопа 10, микрообъектив которого переносит изображение на плоскость окулярной сетки 11, где его можно увидеть через окуляр 9. Плоскопараллельная пластина 5 является оптическим компенсатором. Наклоны пластины позволяют измерять смещения точечной диафрагмы с оптической осью.

Принцип действия прибора заключается в следующем. Марку перемещают вдоль поверхности, и, если последняя имеет отклонения от прямолинейности, точечная диафрагма 4 смещается с

оптической оси. Это вызывает смещение изображения точечной диафрагмы в предметной плоскости микроскопа 10 и в плоскости окулярной сетки 11. Таким образом, отклонения от прямолинейности поверхности наблюдаются как смещения изображения точки относительно штриха окулярной сетки. Вращением микровинта, барабан которого имеет цену деления 1 мкм, и наклоном пластины 5 вновь смещают изображение диафрагмы со штрихом сетки и по барабану винта определяют величину отклонения от прямолинейности в данной точке.

Для проверки плоскостности опорных поверхностей фундаментов, особенно перед установкой на них крупногабаритных двигателей, применяют оптические плоскомер ИС-41М2 и прибор ППС-11.

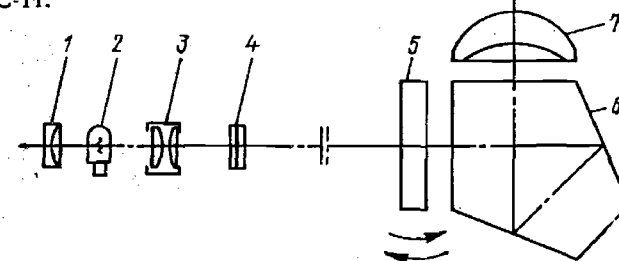


Рис. 22. Оптический плоскомер ИС-41М2.

Оптический плоскомер ИС-41М2 предназначен также для фиксирования разновысотных (реперных) отметок, например при монтаже механизмов и пробивке теоретической оси валопровода.

Технические характеристики плоскомера ИС-41М2

Размеры контролируемой поверхности м:	
по площади	15 × 15
по дальности	0,5—30
Пределы измерения отклонений, мм, микрометром:	
трубы	0—1
марки	0—10
Габариты, мм:	
трубы	280 × 280 × 520
марки	100 × 150 × 180
Масса, кг:	
трубы	20
марки	3,5

Нить лампы 2 (рис. 22) проецируется конденсором 3 на диафрагму 4. Световой поток лампы усиливается рефлектором 1.

Эта часть схемы образует марку. Визирная труба состоит из плоскопараллельной пластины 5, пентапризмы 6, объектива 7, микроскопа с микрообъективом 8, сетки 9 с перекрестием и окуляра 10. Изображение диафрагмы проецируется объективом на предметную плоскость микроскопа, а микрообъектив переносит изображение на плоскость сетки.

Для измерения величины смещения марки с визирной линией используют наклон плоскопараллельной пластины 5, являющейся оптическим микрометром визирной трубы. Излом оптической оси под углом 90° к оси вращения производится с помощью пентапризмы.

Оптический плоскомер состоит из визирной трубы, трех базовых марок и одной измерительной марки. Визирная труба (рис. 23) имеет осевую систему 2, с уровнем 11, закрепленную на неподвижном основании 4, которое установлено на трех опорах 6 с магнитной подставкой 7, регулируемых с помощью винтов 5. Вверху расположены окуляр 1 и поясик 13. Ориентировочное направление на марку определяется по шкале 12. Узел 8 включает в себя пентапризму и плоскопараллельную пластину, наклон которой осуществляется поворотом микровинта 9. С отсчетного барабана микровинта снимают показания неплоскостности (непрямолинейности). Тонкую наводку производят с помощью рукоятки 3. Величину подъема опор 6 фиксируют отсчетные барабаны 10.

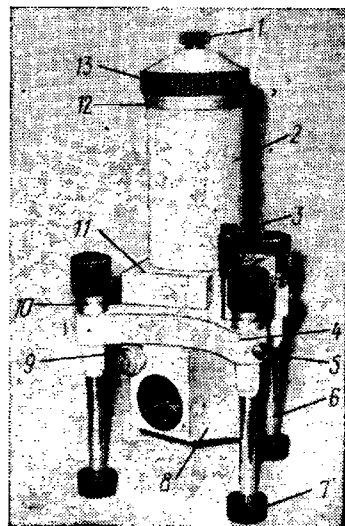


Рис. 23. Визирная труба плоскомера.

Визирную трубу с помощью регулируемых опор устанавливают по трем базовым маркам, расположенным по краям контролируемой поверхности. Плоскость, образованная вращением визирной линии и проходящая через центр диафрагм в трех базовых марках, является плоскостью сравнения и служит базой отсчета. Если расположить измерительную марку в любой точке проверяемой поверхности, то при наличии отклонений от плоскости, заданной тремя базовыми марками, в поле зрения трубы произойдет смещение изображения диафрагмы измерительной марки относительно оси перекрестия. Величину смещения измеряют микрометром трубы или марки. Отсчет снимают в момент совмещения центра изображения диафрагмы с нитью перекрестия.

Для измерений на разных расстояниях от трубы до марки используют комплект из четырех диафрагм различного диаметра:

Диаметр диафрагмы, мм	0,05	0,1	0,2	0,5
Наибольшее расстояние от трубы до марки, м	5	8	10	Более 15

В процессе измерения одного объекта производить замену диафрагм не рекомендуется.

Существует способ проверки неплоскостности опорных поверхностей фундаментов с помощью дополнительной пятой точки и линейки с индикатором (рис. 24). Линейку поочередно устанавли-

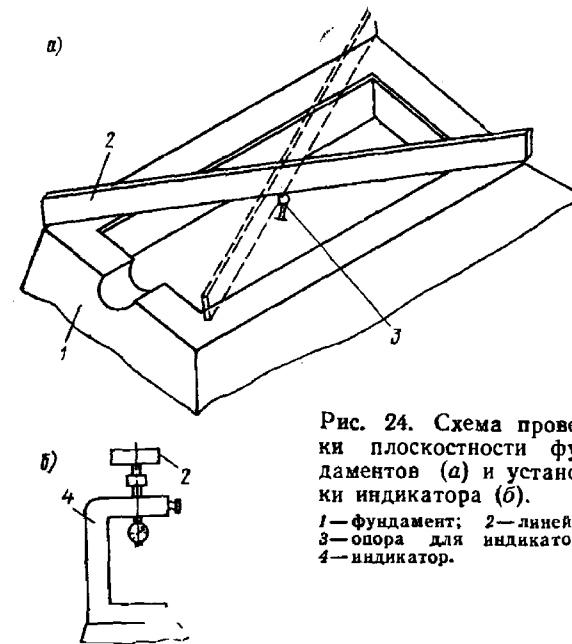


Рис. 24. Схема проверки плоскостности фундаментов (а) и установки индикатора (б).

1 — фундамент; 2 — линейка; 3 — опора для индикатора; 4 — индикатор.

ливают по диагоналям фундамента. В точке пересечения диагоналей — пятой точке — ставят опору с индикатором и фиксируют его показания при каждой установке. Удвоенная разность показаний индикатора характеризует величину неплоскостности, т. е. величину отклонения одного из углов фундамента от плоскости, образованной тремя остальными углами.

§ 21. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

В процессе монтажа механизмы и трубопроводы перемещают в вертикальном и горизонтальном направлениях с помощью домкратов, захватов, талей и приспособлений различных конструкций.

Тали различают рычажные, шестеренные и червячные (рис. 25).

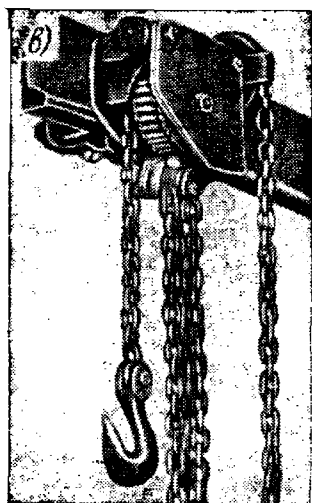
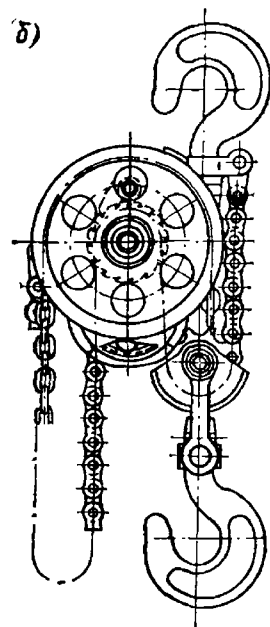
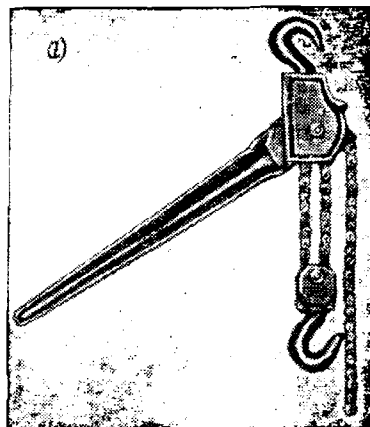


Рис. 25. Тали: а — рычажные; б — шестеренные; в — червячные.

Рычажные тали состоят из силового (неподвижного) и подвижного узлов, цепи, двух крюков, соединенных с корпусами узлов, и рукоятки. Перемещение грузов производится поворотом рукоятки на 90°. Переключение для подъема или опускания грузов выполняется перекладкой на 180° фиксатора, вмонтированного в рукоятку. Подвижный крюк свободно перемещается путем протягивания вручную цепи через силовой узел.

Технические характеристики талей

Грузоподъемность, кН . . .	5	10	15	20	30
Высота подъема груза, мм	1800	1500	2000	1250	1465
Усилие на рукоятке, Н	130	240	250	400	400
Расстояние между крюками, мм:					
минимальное	—	400	490	400	400
максимальное	—	—	—	1650	1850
Длина рукоятки, мм	—	440	432	765	750
Угол поворота рукоятки, °	90	90	90	90	90
Масса, кг	9,85	20	25,4	20	24

У шестеренных талей подъем (опускание) грузов производится с помощью колеса, приводимого во вращение тяговой цепью.

Технические характеристики шестеренных талей даны в табл. 35.

Таблица 35

Техническая характеристика шестеренных талей

Характеристика	РТК-1	РТП-2	ТМШ-3
Грузоподъемность, кН	10	20	30
Расстояние между крюками, мм	425	520	650
Масса, кг	29,4	43,9	60,2
Примечание. Высота подъема груза 3000 мм.			

Основными узлами червячных талей являются корпус с червячным механизмом, работающим от тяговой цепи, гак, соединенный грузовой цепью с корпусом, и съемный кронштейн для крепления талей к подпалубному набору. Груз поднимают как на одной ветви грузовой цепи с помощью крюка, так и на двух посредством подвески с крюком. Через червячную передачу звездочка грузовой цепи получает вращение от ручного привода, состоящего из бесконечной цепи и приводной звездочки, насаженной на вал червяка.

Технические характеристики червячных талей

Грузоподъемность, Н:	
без подвешного блока	2250
с подвесным блоком	4500
Максимальная высота подъема груза, мм:	
без подвешного блока	6000
с подвесным блоком	3000
Профиль набора, к которому крепятся тали	Тавровый, полосульбовый № 13—20
Размеры набора, мм:	
ширина полки	70—200
толщина стенки	До 16
Масса, кг	21

Гидравлические домкраты предназначены для горизонтального и вертикального перемещения механизмов. Домкрат (рис. 26, а) состоит из корпуса 3 с двумя рукоятками 4 для удобства транспортировки и установки. Внутренняя его полость служит емкостью для рабочей жидкости подъемного устройства. В нижней части корпуса смонтировано насосно-клапанное устройство 2 с рукоятками: 1 — клапана и 6 — насоса. Шток 5 подъемного устройства поднимается при нажатии в полость цилиндра насоса рабочей жидкости. При подъеме груза 250 кН на 200 мм давление масла в цилиндре составляет 120 МПа, а усилие на рукоятке — 150 Н. Масса домкрата 17 кг.

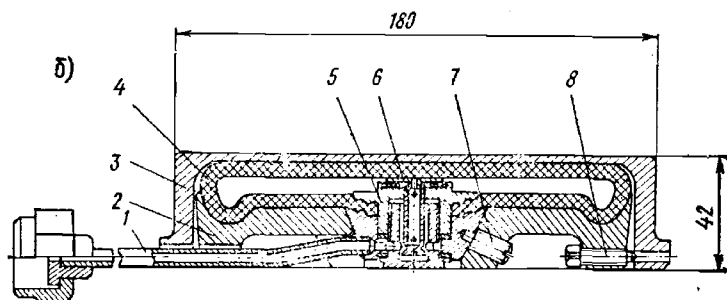
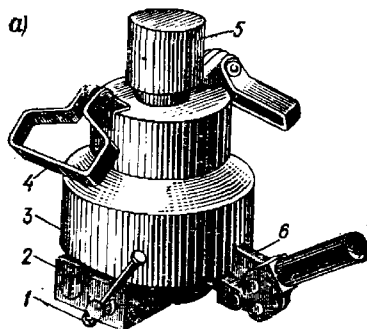


Рис. 26. Домкраты.

Малогабаритный домкрат (рис. 26, б) имеет разъемный корпус, состоящий из нижней 2 и верхней 3 половин. В корпусе помещен резиновый пакет 4, соединенный с нижней половиной корпуса и трубой 1 герметизирующим устройством 5 и винтом 7. Винты 8 удерживают домкрат в нерабочем состоянии. Жидкость от насоса подается в замкнутый резиновый пакет и поднимает верхнюю половину корпуса. Предохранительный клапан 6 на предельной высоте подъема автоматически перекрывает поступление жидкости в пакет.

Техническая характеристика малогабаритного гидравлического домкрата

Грузоподъемность, кН	540
Максимальная высота подъема груза, м	0,015
Максимальное давление рабочей жидкости, МПа	30
Рабочая жидкость	Профильтрованные масла МС, АМГ10, турбинные 22, 30, 45 и др.
Габариты, мм:	
высота	42
диаметр с трубкой	180
длина	610
Масса, кг	4,6

Гидравлический талреп состоит из силового цилиндра (корпуса), в котором перемещается поршень со штифтом ручного насоса высокого давления, вмонтированного в корпус. Шток поршня и крышка корпуса на концах имеют вилки со штырями для крепления талрепа. Возврат поршня в исходное положение осуществляется с помощью пружины и перепускного клапана. Нерабочая полость корпуса, в которую вмонтирован поршень-компенсатор, выполняет функции масляного бака. Поршень-компенсатор обеспечивает работу талрепа в любом пространственном положении.

Технические характеристики облегченного талрепа

Диаметр цилиндра, мм	70
Давление в рабочей полости цилиндра, МПа	35
Стягивающее усилие, кН	100
Ход поршня, мм	100
Усилие на рукоятке насоса, кН	220
Габариты, мм	685 × 110 × 195
Масса, кг	17,5

§ 22. ЦЕНТРОВКА И МОНТАЖ МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Для пробивки оси валопровода с помощью визирной трубы применяют мишени. Регулирующие приспособления, в которых находятся мишени (рис. 27), устанавливают в кронштейнах, мор-

тирах, опорных кольцах дейдвудных труб и наклепках. Приспособление состоит из опорного кольца 4 с четырьмя выдвижными винтами 1, которыми его закрепляют в растачиваемом узле, подвижного кольца 3 и четырех винтов 5. Подвижное кольцо с мишенью 2 перемещается с помощью винтов 1 в требуемое положение.

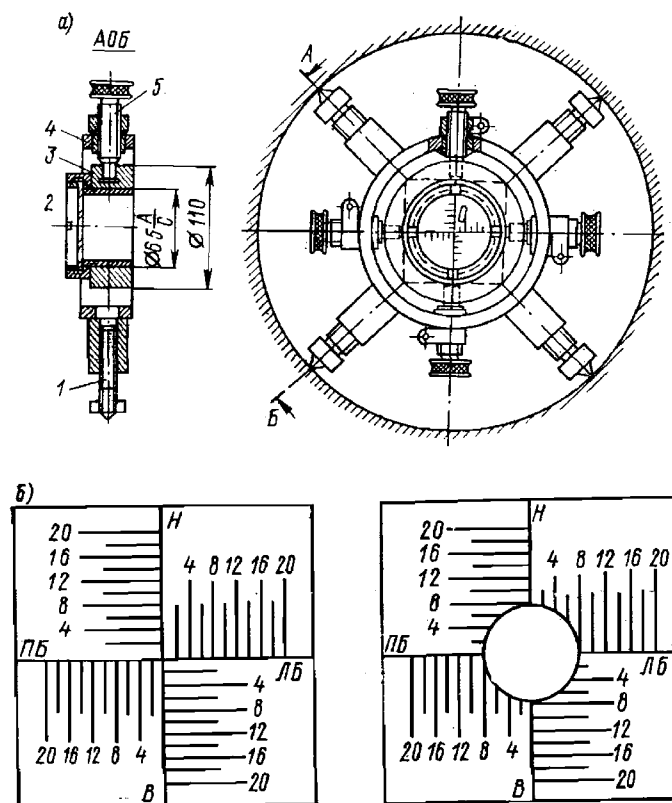


Рис. 27. Регулирующие приспособления (а) для установки мишеней (б).

Для закрепления основной мишени применяют шергени. В период центровки и монтажа главных двигателей и валопровода проверку положения корпуса судна относительно основной линии производят с помощью специальных реперов по риску на фиксаторе и делениям на установочном винте.

Оптическая труба теодолита ТТ-5 (рис. 28) предназначена для центровки главных двигателей, валопроводов, пробивки теоретической оси валопроводов и баллеров рулей. Она состоит из

цилиндрического корпуса 4 с двумя поясками. Регулирование резкости изображения производится с помощью втулки 2, расположенной на окуляре 1. Изменение фокусного расстояния осуществляется втулкой наводки 3.

Технические характеристики оптической трубы ТТ-5

Увеличение	25×
Угол поля зрения	103°
Пределы визирования, мм	От 1,5 до ∞
Диаметры посадочных поясков, мм:	
переднего	46
заднего	25
Длина, мм	140

Визирные трубы НА-1, ВТ-3 и ВТ-4 позволяют также выполнять разметку под расточку мортир и приварышей. Технические характеристики визирных труб даны в табл. 36.

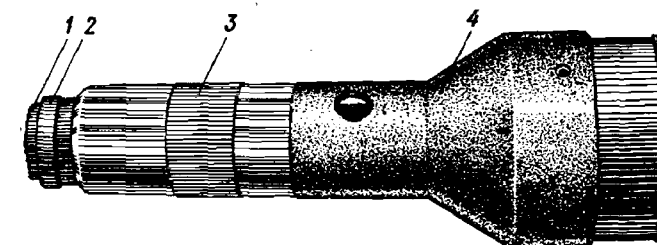


Рис. 28. Оптическая труба теодолита.

Прибор ППС-11 (рис. 29) служит для центровки главных двигателей, валопроводов, пробивки теоретической оси валопровода и баллеров рулей при диаметре валов более 300 мм и рас-

Таблица 36

Технические характеристики визирных труб

Характеристика	НА-1	ВТ-3	ВТ-4
Увеличение	44×	25,3×	25×
Фокусное расстояние объектива, мм	411	250	200
Разрешающая сила трубы	3	2,5	4,5
Диаметр объектива, мм	55	40	40
Пределы визирования на мишень, м	3,6—100	1—25	2—25
Точность визирования, мм	1	3	3
Длина, мм	350	250	250
Масса, кг	2,5	3	3

стоянии визирования менее 70 м. В корпус 1 прибора вмонтирована оптическая система. С помощью двух барабанов 2 определяется точное отклонение осей мишени от сетки прибора в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. На барабане 3 на-

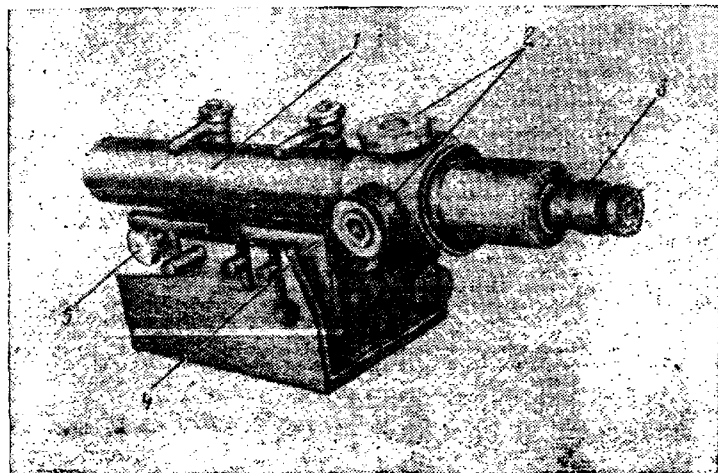


Рис. 29. Оптический прибор ППС-11.

несена шкала расстояний между трубой и мишенями. Прибор смонтирован на подставке 4 с основанием 5.

Техническая характеристика прибора ППС-11

Предел визирования зрительной трубы	Не ограничен
Увеличение	26×
Поле зрения	30'
Пределы измерения по шкалам микрометров, мм	±1
Цена деления шкал микрометров, мм	0,02
Погрешность прибора (l — расстояние	

до объекта, м) $0,01 + \frac{l}{200}$

Габариты, мм $515 \times 180 \times 120$

Масса, кг 5

Точность центровки по фланцам вала механизма с валопроводом проверяют с помощью стрел индикаторного типа. Конструкция стрел зависит от типа фланцев. Стрелы, устанавливаемые на фланцах с нечетным количеством отверстий под болты (рис. 30, а), состоят из разъемной скобы 2, закрепленной болтами 1, на которой приварены две стрелы 3 с индикаторами 4. Если фланцы имеют четное количество отверстий (рис. 30, б),

болты стрелы 3 крепятся с помощью скобы, один конец которой вводится в крепежное отверстие, а второй винтом 2 прижимает их к поверхности фланцев. Стрелы для эластичных соединений

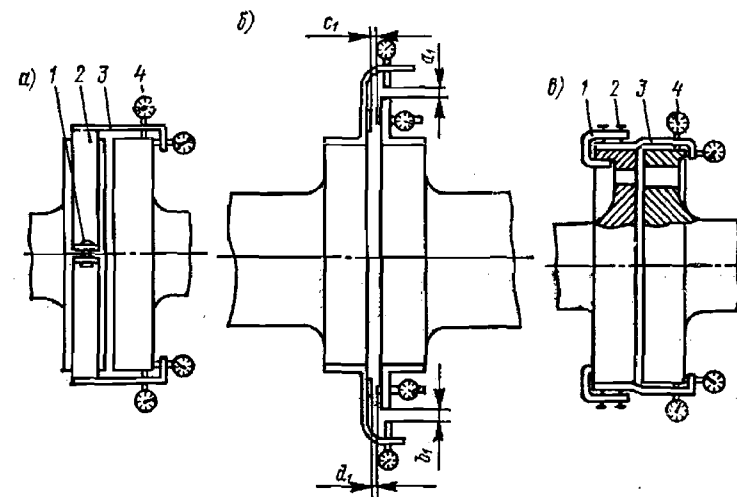


Рис. 30. Стрелы для центровки.

валов (рис. 30, в) отличаются от предыдущих лишь тем, что один конец скобы вводится под бурт фланца.

Определение смещения и излома осей валопровода большого диаметра, имеющего фланцевые соединения, производится с помощью специального приспособления (рис. 31, а). Оно состоит из угольника 1, скобы 7 с винтами 5 и 8 для крепления индикатора 4 часового типа со сменной

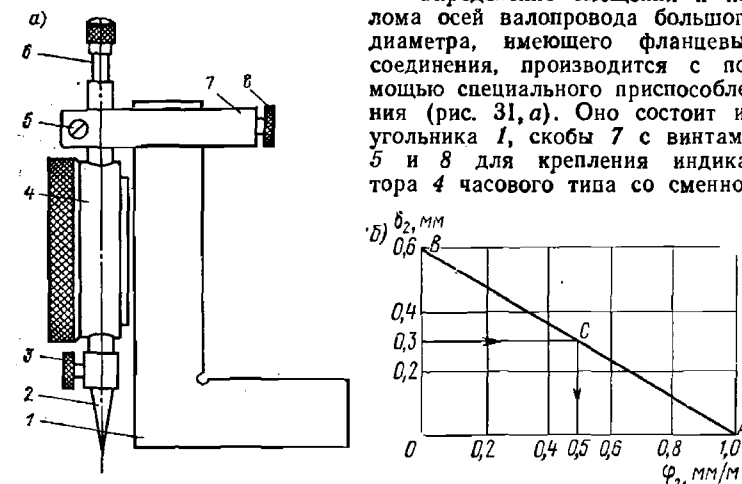


Рис. 31. Приспособление (а) и номограмма (б) для определения смещения и излома осей валопровода.

насадкой 2, прикрепленной к ножке 6 индикатора винтом 3. Насадка 2 выполнена со скосом под углом $11^{\circ}20'$, тангенс которого составляет 0,2 и остается неизменной величиной в процессе определения излома валов. С помощью индикатора насадку устанавливают так, чтобы ее торцовая поверхность была в одной плоскости с рабочей поверхностью угольника. Смещение δ , мм, и излом φ , мм/м, определяют по формулам:

$$\delta = \frac{a_1 + a_2}{2}; \quad \varphi = 0,2 \frac{b_1 - b_2}{D},$$

где a_1 , a_2 и b_1 , b_2 — соответственно смещение и раскрытие фланцев в двух взаимно противоположных точках (показания индикаторов); D — диаметр фланца, мм.

Приспособление применяется вместо линейки и щупа.

Предельные отклонения, полученные при измерениях, должны соответствовать значениям δ и φ , которые находят с помощью номограммы (рис. 31, б). Например, смещению $\delta_2 = 0,3$ мм соответствует излом $\varphi_2 = 0,5$ мм/м, полученный путем проведения из точки $\delta_2 = 0,3$ прямой, параллельной оси φ_2 , до АВ. Из точки С опускают перпендикуляр на ось φ_2 .

Измерение нагрузок при центровке валопроводов и механизмов производят динамометром (рис. 32), который ввертывают в отверстие с резьбой до упора в фундамент. Нагрузку определяют по величине деформации упругого элемента — пакета тарельчатых пружин. Роль упругого элемента выполняет также специальное кольцо или скоба в зависимости от типа динамометра (табл. 37).

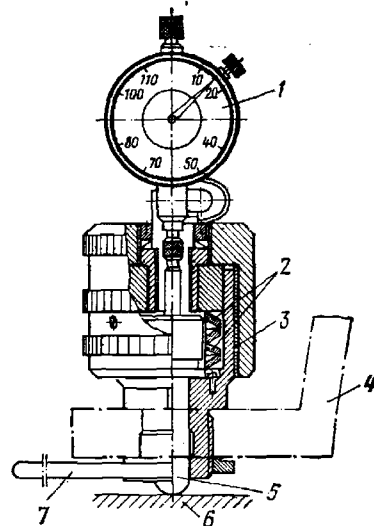


Рис. 32. Динамометр.

1 — индикаторная головка часового типа; 2 — тарельчатые пружины; 3 — корпус; 4 — механизм; 5 — шток; 6 — фундамент; 7 — ключ-гайка.

Универсальный монтажный подшипник (рис. 33) предназначен для центровки валов при монтаже валопровода. Он состоит из плиты 1, на которой смонтировано основание 8, перемещающееся в горизонтальной плоскости с помощью отжимных болтов 2 и 7. На опоре 3 закреплены роликоподшипники 4. Во втулке 9 вращается винт 5, который стопорится контргайкой 6. Подшипник крепят к фундаменту струбцинами или электроприхватками.

Технические характеристики универсального подшипника

Допускаемая нагрузка, кН	100
Диаметры центральных валов, мм	100—450
Перемещения, мм:	
вертикальное	50—80
горизонтальное	± 20
Габариты, мм	$480 \times 300 \times 265$
Масса, кг	38

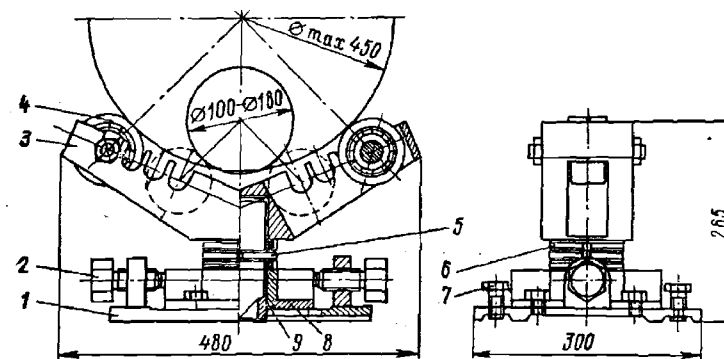


Рис. 33. Универсальный монтажный подшипник.

Для проворачивания валов диаметром до 300 мм при монтаже и центровке валопроводов применяют валоповоротное устройство (рис. 34), состоящее из разъемного корпуса 1 и двух

Таблица 37

Технические характеристики динамометров с пакетом тарельчатых пружин

Типо-размер	Максимальная нагрузка, кН	Длина резьбовой части, мм	Резьба на корпусе	Габариты, мм	Масса, кг	Диаметр подшипников валопровода, мм
1	5	45	Трап. 20×2	46×164	1	180—220
2	10	58	Трап. 24×2	53×190	1,2	240—300
3	25	58	M24×3	55×190	1,6	240—300
3а	25	32	M24×3	55×162	1,2	240—300
4	45	70	Трап. 30×3	75×260	2,7	320—380
5	60	92	Трап. 36×3	75×287	3,7	400—460
6	100	85	M24×4,5	96×318	8,3	480—520

пневматических двигателей 2 мощностью 2,1 кВт каждый. С помощью болтовых соединений 3 оно крепится на валу.

Техническая характеристика валоповоротного устройства

Крутящий момент, Н·м	25 000
Частота вращения, об/мин	1,3
Габариты, мм	2020 × 280 × 600
Масса (без двигателей), кг	131

Высоту клиновых подкладок в местах крепления механизма к судовому фундаменту измеряют посредством пружинного штихмаса (рис. 35). С помощью микрометра находят расстояние

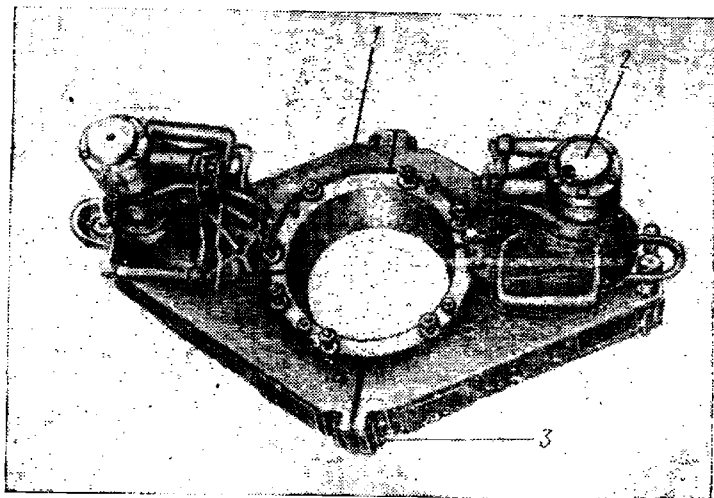


Рис. 34. Валоповоротное устройство.

между головками штихмаса, которое соответствует высоте клиновой подкладки (табл. 38).

Таблица 38

Технические характеристики пружинных штихмасов

Характеристика	Типоразмер			
	I	II	III	IV
Высота замера, мм	15—18	18—25	23—25	35—52
» головки, мм	15	18	23	35
Масса, кг	0,23	0,24	0,26	0,3

Примечание. Длина рукоятки 375 мм.

Измерение монтажных зазоров между опорными поверхностями механизма и фундамента производят на судне в точках, которые должны лежать на окружности, описанной из центра проекции отверстий в лапе или раме механизма на опорную поверхность фундамента. Таких точек должно быть не менее трех.

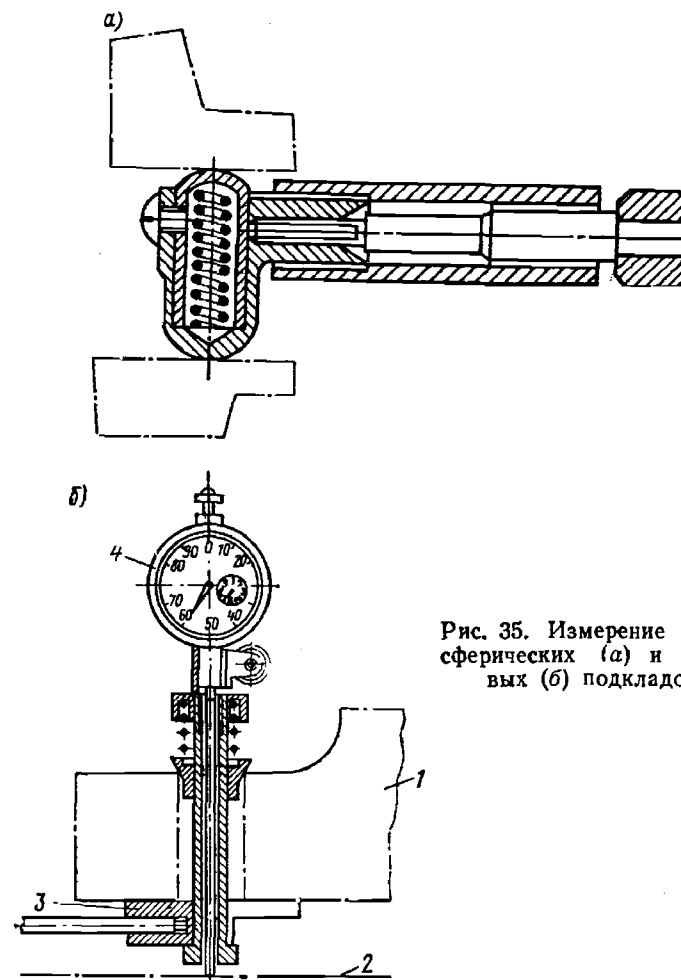


Рис. 35. Измерение высоты сферических (а) и клиновых (б) подкладок.

Окончательную обработку клина производят в цехе на станке. Для установки клина используют микрометрические винты, расположенные в точках с такими же координатами, что и точки замеров, снятые с фундамента. Настройку микрометрических винтов осуществляют в соответствии с полученными для каждой точки высотами монтажного зазора. Для окончательной обработ-

ки клин закрепляют на станке, контролируя совпадение действительных размеров клина с высотами монтажного зазора.

Высоту сферических прокладок и регулируемых клиньев измеряют с помощью приспособлений (рис. 35, б). Для определения зазора между лапой механизма 1 и опорной поверхностью фундамента 2 приспособление пропускается нижним концом через отверстие лапы механизма к фундаменту. На бурт корпуса устанавливается фиксирующая пластина 3 соответствующей толщины. Высота подкладки определяется как сумма высот фиксирующей пластины, бурта корпуса и показаний индикатора 4.

Технические характеристики приспособления

Предел измерения, мм	10—60
Точность, мм	0,01
Высота, мм	180
Масса, кг	0,25

Деформацию (раскелы) коленчатых валов измеряют с помощью индикаторного прибора (рис. 36), состоящего из корпу-

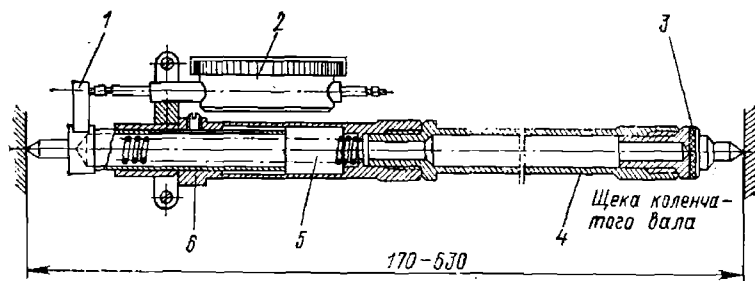


Рис. 36. Приспособление для определения раскелов.

са 6, пружины 5, подвижного 1 и неподвижного 3 наконечников, удлинителя 4 и индикатора 2 часового типа, закрепленного винтом. Прибор устанавливают в углубления, нанесенные керном, на внутренних противоположных сторонах пары шеек мотыля.

Технические характеристики индикаторного прибора

Предел измерения, мм	170—630
Длина, мм:	
удлинителей	120
наконечников	170
Масса, кг	1,4

§ 23. ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ И СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ

Для сверления отверстий в фундаментах используют переносные станки СПС-50, СПС-32, пневматические и электрические сверлильные машины (табл. 39, 40).

Таблица 39

Технические характеристики переносных сверлильных станков

Характеристика	СПС-50	СПС-32
Максимальный диаметр сверления, мм	50	32
Давление воздуха, МПа	0,5	—
Мощность двигателя, кВт	2	1,5
Частота вращения шпинделя под нагрузкой, об/мин	150	230
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	2,5	1,9
Габариты, мм	265×310×465	180×300×435
Масса, кг	46	28

Примечание. Минимальное расстояние от оси сверла до стенки изделия 50 мм; максимальная глубина сверления 80 мм.

Таблица 40

Технические характеристики пневматических сверлильных машин

Тип машины	Наибольший диаметр сверления, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин		Мощность вращения двигателя, кВт	Внутренний диаметр планга, мм	Габариты, мм	Масса, кг
		на холостом ходу	под нагрузкой				
МС-6	6	1000	480	0,11	9	10×140×44	1,2
МС-9	9	450	240	0,22	9	200×158×55	1,4
МС-15 (угловая)	15	250	150	0,31	12	385×130×68	4,2
М-23 (угловая)	23	130	105	0,76	16	492×152×86	6,4
МС-32 (угловая)	32	55	48	0,76	16	515×175×90	8,2
МС-50 (угловая)	50	42	30	1,1	16	530×203×102	13
УНС30-90	5	3500	200	0,11	9	240×42×42	0,85
СП-10	9	—	1600	0,29	12	145×53×156	1,1
МС-15	15	1000	800	0,58	12	354×200×84	3,1
РС-22	22	400	300	0,96	16	552×118×342	9,3

Продолжение табл. 40

Тип машины	Наибольший диаметр сверления, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин		Мощность rotationalного двигателя, кВт	Внутренний диаметр шланга, мм	Габариты, мм	Масса, кг
		на холостом ходу	под нагрузкой				
РС-32	32	300	235	1,5	16	600×120×350	12
УСМ-23	23	300	260	1,3	16	460×140×60	7
УСМ-50	50	230	200	1,84	18	576×200×100	15
РСМ-60М	60	65	60	2,58	18	665×515×175	22

Примечание. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа.

Таблица 41

Технические характеристики разверток

Характеристика	РО-32	РО-50
Диаметр развертываемых отверстий, мм	20—32	32—50
Максимальная глубина развертывания, мм	70	120
Подача развертки, мм/об	6,75	1
Мощность двигателя, кВт	0,81	1,1
Минимальное расстояние от оси развертки до стенки изделия, мм	33	51
Габариты, мм	384×242×94	370×260×102
Масса, кг	10	14

Примечание. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа; интервал размеров диаметров разверток 0,1 мм; внутренний диаметр шланга 16 мм.

Таблица 42

Технические характеристики пневматических гайковертов

Тип гайковерта	Максимальный крутящий момент, Н·м	Внутренний диаметр шланга, мм	Габариты, мм	Масса, кг
ГПР-И-8	160	12	80×178×235	4
ГПР-И-10	400	12	92×188×275	4,5
ГПР-И-12	1 250	16	210×220×520	12

Продолжение табл. 42

Тип гайковерта	Максимальный крутящий момент, Н·м	Внутренний диаметр шланга, мм	Габариты, мм	Масса, кг
ГПР-И-14	3 000	18	240×240×580	20
ГПР-И-15	5 000	25	260×280×680	38
ГПР-И-16	10 000	25	260×300×730	25
П-3128	40	—	172×56×154	1,4
П-3134	400	—	340×160×175	4,5
П-3135	800—1500	—	340×160×250	10
УПГ-16	50	12	430×65×125	3,5
УПГ-20	160	—	450×66×140	4,5
ГП-14	30	9	280×60×175	2,3

Примечание. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа.

Таблица 43

Технические характеристики ключей с регулируемым крутящим моментом

Характеристика	Типоразмер				
	I	II		III	
Тип сменной головки	Торцовая	Плоская	Торцовая	Плоская	Торцовая
Зев головки, мм	27	27	27; 32; 36	27; 32; 36; 41	41
Предел регулирования крутящего момента, Н·м	10—70	20—70	60—200	120—360	205—360
Габариты, мм	350×61×40	415×37×56	608×84×50	687×59×84	819×123×70
Масса, кг	1,7	1,8	3,4	4,3	9,4

Примечание. Цена деления линейной шкалы 5 Н·м, кольцевой 0,5 Н·м.

До установки калиброванных (призонных) болтов производят предварительное развертывание отверстия с помощью разверток (табл. 41).

Нарезание резьбы осуществляют пневматическими резьбонарезными машинами: П-3401, ПРН-8, П-3408, П-3404 и П-3407. Диаметр нарезаемой резьбы — соответственно 6, 8, 10, 12 и 14 мм.

При монтаже механизмов, устройств, аппаратов и систем применяют крепежные изделия (гайки, болты, шпильки, муфты) для резьбовых соединений. Диаметр резьб составляет 6—110 мм и выше. Соединения собирают ручным и механизированным инструментом: гайковертами, ключами обыкновенными и с регулируемым крутящим моментом. Гайковерт состоит из пусковой рукоятки, реверсивного пневматического двигателя и рабочей

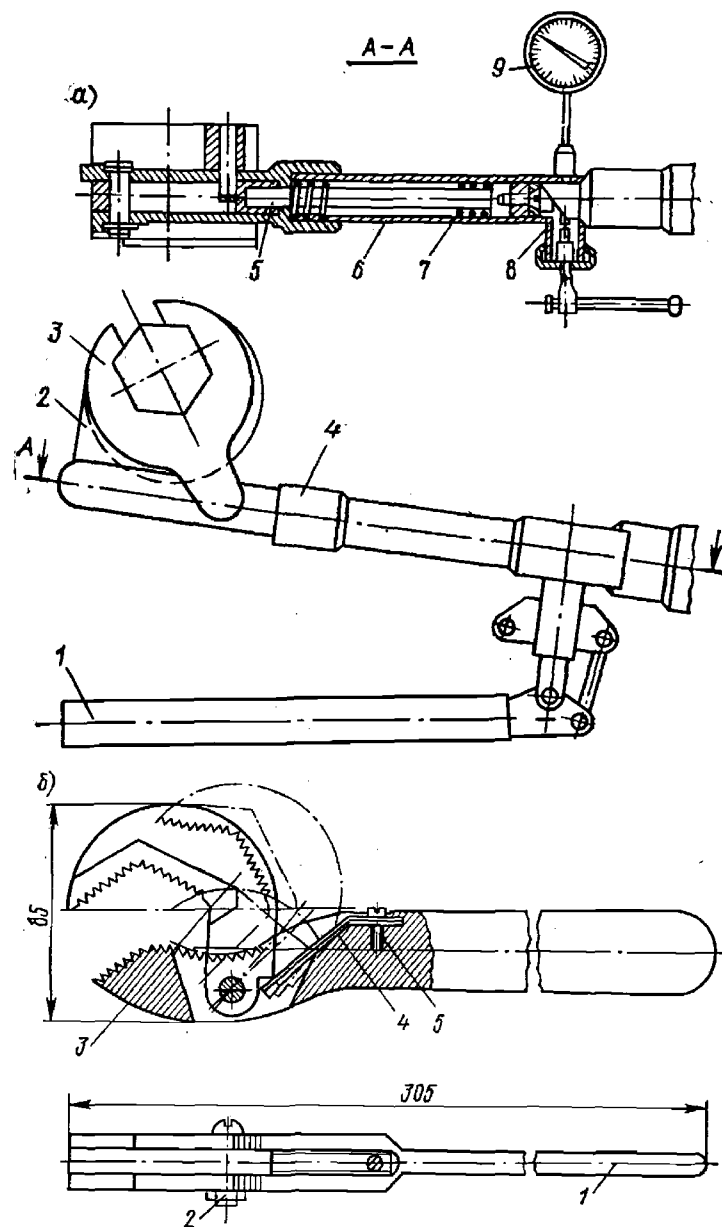


Рис. 37. Ключи для монтажа труб со штуцерными (а) и резьбовыми (б) соединениями.

головки, в которой смонтирован преобразователь вращательно-импульсного действия. В табл. 42 представлены наиболее распространенные типы пневматических гайковертов.

Монтаж труб ответственных систем выполняют с помощью специального ключа для штуцерных соединений (рис. 37, а). Подвижной ключ 3 устанавливается на штуцер, а неподвижный 2 — на гайку. При качании рукоятки 1 насоса 8 жидкость под давлением приводит в движение поршень штока 5 в цилиндре 6, обеспечивая при этом угловое перемещение подвижного ключа в крышке 4, затягивающего соединение. Усилие затяжки контролируется по манометру 9. Пружина 7 возвращает ключ в исходное положение.

Технические характеристики ключей даны в табл. 43.

Трубный ключ (рис. 37, б) предназначен для сборки муфтовых соединений. Он состоит из рукоятки 1, рычага 2 и захвата 3, соединенного с рычагом с помощью болтового соединения, а с пружинной пластиной 4 — винтом 5.

Глава VI

МОНТАЖ МЕХАНИЗМОВ, ОБОРУДОВАНИЯ, УСТРОЙСТВ, АППАРАТОВ И СИСТЕМ

§ 25. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основными механомонтажными работами являются:

- подготовка мест установки судового механического оборудования (обработка опорных поверхностей, фундаментов, приварышей и т. д.);
- подготовка оборудования к установке на судно (расконсервация, комплектование деталей, предмонтажная сборка узлов и т. д.);
- предварительный монтаж оборудования;
- окончательный монтаж оборудования (изготовление и установка компенсирующих звеньев*, центровка, установка и обжатие крепежных изделий);
- монтаж систем и их испытание на герметичность и прочность;
- подготовка механизмов и систем к пуску и проведению регулировочно-наладочных работ;

* Компенсирующим звеном называют такое предварительно выбранное звено цепи, изменением размера которого достигается требуемая точность замыкающего звена. К компенсирующим звеньям относят металлические, пластмассовые и деревянные подкладки, металлические клинья, выравнивающие шайбы и т. д. Исходным (замыкающим) считается звено, которое получается последним при построении размерной цепи. Монтажная размерная цепь — группа сопряженных размеров, образующих замкнутый контур и связывающих положение поверхностей (осей) механизмов и базовых конструкций. Размеры, составляющие цепь, называют звеньями.

- швартовые и ходовые испытания механизмов и систем;
- сдаточные испытания и ревизия механизмов.

Трудоемкость механомонтажных работ составляет 20—25% общей трудоемкости постройки судна.

Пути совершенствования механомонтажных работ:

- снижение трудоемкости механомонтажных работ за счет увеличения их механизации и перенесения основного фронта работ с судна в цех;
- внедрение агрегатного и модульно-агрегатного методов монтажа механического оборудования, панельной и узловой сборки систем;
- выполнение монтажных работ в период сборки секций и блоков.

Общая последовательность монтажных работ на судне зависит от технологии сборки корпуса и начинается с монтажа донной и бортовой арматуры. По окончании испытаний помещений на непроницаемость и корпусосварочных работ в районе машинного отделения определяют ось валопровода, растачивают линию вала, монтируют валопровод, а затем переходят к монтажу механизмов*. Одновременно по мере формирования корпуса в котельном отделении устанавливают и монтируют парогенераторы, затем приступают к монтажу вспомогательных механизмов и систем установок.

Качество проведения монтажа механизмов во многом зависит от точности установки фундаментов. Фундамент необходимо устанавливать относительно монтажной базы, за которую может быть принята поверхность или совокупность поверхностей и линий. Допускаемые отклонения положения фундамента, мм:

От ДП до продольной осевой фундамента	± 10
От поперечной переборки до торца фундамента	10
Длина и ширина фундамента	10; —3
По высоте одной продольной фундаментной балки относительно другой	Не более 5
Непрямолинейность (прогиб, выгиб) опорной поверхности фундамента в поперечном сечении	Не более 3

Обработку опорных поверхностей фундаментов производят фрезерными станками и пневматическими шлифовальными машинами. Шероховатость обработки должна быть не грубее 5-го класса, толщина опорных листов может быть уменьшена не более чем на 2 мм по сравнению с номинальной. Острые кромки необходимо притупить. Проверку плоскостности выполняют с помощью специальных линеек, уровней, квадрантов и оптических приборов.

После погрузки механизмов и предварительной установки на фундамент приступают к окончательному монтажу, последовательность которого зависит от типа и назначения механизма.

К установленным механизмам подсоединяют трубы систем, проверяют совместную работу механизмов и систем в сборе.

* Допускается производить монтаж дизеля до монтажа валопровода.

Затем осуществляют швартовые, ходовые и сдаточные испытания и контрольный выход.

Проверку качества выполнения ответственных промежуточных операций монтажа механизмов и систем, а также окончательную проверку производят представители отдела технического контроля, Регистра СССР и заказчика.

§ 25. МОНТАЖ ТЯЖЕЛЫХ МАЛООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

На судостроительные предприятия ДВС поступают как в разобранном состоянии, так и в сборе. До погрузки двигателя на судовую фундамент должны быть завершены следующие работы:

- сборка и сварка секций блока машинного отделения;
- испытания отсеков в районе машинного отделения (особенно в районе фундамента под двигатель);
- подготовка (обработка и окраска) фундаментов под двигатель;
- установка (предварительная или окончательная) вспомогательных механизмов, аппаратов и оборудования, погрузка которых невозможна после установки дизеля.

Монтаж двигателей выполняют в такой последовательности:

- установка фундаментной рамы;
- установка картерной части;
- установка коленчатого вала и центровка дизеля;
- установка блока цилиндров;
- установка поршней и сборка кривошипно-шатунного механизма;
- установка цилиндрических крышек в сборе с выпускными клапанами, форсунками и коромыслами;
- установка распределительных валов привода выпускных клапанов;
- установка топливных насосов, воздухораспределителей, турбокомпрессора;
- монтаж системы газоотвода, топливной, масляной, охлаждения и т. д.;
- крепление дизеля к судовому фундаменту.

Вследствие податливости коленчатого вала в процессе монтажа двигателя необходимо соблюдать следующие требования:

- несмотря на относительно малую жесткость, остов должен оставаться прямолинейным после установки ДВС;
- шейки вала должны плотно прилегать к рамным подшипникам;
- должна быть обеспечена соосность двигателя и валопровода (табл. 44);
- нагрузка на кормовой подшипник дизеля не должна превышать допускаемого значения.

Проверку плоскостности опорной поверхности фундаментов производят с помощью линеек, проверочных или оптических приборов, соблюдая следующие допуски:

Непараллельность оси фундамента относительно теоретической оси валопровода (в горизонтальной плоскости)

Не более 1 мм на 1 м длины фундамента

Непараллельность опорной поверхности фундамента теоретической оси валопровода (в вертикальной плоскости)

Не более 1 мм на 1 м длины фундамента

Допускаемые отклонения:

От теоретической оси до опорной поверхности фундамента по высоте 10 ± 3 мм

От поперечной переборки до фундамента ± 10 мм

Уклон опорной поверхности фундамента в поперечном направлении Не более 1:300

Обработанная поверхность фундамента должна иметь не менее 15 равномерно расположенных пятен на площади 100×100 мм.

Монтаж дизеля начинают с погрузки (по специально разработанной схеме) и установки фундаментной рамы, базами для которой являются теоретическая ось валопровода, нанесенная на

Таблица 44

Допускаемые значения несоосности при центровке двигателей внутреннего сгорания

Место измерения несоосности валов	Тип соединительной муфты							
	Жесткая фланцевая		Подвижная зубчатая		Упругая			
	δ, мм	φ, мм/м	δ, мм	φ, мм/м	с резиновыми вкладышами	шинно-пневматическая	δ, мм	φ, мм/м
На стале	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,6	0,7
На плаву	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,3	1,2	1,4

носовой и кормовой переборках, и ось последнего цилиндра. После погрузки фундаментной рамы и укладки коленчатого вала раму перемещают в поперечном и осевом направлениях до совпадения ее оси с осью валопровода, при этом смещение не должно быть более 0,1 мм, а излом — 0,15 мм/м. Выравнивание производят с помощью отжимных болтов, боковых упоров и домкратов. Наклон рамы с борта на борт не должен превышать 1 мм/м, а неплоскостность ее опорной поверхности — 0,2—0,3 мм.

Замеры раскопов в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) выполняют после затяжки анкерных связей, окончательного крепления дизеля к фундаменту и присоединения

валопровода. Допустимые значения раскопов в зависимости от типа двигателя составляют 0,1—0,18 мм.

До спуска судна на воду необходимо предварительно прицентровать двигатель к валопроводу, соблюдая допуски: на смещение 0,1 мм/м, на излом 0,1 мм/м. Допуски на центровку фланцев двигателя и валопровода должны быть: на смещение 0,03 мм, на излом 0,05 мм/м. Центровку выполняют с помощью стрел. Измерение зазоров производят в четырех положениях вала: при 0; 90; 180 и 270°. Изломы и смещения осей валов, определяемые по зазорам a_1 , a_2 , b_1 и b_2 , не должны превышать соответственно 0,15 мм/м и 0,7 мм. По окончании центровки расцеп кривошипа кормового цилиндра не должен измениться более чем на 0,05 мм.

Заключительной операцией монтажа двигателя является его окончательное крепление к судовому фундаменту с помощью клиньев из стали Ст. 3. При высоте клиньев более 25 мм допускается их изготовление из чугуна СЧ18-36. Припуск на окончательную обработку клина — 0,1 мм при шероховатости рабочих поверхностей не грубее 5-го класса, причем допуск на длину и ширину составляет ±5 мм.

Зазор между опорными поверхностями и клином, пригнанным по краске, измеряется с помощью щупа. Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить более чем на $\frac{2}{3}$ периметра поверхности. Не допускается свешивание клина с фундамента более 5 мм.

При сверлении отверстий под крепежные болты разрешается клин прихватывать электросваркой. Шероховатость обработки отверстий для установки призонных болтов должна быть не грубее 6-го класса, что достигается развертыванием отверстий.

Перед установкой призонные болты охлаждают в ванне с жидким азотом и смазывают животным жиром или ртутной мазью. Плотность прилегания головки призонного болта достигается местным подрезанием опорной поверхности на глубину не более 10% толщины полки фундамента. Точность подрезания должна быть не ниже 7-го класса, а шероховатость — не грубее 3-го. Местные задиры и острые кромки устраняют путем зачистки отверстий на глубину 2—3 мм и угол 90°. Правильно установленный призонный болт должен обеспечивать напряженную посадку 2-го класса.

Качество установки проверяют щупом: при толщине 0,05 мм он не должен проходить между опорными поверхностями и головкой болта и гайкой. Болт не должен выходить из гайки более чем на 3 нитки или утопать в ней.

§ 26. МОНТАЖ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Среднеоборотные ДВС монтируют как до монтажа валопровода, так и после него. Последовательность проверки установки фундаментов и требования к их обработке до погрузки двигателя изложены в предыдущем параграфе.

При погрузке двигателя на фундамент до монтажа валопровода необходимо проверить биение присоединительных поверхно-

стей кормового торца маховика или вала-проставки, которое не должно быть выше 0,03 мм. На фланце вала-проставки устанавливают оптический прибор для центровки его с осью вращения ДВС.

Проверку раскеев коленчатого вала следует производить для всех кривошипов путем его проворачивания.

Центровку двигателя необходимо вести по двум мишеням, закрепленным на оси валопровода. Центровка считается выполненной, если соблюдены условия неравенства:

$$\left| \frac{\delta_k - \delta_n}{L} \right| \leq 0,15 \text{ мм/м при } |\delta_n| < 1 \text{ мм,}$$

где δ_k , δ_n — смещения от оси визирования соответственно кормовой и носовой мишеней, мм; L — расстояние между мишенями, м.

Установка двигателя на фундамент выполняется с соблюдением следующих требований:

— зазор между картером фундаментной рамы и внутренней кромкой опорной полки фундамента — не менее 2 мм;

— свисание фундаментной рамы с полок фундамента — не более 5 мм;

— расстояние между опорными поверхностями фундамента и рамы двигателя: для стальных клиньев — 10—40 мм, для регулируемых — 17—45 мм, для сферических подкладок — 20—65 мм.

При окончательном креплении болтов их затягивают «крест-накрест». Момент затяжки, указанный в чертеже, достигается с помощью ключей с регулированием крутящего момента или динамометрических.

По окончании центровки раскеев, измеренные в двух плоскостях (четыре точки замера), сверяют с допускаемыми значениями. Также проверяют и прилегание шеек коленчатого вала к вкладышам рамовых подшипников.

Центровку двигателя с ранее смонтированным валопроводом выполняют с учетом следующих допусков: смещение осей 0,1 мм; излом 0,15 мм/м. Повисание вала не должно быть более 0,1 мм.

§ 27. МОНТАЖ ВЫСОКООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Высокооборотные двигатели применяют на быстроходных судах, как правило, небольшого водоизмещения. Коленчатые валы таких ДВС имеют высокую жесткость*, что облегчает их монтаж в судовых условиях. На судовой фундамент двигатели устанавливают с помощью амортизаторов. С целью уменьшения частоты вращения вала двигателя для передачи движения двигателю используют редукторные передачи.

* Жестким коленчатый вал считается в том случае, если выполнено условие $\frac{d_p + d_{ш}}{S} \geq 1,15$, где d_p , $d_{ш}$ — соответственно диаметр рамовой и шатунной шеек вала, мм; S — ход поршня, мм.

В случае работы ДВС на свой валопровод центровку двигателей производят оптическим способом по осям валопровода. При работе нескольких ДВС на один валопровод редуктор центруют по оси валопровода, а двигатели — по соответствующим валам редуктора. Проверку центровки осуществляют по смещениям и изломам.

При центровке используется макет-кондуктор — каркас, в котором на подшипниках установлена полая труба с фланцем. При соединительные размеры фланцев трубы и коленчатого вала строго соответствуют. Через калиброванные втулки, запрессованные в лапы макета-кондуктора, сверлят отверстия в фундаменте под двигатель.

Высоту амортизаторов определяют после окончательной установки оси полого вала. Перед установкой амортизаторы осматривают для выявления пригодности к монтажу, особенно обращают внимание на срок их службы, который не должен превышать пяти лет из-за старения резины.

Амортизаторы устанавливают после сверления отверстий под фундаментные болты. Затем ставят двигатель, проверяют центровку по оси валопровода, окончательно закрепляют его на фундаменте.

Монтаж ДВС можно производить и без макета-кондуктора путем установки его на фундамент с предварительно смонтированными амортизаторами. После центровки по отверстиям в амортизаторах размечают отверстия в опорных поверхностях фундамента.

Неамортизированный двигатель устанавливают, как и среднеоборотный ДВС. Отличие состоит лишь в том, что не производят проверку изгиба остова дизеля и прогиба коленчатого вала.

§ 28. МОНТАЖ ГЛАВНОГО ТУРБОЗУБЧАТОГО АГРЕГАТА

За базовый механизм при монтаже ГТЗА принимают редуктор — наиболее тяжелый и наименее жесткий механизм. До начала монтажа должны быть закончены корпусные сборочно-сварочные работы, гидравлические испытания отсеков и цистерн в районе машинного отделения, проверка положения фундаментов относительно диаметральной плоскости и теоретической оси линии валопровода, а также их обработка. На фундаменте должны быть нанесены риски под редуктор, а на боковых сторонах опорных полок начерчен припуск на обработку.

Затем выполняют погрузку и установку валопровода с главным упорным подшипником (ГУП), а также установку по специально разработанной схеме приспособлений для горизонтального перемещения редуктора, гидравлических домкратов, сливных и приемных труб системы циркуляционной смазки (рис. 38). В процесс монтажа агрегата входят следующие основные операции:

- подготовка фундаментов к погрузке агрегата;
- погрузка агрегата;
- центровка и монтаж редуктора;
- центровка и монтаж турбоблока;

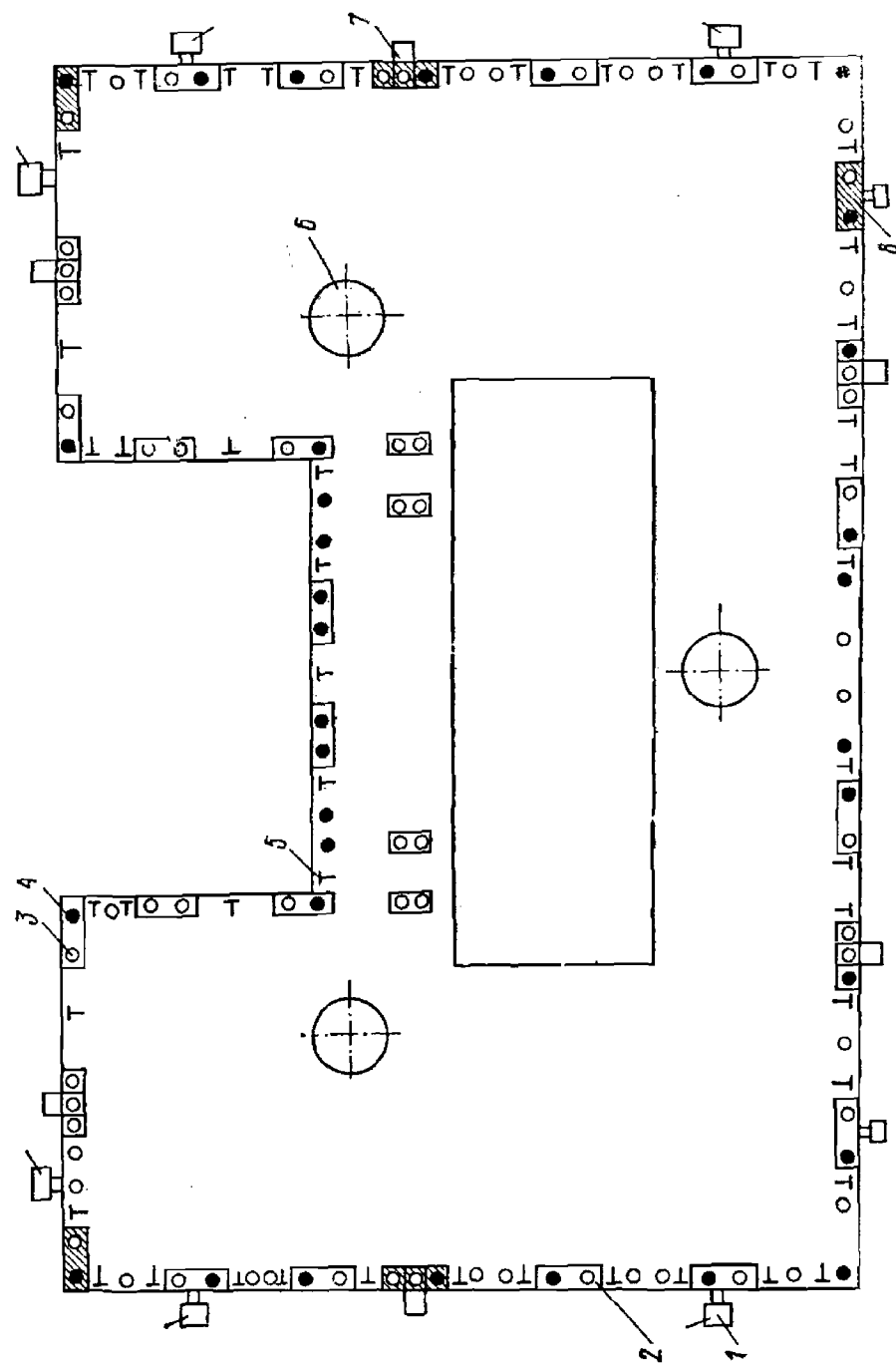


Рис. 38. Схема установки ГТЗА.

1—привнесение для перемещения редуктора; 2—клин; 3—отверстия под крепежные болты; 4—привнесение болты; 5—динамометр; 6—гидравлический домкрат; 7—струбцина; 8—технологические клинья.

— центровка и монтаж турбин низкого и высокого давления;

— монтаж конденсатора.

При проверке правильности установки фундаментов отклонения опорных поверхностей от теоретической оси валопровода в вертикальной плоскости должны быть от 13 до —10 мм, а отклонения осевых линий турбин и конденсатора в горизонтальной плоскости — не более ± 5 мм. Поверхности полок фундаментов при обработке должны находиться в горизонтальной плоскости. Допускается уклон полок фундамента не менее 1 : 150 и не более 1 : 100 в наружную сторону.

Для достижения требуемой плоскостности вначале производят черновую (обдирочную), а затем чистовую (окончательную) обработку. Шероховатость должна быть не грубее 5-го класса. Точность определяют с помощью щупа толщиной 0,1 мм. Щуп не должен проходить между опорной поверхностью и проверочной линейкой. В случае установки редуктора на платике их обработку следует проводить в строгой последовательности, начиная от установленного на кормовой полке фундамента по оси редуктора. Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между опорной поверхностью платика и проверочной линейкой.

Шероховатость опорных поверхностей фундаментов под ТВД, ТНД и пружинные опоры конденсатора проверяют по плите на краску. На площади 100×100 мм допускается не менее 15 равномерно расположенных пятен.

Перед погрузкой ГТЗА необходимо подготовить фундамент, проверить состояние опорных поверхностей, удалить временную консервацию, уложить на опорные полки деревянные подкладки таким образом, чтобы они не перекрывали отверстия под отжимные болты.

Узлы двухкорпусного агрегата грузят в такой последовательности:

- редуктор в сборе без подставок под ТНД и фундаментную балку ТВД;
- пружинные опоры главного конденсатора;
- главный конденсатор (после установки пружинных опор);
- подставки под турбины;
- ТНД с гибкой опорой;
- ТВД;
- ресиверы;
- маневровое устройство;
- демонтированные на период погрузки детали и узлы.

При установке редуктора необходимо соблюдать следующие допуски:

- соосность редуктора и валопровода при допускаемых значениях смещения и излома для жестких фланцевых и упругих муфт соответственно 0,1, 0,2 мм и 0,15, 0,4 мм/м;
- совпадение рисок на редукторе и фундаменте;
- разность нагрузок на носовую и кормовую опоры не более 20% массы редуктора.

Наиболее распространен способ центровки с помощью оптических приборов по базовым точкам теоретической оси.

Установку редуктора можно выполнять тремя способами:

- 1) на трех точках судового фундамента с применением динамометров;
- 2) на подкладках, обработанных в одну плоскость;
- 3) с проверкой по реперам.

Наибольшее применение нашел первый способ. В этом случае основным требованием является сохранение распределения нагрузок, полученных при стендовой сборке и зафиксированных с помощью динамометров. На судне редуктор устанавливают посредством клиновых домкратов. Центровка редуктора оптическим способом по плазовым точкам теоретической оси валопровода и поперечным рискам на фундаменте производится с помощью отжимных болтов (в горизонтальной плоскости) и домкратов (в вертикальной плоскости). Затем редуктор устанавли-

Таблица 45

Допускаемое пятно
контакта зубьев
редуктора ГТЗА

Степень точности	Пятно контакта, % (не менее)	
	по высоте зуба	по длине зуба
3	65	95
4	60	90
5	55	80
6	50	70
7	45	60
8	40	50
9	30	40
10	25	30
11	20	25

ливают на динамометры, которые нагружают до получения значений, соответствующих стендовым.

При монтаже редуктора на наклонном стапеле нагрузки, записанные в формуляре, пересчитывают с учетом дополнительных нагрузок кормовой части редуктора от действия опрокидывающего момента, возникающего от массы редуктора.

Установку компенсирующих звеньев (подкладок, клиньев) ведут, контролируя нагрузки на динамометры. По достижении требуемых значений нагрузок редуктор крепят с помощью простых и призонных болтов. Зазоры в зубчатом зацеплении колеса с каждой шестерней редуктора проверяют по свинцовым оттискам. Разность в пределах по толщине оттисков для одного венца не должна превышать 0,2 мм, а прилегание зубьев должно составлять 0,85—0,9 по длине зуба и 0,6—0,65 по ширине (табл. 45).

Турбину низкого давления грузят в собранном виде с носовой гибкой опорой и присоединенным кормовым стулом на

фундамент на деревянные подкладки, толщина которых несколько превышает чертежный размер штатных металлических подкладок.

Турбину высокого давления грузят в собранном виде с подрамником (балкой) аналогично ТНД. Монтаж турбины начинают с ее центровки по валу редуктора с помощью двух пар стрел по смещению и излому, значения которых не должны превышать соответственно 0,15 мм и 0,20 мм/м. Расстояние между торцами шестерен редуктора и роторов турбин должно быть с допуском не выше $\pm 1,0$ мм и обеспечивать разбег торсионного вала в пределах 9—12 мм. Зазоры в шпонках опорных подшипников и натяг гибких опор не должны превышать 2—3 мм.

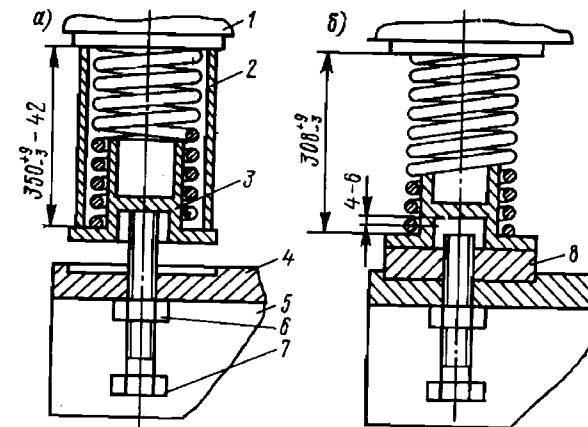


Рис. 39. Схема установки пружин главного конденсатора в нерабочем (а) и рабочем (б) положениях.

1—опора конденсатора; 2—мерная труба; 3—стакан пружины; 4—опорная плита; 5—судовой фундамент; 6—контро-гайка; 7—нажимной болт; 8—установочная шайба.

Турбины высокого и низкого давления поочередно устанавливают на штатные компенсирующие звенья (подкладки, клинья), изготовленные по замерам после центровки. Болты, крепящие кормовые лапы турбин к судовому фундаменту, должны быть призонными, а крепящие носовые лапы, — проходными по причине подвижности носовых опор от температурных расширений.

После предварительной центровки ТНД приступают к монтажу главного конденсатора. При установке конденсатора необходимо обеспечить соосность и плотность фланцевого соединения с выпускным патрубком, ТНД, равномерную загрузку пружинных опор и необходимые зазоры в направляющих шпонках. Для этого на присоединительную поверхность патрубка турбины низкой давления укладывают асбестовую ленту, смазанную графитом. Конденсатор поднимают домкратами к патрубку турбины низкой давления и центруют по рискам на фланцах. Сборку соединения производят с помощью шпилек. Затем на фундамент устанавливают пружины, предназначенные для устранения возможного провисания

конденсатора под действием его массы. Пружины (рис. 39) поджимают отжимными болтами до упора в площадки конденсатора на величину, равную массе конденсатора и половине массы воды (циркуляционной и конденсата), находящейся в ней с целью уменьшения напряжения болтов фланцевого соединения конденсатора и ТНД. После установки конденсатора в требуемое положение снимают размер установочных шайб (подкладок). Затем изготовляют трубы, высота которых меньше на величину сжатия пружины. Каждую трубу разрезают по образующей на две равные части. Натяг пружины регулируют путем подгонки установочных шайб. Измеряют высоту установочных шайб и подкладок под пружинные опоры, изготовляют их и устанавливают на свои места. Для этого в опорных плитах пружинных опор сверлят отверстия через шайбы, прокладки и полки фундамента и ставят крепежные болты. Затем удаляют мерные трубы и проверяют величину сжатия пружины, которая не должна отличаться более чем на 0,5 мм от первоначальной.

Окончательные операции монтажа турбин следующие:

- проверка центровки турбин с редуктором;
- установка ресивера с компенсатором;
- присоединение к турбинам и конденсатору труб систем;
- установка аппаратуры приборов.

После спуска судна на воду проверяют центровку турбин с редуктором, при этом допуск на излом должен составлять 0,1 мм/м, на смещение — 0,1 мм.

§ 29. МОНТАЖ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Требования к монтажу газотурбинных установок более жесткие, чем к монтажу паротурбинных установок (ПТУ) в связи с высокой тепловой напряженностью деталей первых. Основным требованием, предъявляемым к монтажу ГТУ, является обеспечение быстрой замены как самой установки, так и наиболее подверженных износу узлов после выработки заданного ресурса.

Характерная особенность ГТУ — расположение всех основных механизмов по одной оси вдоль ДП — требует при монтаже обеспечения строгой прямолинейности и соосности механизмов всего агрегата.

В судостроении применяют одно- и двухвальные газотурбинные установки.

До погрузки и монтажа ГТУ корпус судна должен быть полностью подготовлен, т.е. закончены все сборочно-сварочные работы в районе машинного отделения, проверено положение корпуса, испытаны на непроницаемость все междудонные отсеки и помещения и т. д.

Фундаменты должны быть изготовлены и установлены в соответствии с требованиями чертежей по плазовым координатам теоретической оси валопровода или ГТУ. При этом соблюдаются следующие допуски:

- непараллельность оси фундамента теоретической оси валопровода (или ГТУ) в горизонтальной плоскости — не более 8 мм на 1 м длины фундамента и не более 8 мм на всю его длину;

- непараллельность опорных поверхностей фундамента относительно теоретической оси валопровода в вертикальной плоскости — не более 3 мм на 1 м длины фундамента;

- фактические ширина и длина опорных поверхностей фундамента не должны отличаться от чертежных более чем на 10 мм, — 5 мм;

- отклонение высоты одной продольной балки относительно другой — не более — 5 мм;

- высота приварных уравнильных планок — не менее 15 мм;

- отклонение расстояния фундамента от поперечной переборки или контрольной плоскости шпангоута ± 10 мм;

- отклонение расстояния от опорных поверхностей фундамента до теоретической оси валопровода по высоте — не более 10 мм; — 3 мм с учетом припуска на обработку фундамента;

- ступенчатость опорных поверхностей уравнильных планок — не более 3 мм;

- непрямолинейность опорных поверхностей фундамента — не более ± 3 мм;

- толщина уравнильных планок — не менее 15 мм.

При обработке опорных поверхностей фундаментов необходимо соблюдать следующие требования:

- неплоскостность опорных поверхностей не должна превышать 0,1 мм на 1 м длины или ширины фундамента;

- уклон опорных поверхностей в наружную сторону должен находиться в пределах 1:150—1:50 для механизмов, устанавливаемых на клиньях или сферических подкладках, и не превышать 1:300 для механизмов, устанавливаемых на регулируемых подкладках и амортизаторах.

Шероховатость опорных поверхностей не должна превышать: $R_z = 20$ мкм при установке на металлических и регулируемых клиньях или сферических подкладках; $R_z 40$ мкм — на амортизаторах (кроме АКСС); $R_z 80$ мкм — на амортизаторах типа АКСС.

При установке механизмов ГТУ на пластмассе ФМВ опорные поверхности фундамента не обрабатывают.

Качество обработки проверяют с помощью линейки и щупа (щуп 0,1 мм не должен проходить между линейкой и проверяемой поверхностью на длине не более 30 мм) или на краску по плите (на площади 100 × 100 мм должно быть не менее 15 равномерно расположенных пятен краски).

Центровку ГТУ начинают с установки редуктора на фундамент, не связанный с фундаментами под турбины. Монтаж редуктора ГТУ ничем не отличается от монтажа редуктора ГТЗА. Ввиду недостаточной жесткости корпуса редуктора допуски на центровку допускаются менее точные: на смещение — не более 0,1 мм, на излом — не более 0,15 мм/м, уклон в вертикальной плоскости не должен превышать 0,6 мм на 1 м.

При выполнении центровки как редуктора, так и всех механизмов ГТУ необходимо следить за тем, чтобы изменение положения корпуса судна не превышало значений:

- относительно основной линии (ОЛ) ± 3 мм;

- по крену ± 2 мм;

- по дифференту (при нахождении судна на плаву) 2° .

Центровку механизмов между собой и упорным подшипником производят путем замеров изломов и смещений осей валов. Допуски на центровку валов механизмов и ГТУ с валопроводом приведены ниже.

Тип соединения	Излом, мм/м (не более)	Смещение, мм (не более)
Жесткое фланцевое	0,15	0,1
Муфтовое:		
с резиновыми упругими элементами	0,2	0,4
шинно-пневматическое	1,4	1,2
зубчатое или шлицевое	0,2	0,15
с гибкой рессорой . .	0,5	—

При установке компенсирующих звеньев (клиньев, подкладок, амортизаторов) необходимо выполнять следующие требования:

- шероховатость обработанной поверхности клина и прокладок не должна превышать R_z 20 мкм;
- пластина шупа толщиной 0,05 мм не должна проходить между опорными поверхностями фундамента и механизма на 0,66 периметра клина; на остальной части зазоры (не более 0,1 мм) должны быть разнесены;
- клин должен быть изготовлен на станке; его размер в направлении оси механизма — не более ± 2 мм; в поперечном направлении $\pm 0,5$ мм, по высоте — 0,03 мм, неплоскостность опорной поверхности — 0,03 мм;
- плотность прилегания опорной пластины амортизатора проверяют шупом, пластина которого толщиной 0,2 мм не должна проходить между опорными поверхностями фундамента и механизма на 0,66 периметра амортизатора; на остальной части зазоры (не более 0,3 мм) должны быть разнесены;
- диаметр выравнивающих шайб должен быть не больше двух диаметров крепежного болта при толщине ее менее $3 \pm 0,1$ мм, а шероховатость поверхности — не более R_z 20 мкм;
- размеры подкладок из пластмассы ФМВ выбирают, исходя из удельного давления на прокладку, которое не должно быть выше $196 \cdot 10^{-5}$ Па (200 кгс/см^2), размеров лап и рам механизмов; толщина прокладок 20—25 мм.

После центровки механизмы закрепляют на фундаменте. Сверлят отверстия под болты. Шероховатость поверхности отверстий R_z 20 мкм. При установке призонных болтов с посадкой 2-го класса их охлаждают жидким азотом или твердой углекислотой. Шероховатость поверхности стержня болта и головки со стороны стержня составляет не более R_z 1,25 мкм, а поверхности головки болта со стороны стержня — не более R_z 40 мкм.

Для обеспечения плотности соединения головок и гаек болтов с опорными поверхностями лап механизмов производят подрезку полок фундамента. Глубина подрезания не должна превышать 10% толщины полки фундамента. Обработку отверстия по диаметру производят по 7-му классу точности, при шероховатости не более R_z 80 мкм.

После окончательного крепления механизмов контролируют центровку. Отцентрированный по теоретической оси валопровода

редуктор принимают за базу, относительно которой монтируют и центрируют турбокомпрессорные агрегаты, а затем устанавливают электродвигатель, регенератор, камеру сгорания, системы и трубопроводы.

§ 30. МОНТАЖ ГРЕБНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Гребные электродвигатели (ГЭД) устанавливают в качестве главных двигателей преимущественно на ледоколах. Их применение упрощает переключение вращения винта на задний ход. Требования к корпусу судна и погрузке ГЭД аналогичны ДВС.

Центровку ГЭД, расположенного по оси ДВС, производят с помощью оптического прибора, установленного на кормовом фланце ДВС, по плазовым координатам теоретической оси валопровода. Электродвигатель центрируют по мишеням, установленным в полом валу якоря, путем перемещения отжимных болтов. Центровка считается выполненной, если риски оптического прибора совмещены с рисками на мишени.

После разметки отверстий под амортизаторы устанавливают компенсирующие подкладки и крепят электродвигатель к фундаменту. Для электроизоляции одного из подшипников устанавливают прокладки из гетинакса.

Установку ГЭД производят также на клиньях. После пригонки клиньев и закрепления опорных подшипников ГЭД собирают и центрируют верхнюю и нижнюю половины магнитных систем относительно якоря с обеспечением равномерного зазора $\pm 0,5$ мм. Призонные болты устанавливают лишь по окончании электрических испытаний магнитных систем. Все крепежные болты должны иметь изоляцию для устранения влияния блуждающих токов.

При установке ГЭД узлами (ротор, статор, подшипники, воздухоохладители) в качестве компенсирующих звеньев применяют подкладки из пластмассы ФМВ или из дерева (воздухоохладитель).

При сборке электродвигателя необходимо выполнять следующие требования:

- радиальные зазоры между ротором и статором должны быть $11 \pm 0,3$ мм для носовой и $6 \pm 0,3$ мм для кормовой сторон;
- шейка ротора должна плотно прилегать к вкладышам с обеспечением требуемых масляных зазоров;
- соосность электродвигателя с валопроводом не должна превышать по смещению 0,1 мм, по излому 0,15 мм/м;
- клинья, установленные между боковыми упорами и фундаментом, должны прилегать к опорным поверхностям с зазором не более 0,05 мм.

Лапы подшипников и узлы статора крепят коническими штифтами, устанавливаемыми в предварительно просверленные и развернутые отверстия.

§ 31. МОНТАЖ ВАЛОПРОВОДОВ

Способ монтажа валопровода зависит от конструкции самого валопровода, типа главного двигателя и его расположения на судне.

До начала монтажа валопровода должны быть закончены все корпусные сборочно-сварочные работы и гидравлические испытания отсеков и цистерн в районе прокладки валопровода.

Базой для монтажа валопровода служит его теоретическая ось — базовая пространственная ось отсчета для определения положения осей дейдвудного устройства и главного двигателя.

Теоретическую ось определяют тремя способами:

- с помощью оптических приборов;
- с помощью светового луча (при длине валопровода более 15 м);
- с помощью стальной струны (при длине валопровода до 15 м).

Положение теоретической оси определяют по центрам мишеней (см. рис. 27, б), установленных по данным с плаза на специальных шергнях в районе фланца главного двигателя и кормового торца ахтерштевня.

Преимущественное применение получил способ определения теоретической оси валопровода с помощью оптических приборов и, в частности, с использованием оптической струны ДП-477 (см. рис. 21). Прибор устанавливают на регулируемое (см. рис. 27, а) приспособление, имеющее магнитное крепление. На шергнях нанесены плазовые координаты в виде марок. С помощью прибора добиваются совпадения светящихся точек марок с центром перекрестия сетки прибора. Для фиксирования теоретической оси в отверстие ахтерштевня устанавливают микрометрические центроискатели с размещенными в них дополнительными марками, которые совмещают с оптической осью прибора. Затем марки заменяют мишенями с отверстием, из центра которых циркулем проводят по две окружности (рабочую и контрольную). Оптический прибор следует считать сцентрированным по базовым мишеням, если несовпадение перекрестий прибора и мишеней не превышает толщины линий перекрестий, равной $0,025L$ (L — расстояние визирования, мм). При определении теоретической оси валопровода световым лучом выполняют следующие операции:

- с помощью мишеней по плазовым координатам фиксируют концевые и базовые точки оси валопровода;
- в отверстиях кронштейнов, мортир и поперечных переборок устанавливают раздвижные мишени;
- постепенно совмещая отверстия мишеней со световым лучом от источника (электрическая лампа 300—300 Вт), расположенного у носовой переборки, находят ось валопровода. Диаметр отверстия мишени должен быть 0,75—1,0 мм.

При определении теоретической оси валопровода с помощью стальной струны (стекляня) ее натягивают между конечными точками валопровода, также определяемыми по плазовым координатам. Усилия для натяжения стальной струны следующие:

Диаметр стекляня, мм . . .	0,5	1,0	1,5	1,0
Усилия для натяжения, кН	0,15-0,18	0,6-0,8	1,5-1,7	2,5-2,8

Провисание струны определяется по формуле, мм:

$$y = \frac{qx(L-x)}{2Q},$$

где q — масса 1 м струны, г; x — расстояние до ближайшей точки закрепления струн, м; L — длина струны, м; Q — масса груза для натяжения струны.

Точность установки мишеней относительно теоретической оси валопровода должна быть не ниже 0,05 мм.

Расточку кронштейнов, мортир, дейдвудных труб, наварышей и яблока ахтерштевня производят после пробивки теоретической оси валопровода. Припуск на обработку указанных конструкций до начала расточки должен составлять не менее 20 мм по диаметру. После расточки внутренних отверстий производят обработку торцовых поверхностей и проточку буртика под обтекатель. Шероховатость обработанных поверхностей должна быть не ниже $R_z 20$ мкм. Точность расточки определяется следующими показателями:

- эллиптичность не более 0,08 мм на 1 м диаметра растачиваемого отверстия;
- конусность не более 0,05 мм на длине растачиваемого пояска;
- несоосность растачиваемых поясков не более $0,02L$ мм (L — длина дейдвудной трубы, м);
- неперпендикулярность торцов не выше 0,05 мм на 1 м диаметра подрезки.

Расточку производят в два этапа. На первом этапе — черновом — снимают металл, оставляя 2—3 мм на два последующих прохода. На втором — чистовом — снимают металл толщиной не более 0,3—0,5 мм. После каждого этапа необходимо проверять точность расточки — совпадение осей расточки с контрольными окружностями. Режимы резания при расточке следующие: на первом этапе скорость резания 15—20 м/мин, глубина резания до 12 мм, подача 0,8—1,2 мм/об; на втором этапе скорость резания до 80 м/мин, глубина резания не более 2 мм, подача до 1 мм/об.

Полученные в результате расточки размеры поясков служат для окончательной обработки дейдвудной трубы и втулок кронштейнов.

После расточки опор производят запрессовку дейдвудных труб и втулок. Расточенные рабочие поверхности до запрессовки смазывают солидолом или смазкой ПМС. Точность установки дейдвудной трубы и втулок определяет вид посадки, которая должна соответствовать А2а/П2а со средним гарантированным натягом до 0,03 м. Шероховатость поверхности посадочных поясков должна быть не ниже $R_a 2$ мкм при диаметре до 500 мм и $R_z 20$ мкм при диаметре свыше 500 мм. Окончательно запрессованную дейдвудную трубу крепят с помощью шпилек и гаек или сварки. Концевая гайка дейдвудной трубы должна плотно прилегать к торцу ахтерштевня, при этом зазор не должен превышать 0,1 мм на длине не менее $\frac{2}{3}$ периметра гайки.

Гребной вал устанавливают по растяжкам валопровода с помощью специальной переносной эстакады. Положение гребного вала во втулках определяют по зазорам (табл. 46) между расточкой планок втулок и облицовкой гребного вала. Гребные валы устанавливают как с предварительно насаженными на них гребными винтами, так и без них. Промежуточные и упорные валы ставят на штатные подшипники, смонтированные на отжимных болтах.

Таблица 46

Допускаемые зазоры во втулках опор гребного вала

Наружный диаметр гребного вала, мм	В нижней части втулки, мм		Наружный диаметр гребного вала, мм	В нижней части втулки, мм	
	В опоре гребного винта	В остальных опорах		В опоре гребного винта	В остальных опорах
До 120	0,32	0,22	261—310	0,52	0,36
121—150	0,36	0,24	311—360	0,56	0,40
151—180	0,40	0,26	361—400	0,62	0,44
181—220	0,44	0,29	Свыше 400	0,68	0,48
221—260	0,48	0,32			

Насадку гребного винта производят при помощи специального гидродомкрата, который устанавливают на резьбовой конец вала до упора в торец ступицы и закрепляют специальной гайкой. Затем подают масло от насоса под плунжер. Качество сопряжения определяют по числу пятен краски на внутренней поверхности ступицы винта, которых должно быть не менее 3—5 на площади $25 \times 25 \text{ мм}^2$.

При насадке винта гидропрессовым способом используют насосную станцию ПГНС-600. Масло под давлением подают через просверленное отверстие в ступице винта, осевое перемещение которого контролируют индикатором. Осевое усилие для напрессовки винта должно соответствовать расчетному.

В том и другом случае концевая гайка должна плотно прилегать к торцу ступицы винта, а зазор между торцами не должен превышать 0,1 мм на расстоянии не менее $\frac{2}{3}$ периметра гайки. После установки винта необходимо проверить просадку гребного вала.

Затем приступают к центровке валопровода. В зависимости от конструкции валопровода существует несколько способов центровки (табл. 47).

Центровку валопровода по изломам и смещениям необходимо производить путем последовательной прицентровки промежуточных и упорных валов после установки гребного вала с учетом его провисания. При наличии на валу одного подшипника в качестве второй опоры используют временный монтажный подшипник, установку которого производят с расчетом наименьших провисаний концов валов от собственной массы. Допуски, полученные при измерениях, должны соответствовать значениям, приведенным на номограмме (см. рис. 31, б). Например, смещению $\delta_2 = 0,3 \text{ мм}$ соответствует излом $\varphi_2 = 0,5 \text{ мм/м}$.

Центровку валов с помощью стрел начинают с устранения изломов и смещений осей в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для этого совмещают четыре контрольные риски на диаметрально противоположных сторонах каждого фланца. Затем измеряют зазоры (см. рис. 30, б) в вертикальной (a_1, b_1, c_1, d_1) и горизонтальной (a_2, b_2, c_2, d_2) плоскостях.

Способы центровки валопроводов

Таблица 47

Способ центровки валопровода	Контролируемый параметр	Условия расчета	Средства измерения	Конструкция валопровода
По нагрузкам на подшипники	Расчетные нагрузки на опорный и упорный подшипники	Оптимальные нагрузки определяют исходя из несущей способности подшипника и конструктивной нагрузки	Динамометр	
По изломам и смещениям	Расчетные изломы и смещения в соединенных валах	Изломы и смещения должны обеспечивать оптимальные нагрузки на опоры. Расчет ведут исходя из высотного расположения подшипников и прогиба валов от сил тяжести	Стрелы с индикаторами, линейка и шуп	С подшипниками скольжения и качения
По соосности подшипников валопровода (оптический)	Соосность подшипников относительно оптической оси привода	Смещение подшипников не должно вызывать отклонения оптимальных нагрузок выше допустимых значений	Оптический прибор, фальш-вал с мншенями	С подшипниками качения

Измерения выполняют как в начальном положении, так и после одновременного поворота валов на 180°. Значения изломов и смещений (табл. 48—50) рассчитывают по формулам:

— смещение в соединении

$$\delta = \frac{(a_2 + b_2) - (a_1 + b_1)}{4};$$

— излом в соединении

$$\varphi = \frac{1000 (c_2 + d_2) - (c_1 + d_1)}{2D}.$$

При центровке валов с помощью специального приспособления (рис. 40) изломы и смещения в соединении рассчитывают по следующим формулам:

— смещение в соединении

$$\delta_1 = \frac{(a_1 - a_2) - (b_2 - b_1)}{2};$$

$$\delta_2 = \frac{(c_1 - c_2) + (d_2 - d_1)}{2};$$

— излом в соединении

$$\varphi_1 = \frac{200 (a_1 - d_2) + (b_2 - b_1)}{D};$$

$$\varphi_2 = \frac{200 (c_1 - d_2) + (d_2 - d_1)}{D},$$

где D — диаметр фланца, м.

Контроль смещений осуществляют путем перемещения подшипников. Замеры изломов и смещений производят, как правило, с помощью линейки и щупа — для валов больших диаметров (более 100 мм) и двух пар стрел и щупа — для валов малых диаметров (менее 100 мм). Допускаемые отклонения изломов и смещений от расчетных значений равны соответственно $\pm 0,1$ мм/м и $\pm 0,1$ мм.

Окончательными результатами центровки валов считают: смещение 0,15 мм, излом 0,2 мм/м (при центровке двигателя с валопроводом смещение 0,1 м, излом 0,15 мм/м).

После центровки опорные подшипники закрепляют на фундаменте, установив под лапы подшипников подкладки. Окончательно подшипники устанавливают на стальные клинья или регулируемые сферические или клиновые подкладки (аналогично установке механизмов на соответствующие компенсирующие звенья).

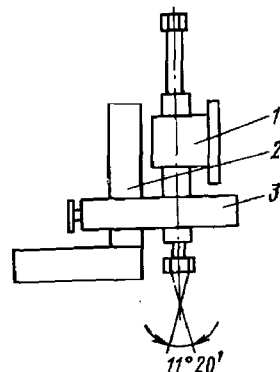


Рис. 40. Схема приспособления для замера излома и смещений.

1 — индикатор; 2 — угольник; 3 — хомут.

Таблица 48

Расчет несоосности валов с помощью линейки и щупа

Место замера	Зазор, мм	Смещение, мм	Зазор, мм	Излом, мм/м
Верх	a_1	$\frac{a_1 + b_1}{2}$	c_1	$\frac{c_1 - d_1}{D}$
Низ	b_1		d_1	
Правый борт	a_2	$\frac{a_2 + b_2}{2}$	c_2	$\frac{c_2 - d_2}{D}$
Левый »	b_2		d_2	

D — расстояние между точками замеров.

Таблица 49

К расчету смещения валов с помощью двух пар стрел и щупа

Положение стрел	Место замера	Зазоры на паре стрел		Смещение, мм
		первой	второй	
До и после поворота на 180°	Верх Низ	a_1 b_1	b_3 a_3	$\delta_B = \frac{(a_1 + b_3) - (b_1 + a_3)}{4}$
После поворота на 90° и 270°	Правый борт Левый борт	a_2 b_2	b_4 a_4	$\delta_r = \frac{(a_2 + b_4) - (b_2 + a_4)}{4}$

Таблица 50

К расчету излома валов с помощью двух пар стрел и щупа

Положение стрел	Место замера	Зазоры на паре стрел		Излом, мм/м
		первой	второй	
До и после поворота на 180°	Верх Низ	c_1 d_1	d_3 c_3	$\varphi_B = \frac{(c_1 + d_3) - (d_1 + c_3)}{2D}$
После поворота на 90° и 180°	Правый борт Левый борт	c_2 d_2	d_4 c_4	$\varphi_r = \frac{(c_2 + d_4) - (d_2 + c_4)}{2D}$

Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между опорными поверхностями. Те же требования предъявляются и к прилеганию головок болтов и гаек к фундаменту или лапе корпуса подшипника.

При центровке валопровода по нагрузкам на подшипники укладку валов на подшипники выполняют, как и при центровке по изломам и смещениям. Сборку фланцевых соединений валов производят без их центровки. Затем с помощью динамометров, ввернутых в отверстия лап подшипников, последние перемещают до тех пор, пока нагрузка на них не достигнет расчетной. Минимальная сумма показаний динамометров не должна отличаться от расчетной более чем на 10%. Заключительными операциями являются замер и установка подкладок, сверление отверстий под штатные болты и установка подшипников на компенсирующие звенья (клинья, подкладки).

Центровку валопровода, установленного на подшипниках качения, производят оптическим способом, центрируя по оси валопровода не валы, а подшипники. Минимальные допуски на расцентровку не должны превышать толщины линии перекрестия прибора и мишени, установленной на подшипнике. При использовании фальшвала угол наклона его оси относительно оптической оси прибора (или стекляня) не должен быть выше 0,6 мм/м. После центровки подшипников грузят валы и производят их сборку.

После окончания центровки проверяют перекося валов в подшипниках и прилегание опорных вкладышей к шейкам валов с помощью щупа, пластина которого толщиной 0,05 мм не должна проходить на глубину 10 мм в нижней части подшипника на дуге от 50 до 70°. Разность боковых зазоров должна составлять 1/6 масляного зазора, а сами зазоры — половину номинального (расчетного) масляного зазора.

Прилегание вкладышей подшипников проверяют по краске, следы которой на нижней части вкладыша должны быть на дуге от 30 до 60°. На площади 25 × 25 мм должно быть не менее 3—4 пятен краски.

При установке переборочного сальника его несоосность не должна превышать 25% диаметального зазора между нажимной втулкой и валом. Набивка сальника должна охватывать вал. Необходимо, чтобы скос в месте стыка был равен 30°. Стыки отдельных колец должны быть разнесены на угол не менее 90°.

§ 32. МОНТАЖ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ

В настоящее время широко применяется монтаж парогенераторов на переходных частях фундаментов. Монтаж парогенератора начинают с подготовки фундаментов. Необходимо, чтобы к этому моменту были закончены все корпусосварочные работы в районе МКО.

Шероховатость опорных поверхностей переходных частей и рам, сопрягаемых с опорами котла, должна составлять не более R_z 40 мкм. На опорных листах фундаментов и переходных ступях должны быть нанесены и накернены центровые риски, соответствующие положению продольной и поперечной осей

опоры, которые необходимо перенести на поверхности вертикальных листов переходной части.

Базами, определяющими положение фундаментов, служат контрольные риски, нанесенные на продольных и поперечных переборках. Эти риски соответствуют координатам прохождения теоретического шпангоута, диаметральной и основной плоскостей и являются монтажными.

Допуски на установку фундаментов следует выдерживать в пределах, указанных ниже:

Характеристика отклонения	Отклонение
Несовпадение рисков, нанесенных на фундаменты, опоры, переходные части и рамы парогенераторов . . .	До 5 мм
Отстояние вертикальных стенок переходных частей от кромок опорных плит фундаментов	Не менее 5 мм
Отклонение положения парогенератора по вертикали от положения по чертежу	Не более ± 15 мм
Отклонение крена от установленного по чертежу	5 мм/м
Отклонение дифферента от установленного по чертежу	2 мм/м

Положение фундаментов проверяют с помощью струн, которые натягивают между поперечными переборками. Каждая струна должна быть параллельна диаметральной и основной плоскостям.

На носовую и кормовую переборки следует вынести центр оси парового коллектора (в случае двух парогенераторов выносят два центра на левый и правый борта, одинаково отстоящие от ДП).

Перед погрузкой опорные поверхности парогенератора должны быть расконсервированы. На судовой фундамент парогенератор ставят совместно с переходными частями, на которые заранее нанесены центровые линии. По этим линиям устанавливают парогенератор. Его перемещение в вертикальном направлении осуществляют с помощью домкратов, а в горизонтальном — с помощью талрепов.

Центровку парогенератора производят по струне, натянутой параллельно оси парового коллектора, от которой опускают отвесы, касающиеся верхней образующей парового коллектора.

Зазор между переходными частями и опорными поверхностями фундамента должен составлять 10—15 мм, при этом ось парового коллектора должна быть выше номинального положения на 60—70 мм (с учетом отрезки технологического припуска не менее 30 мм).

Положение котла относительно ДП по крену и дифференту определяют с помощью отвесов, ватерпаса, шлангового уровня и рулетки (рис. 41). Отклонения не должны превышать следующих значений: по вертикали ± 15 мм; по крену — 5 мм/м; по дифференту — 2 мм/м.

Крен и дифферент измеряют по паровому коллектору.

На судовом фундаменте парогенератор крепят с помощью переходных частей фундамента, рамы и непосредственно к фундаменту.

При креплении посредством переходных частей фундамента одну опору делают неподвижной (рис. 42, а), а остальные — подвижными (рис. 42, б). Неподвижные опоры приваривают к фундаменту. При опускании парогенератора разность высот домкратов должна быть не более 5 мм. Зазоры между кромками

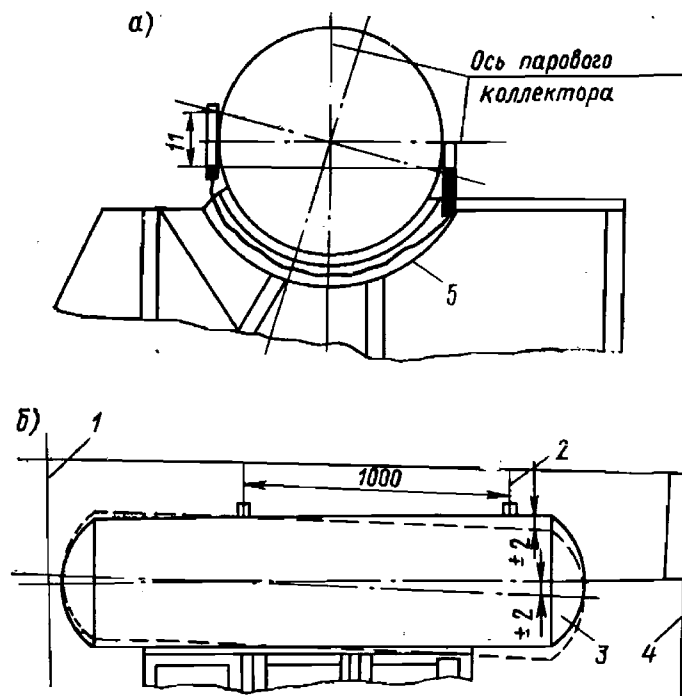


Рис. 41. Проверка положения котла относительно ДП по крену (а) и дифференту (б).

1—кормовая переборка; 2—отвесы; 3—паровой коллектор; 4—носовая переборка; 5—шланговый уровень.

переходной части и опорной поверхностью фундамента не должны превышать 2 мм. Плотность прилегания переходной части к фундаменту определяют щупом, пластина которого толщиной 0,1 мм не должна проходить в двух точках касания одной стороны переходной части. При отсутствии точек касания устанавливают временные подкладки, но не более чем на 40—60 мм от углов переходной части.

Зазоры между опорными поверхностями холодного парогенератора и переходными частями не должны превышать

0,3 мм — на участке 70—100 мм от углов подвижных опор и 100—150 мм от углов неподвижных опор; 0,2 мм — на остальных участках периметра. Прилегание головок болтов, гаек и при-

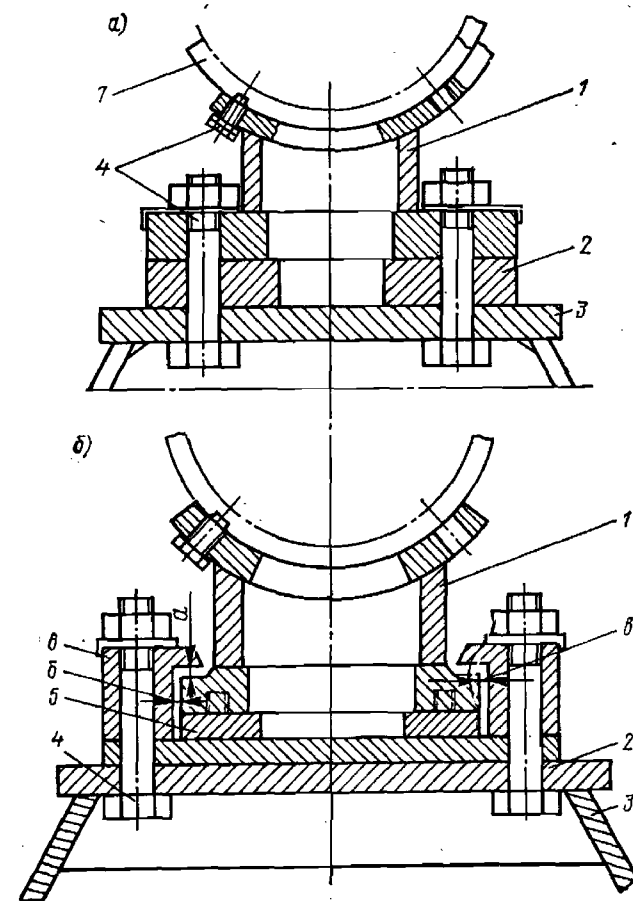


Рис. 42. Неподвижная (а) и подвижная (б) опоры парогенератора.

1—стойка опоры; 2—монтажная плита; 3—фундамент; 4—болты; 5—прокладка из латуни; 6—прижимные планки; 7—коллектор.

жимных планок к плоскостям переходных частей должно быть не более 0,05 мм.

В случае поставки оборудования узлами завершающим этапом монтажа является установка креплений, арматуры, приводов, топочных устройств, систем автоматического горения и питания парогенератора.

Длина ключей с регулируемым крутящим моментом для затяжки гаек регламентирована для каждого размера гайки (табл. 51).

Таблица 51

Моменты для затяжки гаек и длина ключей

Резьба гайки, мм	Условный проход, мм	Длина ключа, мм	Момент для затяжки гаек, кгс·мм	
			номинальный	максимальный
M16	20	210	185	275
	25		255	330
	32		360	450
M20	40	240	650	750
	50		875	1000
	60		875	1000
	70		1000	1200
M22	80	265	1000	1200
	100		1200	1400
	125		1500	1650
M27	150	500	2650	2850
	175		3000	3200

При установке болтов для крепления подвижной опоры должны быть выдержаны следующие зазоры (рис. 42, б):

Обозначение зазора	Допуск, мм
<i>a</i>	—0,8
<i>b</i>	+0,6
<i>b</i>	—0,8
<i>в</i>	—20% номинального значения

Металлические подкладки перед установкой смазывают мастикой одного из следующих составов, %:

Состав 1		Состав 2	
Свинцовый глет	45	Окись железа	55,0
Стальные опилки	21	» марганца	4,5
Охра	17	» кальция	5,3
Магnezия (мел)	12	» магнезия	3,2
Графит серебристый . .	5	» кремния	32

Перед гидравлическими испытаниями парогенератора для проверки проходного сечения труб по ним прогоняют шары, диаметры которых приведены ниже:

Внутренний диаметр трубы, мм	18	21	24	32	38,5	50
Диаметр шара, мм	12,7	17,5	22,2	28,6	33,3	44,5

§ 33. МОНТАЖ УСТРОЙСТВ

Монтаж рулевого устройства выполняют исходя из следующих основных требований:

- перо руля должно находиться в диаметральной плоскости перпендикулярно к основной плоскости;
- отклонение оси баллера от вертикального положения не должно превышать 2 мм;
- смещение оси руля от номинального положения должно быть не более 3 мм;
- углы поворота руля от ДП должны точно фиксироваться упорами;
- должна быть обеспечена водонепроницаемость мест прохода баллера через корпус судна;
- зазоры между пером руля и ахтерштевнем не должны выходить за пределы расчетных;
- втулки ахтерштевня должны быть закреплены по первой прессовой посадке 3-го класса точности.

За базу при проведении монтажа принимают: теоретическую ось баллера руля, ограниченную внутренними поверхностями втулок ахтерштевня, установленных по оси руля; расстояние от основной линии до опорной поверхности корпуса упорного подшипника баллера и углы перекладки руля относительно ДП.

Пробивку оси руля производят с помощью оптических приборов или стальной струны толщиной 0,50—0,75 мм, конечными точками которой служат точки *C* и *D* (рис. 43). Точка *C* должна находиться на строго определенном расстоянии от базового шпангоута. Разметку отверстий под расточку выполняют по струне с помощью специальных устройств, приводом для которых может служить расточной станок типа ЛР. При разметке необходимо выдержать расстояние *A* от струны до рудерпоста ахтерштевня. Несоосность расточки, проверенная с помощью электроштихмаса, не должна превышать 0,3 мм. Необходимо, чтобы опорные плоскости фундаментов верхнего и нижнего подшипников находились в горизонтальной плоскости перпендикулярно струне, отклонение при этом должно быть не более 0,5 мм на 1 м. Окончательная толщина петель *B* должна быть не менее половины диаметра штыря.

Для фиксации положения оси руля на горизонтальных плоскостях петель наносят контрольные окружности и закернивают их.

Руль считают сцентрированным в допусках, если смещение центров штырей и шеек баллера не превышает 0,5 мм.

Для проверки и фиксирования заданных углов перекладки руля под кормой наносят градусную сетку, нулевым отсчетом у которой является линия, совпадающая с ДП. По обе стороны от этой линии наносят отметки: 35° — нормального угла поворота и 36—41° — максимального угла поворота руля.

По окончании монтажа проверяют следующие фактические зазоры (см. рис. 43):

- радиальный зазор между рудерписом пера руля и петлями ахтерштевня, $a = 20 \pm 5$ мм;
- верхний осевой зазор между петлями руля и ахтерштевня, $b = 30 \pm 5$ мм;

— радиальный зазор между рудерписом пера руля и рудерпостом ахтерштевня, $\delta = 20-25$ мм;

— нижний осевой зазор между петлями руля и петлями ахтерштевня, $z = 50-5$ мм.

Плотность прилегания руля к упорам, ограничивающим углы перекладки руля, проверяют с помощью щупа, пластина которого толщиной 0,5 мм не должна проходить по длине упора на 100 мм.

После установки руля фланцы баллера и рудерписа соединяют болтами. На баллере закрепляют румпель так, чтобы его среднее положение соответствовало положению руля в диаметральной плоскости. По румпелю центрируют на фундаменте рулевую машину.

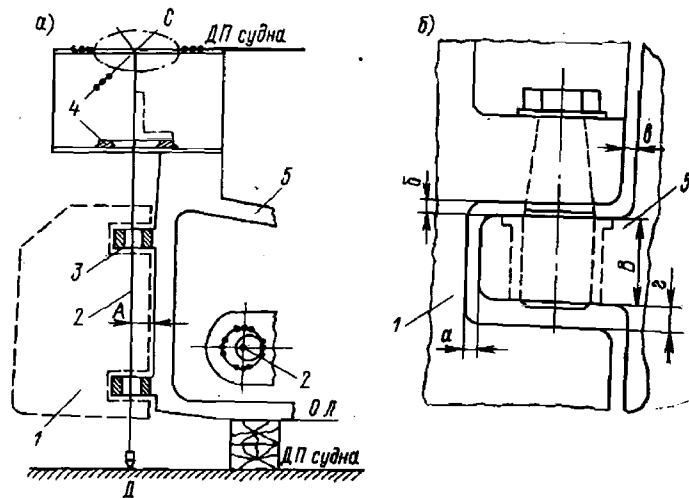


Рис. 43. Схема пробивки оси пера руля (а) и контроля зазоров (б).

1 — перо руля; 2 — струна с грузом; 3 — верхняя петля ахтерштевня; 4 — приварыш; 5 — ахтерштевень.

Монтаж рулевой машины выполняют на пластмассе ФМВ, сферических или клиновых подкладках аналогично монтажу вспомогательного механизма.

При монтаже швартовного и якорного устройств наиболее ответственной операцией является монтаж брашпиля, шпиля и лебедки. Брашпили различной конструкции и массы устанавливают на судовом фундаменте на подкладках: стальных, из твердых пород дерева или пластмассовых (БКД). Наиболее эффективна установка на пластмассе БКД с контролем плоскостности нижней опорной поверхности рамы брашпиля по специальным реперам (рис. 44), которые устанавливают в одну горизонтальную плоскость на судовом фундаменте. Реперы представляют собой болты размером $M10 \times 65$ с закругленным концом. При монтаже брашпиля применяют 30 реперов, из которых по 12 основным реперам выверяют рамы в одной плоскости, по 8 определяют

горизонтальность основных реперов и 10 служат для отсчета расстояния до технологических площадок рамы после ее установки.

Монтаж брашпиля начинают с проверки установки фундамента. При этом продольная осевая фундамента должна совпадать с диаметральной плоскостью. Затем посередине наружных торцов опорных полок фундамента наносят единую контрольную плоскость, параллельную палубной линии, и закернивают ее. После погрузки брашпиля на фундамент размечают и сверлят отверстия под крепежные болты по отверстиям в фундаментной раме. Затем брашпиль снимают с фундамента и сверлят отверстия под реперы, в которых нарезают резьбу. Реперы должны находиться у кромок пластинок, под которые следует устанавливать прокладки БКД. При наличии специальных технологических пластинок устанавливают 13 реперов при помощи штангенрейсмуса на расстоянии 18 мм от контрольной плоскости. Пластина

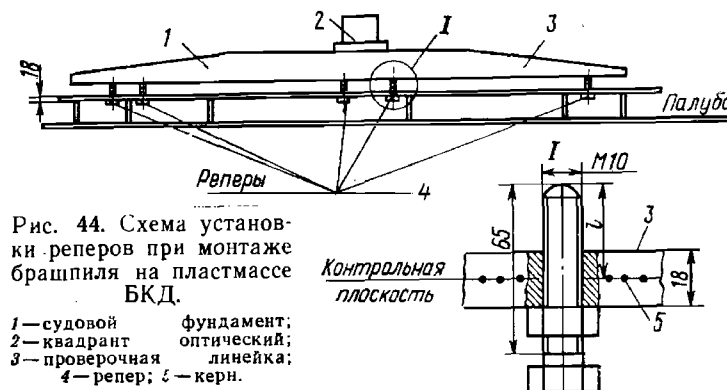


Рис. 44. Схема установки реперов при монтаже брашпиля на пластмассе БКД.

1 — судового фундамента; 2 — квадрант оптический; 3 — проверочная линейка; 4 — репер; 5 — керн.

щупа толщиной 0,1 мм не должна проходить между реперами и наложенной на них линейкой, а отклонения квадранта не должны превышать 1".

После этого брашпиль вновь устанавливают на фундамент и центрируют его по высоте при помощи отжимных болтов. Необходимо обеспечить плоскостность опорной поверхности рамы брашпиля с одинаковыми зазорами между рамой брашпиля и реперами. Зазоры должны быть не менее $4 \pm 0,1$ мм. Горизонтальное положение нижней опорной поверхности рамы достигается путем притягивания рамы трубами к фундаменту. Затем на фундамент наносят пластмассу БКД, опускают брашпиль на отжимные болты и заводят крепежные болты, на которые наворачивают гайки. После отверждения пластмассы демонтируют отжимные болты и равномерно обжимают крепежные болты. Зазор между опорными плоскостями рамы, фундамента и прокладками не должен превышать 0,1 мм. Окончательной операцией монтажа брашпиля является установка упоров.

Технология установки шпиля во многом сходна с технологией установки брашпиля. Работы по монтажу шпиля начинают с подготовки монтажной базы, которой служит ось баллера или

опорные поверхности и разметочные риски наварыша и фундамента.

Редуктор устанавливают на отжимных болтах и прицентрируют фланец вала редуктора к фланцу вала головки шпиль. Допускаемые отклонения на расцентровку должны быть не более 0,05 мм на смещение и 0,1 мм/м на излом.

При монтаже шпиль необходимо соблюдать следующие требования:

- горизонтальность и плоскостность опорных поверхностей приварыша и фундаментов под тормоз и привод шпиль должны составлять не более 4' (в случае установки шпиль на фундамент сверху); при контроле плоскостности опорной поверхности приварыша после обработки должно быть не менее 8 пятен на площади 100 × 100 мм;

- горизонтальность и плоскостность опорной поверхности приварыша под тумбу головки шпиль должны быть ±30', амортизированной поверхности — до 1 мм на 1 м диаметра приварыша; при контроле плоскостности должно быть обеспечено не менее 3 пятен на площади 25 × 25 мм (в случае потолочного крепления шпиль к фундаменту);

- перпендикулярность баллера к редуктору шпиль; при соединении зубчатой муфтой излом осей баллера и вала редуктора допускается до 0,2 мм/м в случае установки шпиль на фундамент сверху);

- перпендикулярность привода шпиль к баллеру; при жестком креплении привода допускается излом осей баллера и выходного вала редуктора до 0,75 мм/м, а при амортизированном — до 1,5 мм/м (в случае потолочного крепления шпиль к фундаменту);

- соосность валов электродвигателя и редуктора (для обоих случаев);

- вертикальность баллера;

- водонепроницаемость соединения головки шпиль с приварышем.

Шпильки и гайки следует устанавливать на графите, разведенном на масле. До установки необходимо окрашивать суриком стержни болтов и шпилек, а после установки — выступающие концы болтов, шпилек, гайки и шайбы.

Монтаж лебедок прост и подобен монтажу вспомогательного механизма на БКД, деревянных, стальных выравнивающих, сферических и клиновых подкладках.

§ 34. МОНТАЖ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Вспомогательные механизмы, устанавливаемые на судне, делят на следующие виды:

- с движущимися частями и без движущихся частей;
- центрируемые и нецентрируемые;
- ручного, механизированного и автоматического управления;
- агрегатированные и неагрегатированные.

Таблица 52

Способы крепления вспомогательных механизмов и агрегатов на судовом фундаменте

Способы крепления механизмов	Область применения	Вид крепления	Допускаемая неплоскостность *, мм (не более)
На клиньях, регулируемых и сферических подкладках	Центрируемые механизмы, для которых необходимо точное сохранение положения стендовой сборки	Рулевая машина, турбогенераторы, компенсаторы	0,1 (допускается 0,15 на 1/3 поверхности пластика)
На выравнивающих подкладках	Механизмы нецентрируемые и не связанные жесткими приводами. Приводы и устройства. Агрегаты на общей раме, деформация которой не влияет на центровку механизмов	Насосы, ручные лебедки, вкладные цистерны, теплообменные аппараты, шпильки якорно-швартовые, лебедки буксирные, вентиляторы машинно-котельных отделений	0,2
Непосредственно на опорной поверхности фундамента	Центрируемые механизмы, из которых один устанавливают непосредственно на фундамент, а второй — на подкладках. Механизмы, воспринимающие большие сдвигающие усилия. Механизмы, устанавливаемые на фундамент — наварыш кольцевой или прямоугольной формы, обработку которого производят в цехе. Механизмы, имеющие небольшие массы и габариты	Насосы	0,3

Продолжение табл. 52

Способы крепления механизмов	Область применения	Вид крепления	Допускаемая неплоскостность *, мм (не более)
На парусиновых подкладках	Механизмы, соединение которых с фундаментом должно быть непроницаемым	—	Не ниже десятой степени точности
На деревянных подкладках	Механизмы, не требующие строгого соблюдения их положения относительно сопряженного с ними устройства или привода	Рулевые ручные машины, электрошвартовые ручные шпиды, брашпиды	0,5
	Агрегаты, приводной механизм которых смонтирован в одном корпусе с исполнительной частью. Теплообменные аппараты, рабочая температура корпусов которых не превышает температуры в машинно-котельных отделениях	Лебедки грузовые, вентиляторы, насосы осевые, центробежные для перекачки вязких жидкостей, поршневые, воздухоохладители, сепараторы масла, конденсаторы масла, конденсаторы и установки испарительные, подогреватели, охладители, испарители, эжекторы, фильтры вязких жидкостей	Не регламентируется

Продолжение табл. 52

Способы крепления механизмов	Область применения	Вид крепления	Допускаемая неплоскостность *, мм (не более)
На пластмассе БКД	Механизмы нецентрируемые	Рулевые машины ручные, шпиды якорно-швартовые ручные, брашпиды, лебедки ручные, насосы осевые и поршневые, сепараторы центробежные, конденсаторы и испарительные установки, подогреватели, охладители и испарители, эжекторы, фильтры вязких жидкостей	Не регламентируется
На пластмассе ФМВ	Агрегаты, смонтированные на общей раме	Рулевые машины электрогидравлические, турбогенераторы, компрессоры вертикальные	
На амортизаторах	Механизмы центрируемые. Механизмы, при работе которых возникает вибрация фундамента. Механизмы, которые необходимо предохранить от резких сотрясений и вибраций корпуса. Механизмы, близко расположенные к вибрирующим механизмам	Дизель-генераторы, дизель-компрессоры, электронасосы, компрессоры	
			0,1 (для амортизаторов типов АПМ, АКМ, двухпластинчатых с резинометаллическими кольцами и им подобных); 0,3 (для амортизаторов типов АКСС, АПС и им подобных)

* Неплоскостность проверяют с помощью щупа и линейки, накладываемой на опорную (проверяемую) плоскость фундамента (пластика). Пластина щупа соответствующей толщины не должна проходить между линейкой и опорной поверхностью.

В связи с этим монтаж механизмов может быть выполнен различными способами с применением разных типов крепления к судовому фундаменту (табл. 52).

При монтаже вспомогательных механизмов основными операциями являются:

- подготовка монтажных баз *;
- транспортировка и погрузка механизмов;
- определение положения механизмов на судне;
- установка компенсирующих звеньев (рис. 45);
- крепление механизмов на судовом фундаменте (рис. 46);
- контроль качества монтажа механизмов.

Подготовка монтажной базы включает следующие работы:

- проверку наличия осевых рисок на фундаменте;
- проверку правильности установки и размеров опорных поверхностей фундамента;
- обработку опорных поверхностей фундамента.

Предельные отклонения размеров фундаментов при их установке относительно базовых плоскостей следующие (рис. 47):

Размеры	Отклонения, мм
A и Б	$\pm (4-5)$
В	± 4
Г и Д	± 3

Непараллельность опорной поверхности фундамента (или продольной оси) относительно базовой плоскости не должна превышать 3 мм при длине фундамента до 2 м и 5 мм — при длине более 2 м. Разность высот полос фундамента должна быть выше 5 мм.

При обработке платиков их уклон в наружную сторону должен составлять от 1:150 до 1:50, как и при установке механизмов на клиновых и сферических подкладках (в исключительных случаях — 1:300). При установке механизмов на регулируемых подкладках и амортизаторах уклон не допускается.

* Монтажной базой называют поверхность или совокупность поверхностей или линий, относительно которых определяют положение механизмов при установке на судно.

Неподвижная общая база — координатная система, связанная непосредственно с корпусом судна (ДП, ОП, мидель-шпангоут и вспомогательные плоскости, параллельные им).

Подвижная базовая система механизма — координатная система, в которую входят поверхности, принадлежащие устанавливаемому оборудованию.

Сопригаемая установочная база — база, при которой требуемое положение механизма при сопряжении с судовым фундаментом достигается без выверки.

Проверочная установочная база — база, при которой требуемое положение механизма при сопряжении с судовым фундаментом достигается путем регулирования ее по сопрягаемым поверхностям.

Основные базы — базы, состоящие из поверхностей, которые связаны точными размерами или геометрическими зависимостями, вытекающими из условий работы механизма.

Вспомогательные базы — поверхности, создаваемые искусственно или используемые только для облегчения установки механизма на судно и не влияющие на его работу.

Двойная направляющая — поверхность, которая лишает механизм четырех степеней свободы, соответственно опорная — трех, направляющая — двух, упорная — одной степени свободы.

Ступенчатость приварных платиков допускается не более 3 мм. Окончательная толщина платиков должна быть не менее 3 мм.

Шероховатость опорных поверхностей фундаментов (платиков) при установке механизмов на клиновых, регулируемых, сферических и выравнивающих подкладках, а также при непосредственной установке на фундамент или с помощью амортизаторов должна быть не грубее 4-го класса.

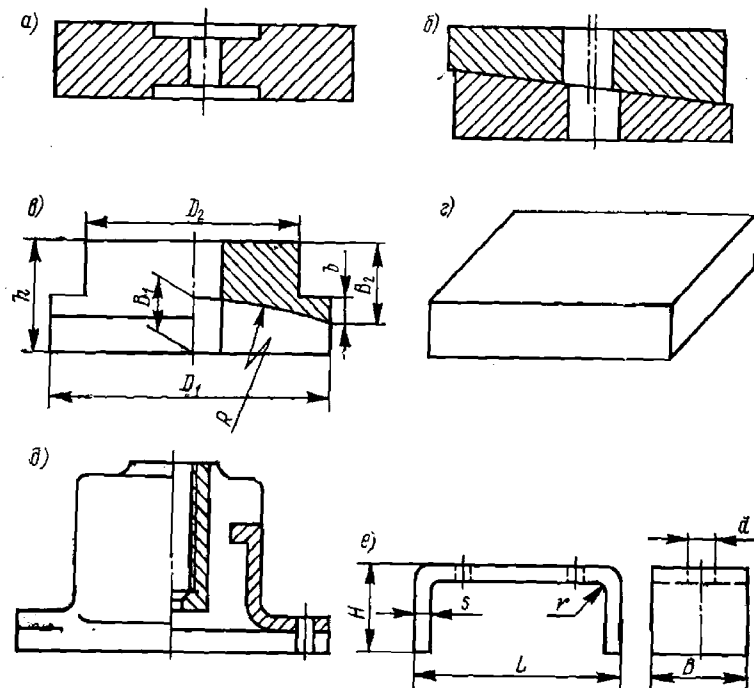


Рис. 45. Компенсирующие звенья: а — клин; б — подкладка регулируемая; в — подкладка сферическая самоустанавливающаяся; г — подкладка (деревянная, пластмассовая); д — амортизатор; е — переходная часть фундамента.

Значения неплоскостности опорной поверхности фундамента после обработки указаны в табл. 52.

Перед погрузкой механизма на судно следует проверить соответствие технической документации (паспорт, формуляр) требованиям технических условий (ТУ) на поставку, обратив особое внимание на срок годности резинотехнических изделий. В погрузке механизмов обязаны участвовать слесари-монтажники.

До начала погрузки во все отверстия и фланцы патрубков устанавливают заглушки, а арматуру и приборы, которые могут быть повреждены или мешают погрузке, снимают и маркируют для последующей их установки после сдачи монтажа механиз-

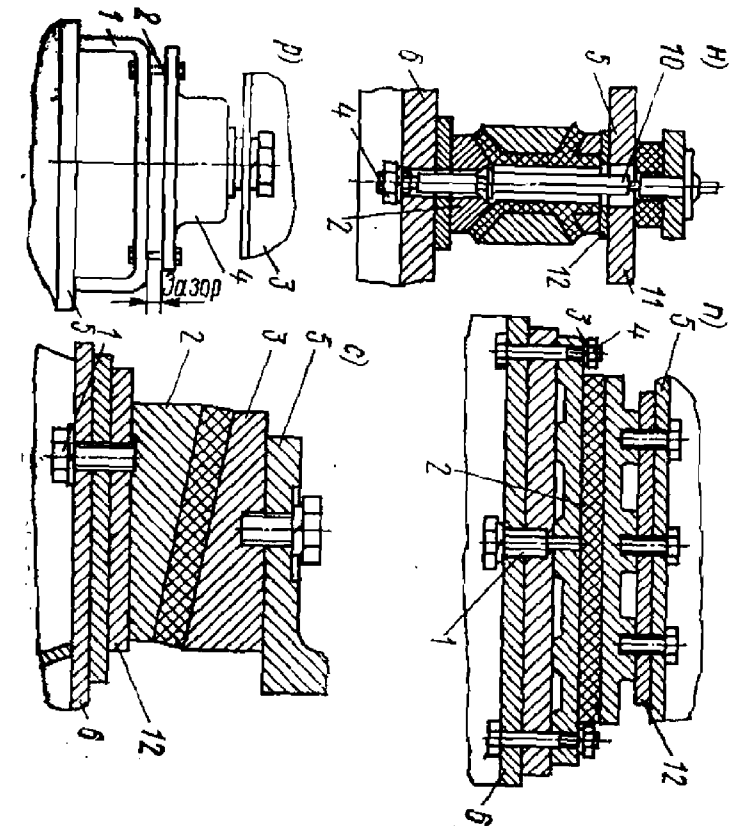
Таблица 53

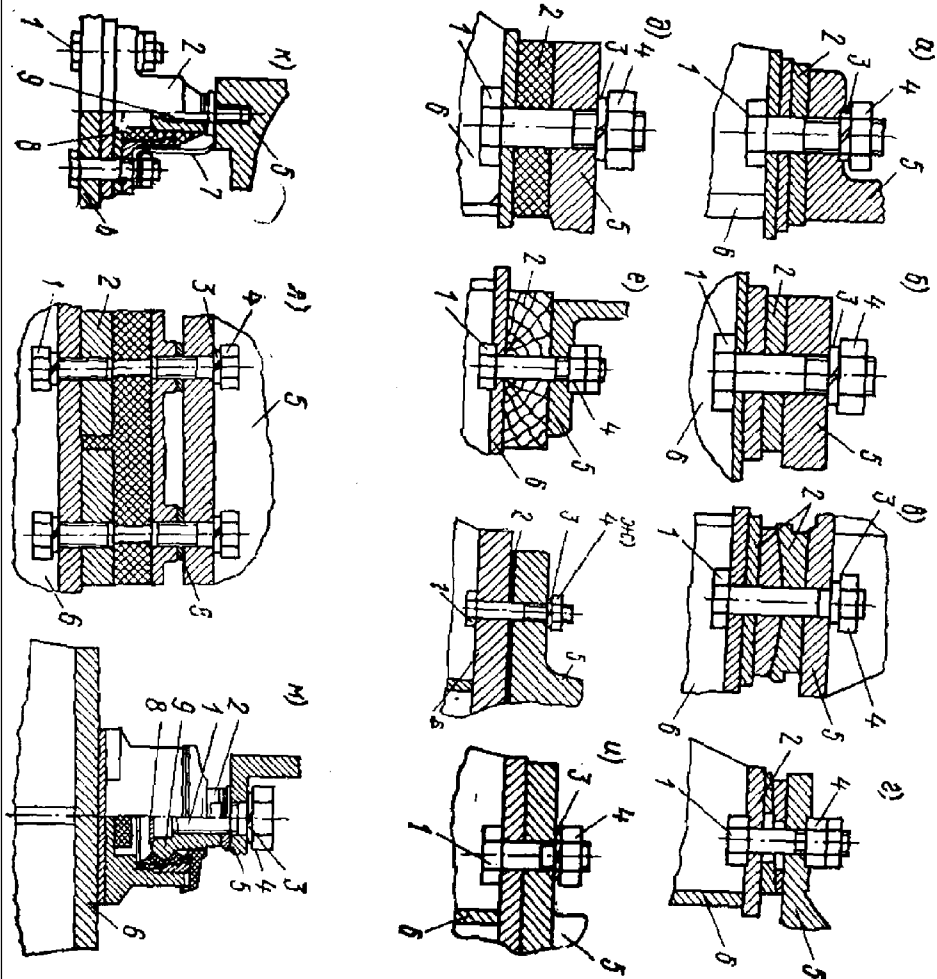
Установка механизмов на фундамент

Способ крепления механизма	Состояние проверяемого сопряжения	Допускаемый зазор в сопряжении *, мм (не более)
На клиновых подкладках	При незатянутых болтах	0,1 на $\frac{2}{3}$ периметра подкладки, 0,15 на остальной части
На регулируемых подкладках	При затянутых болтах в количестве 50% общего числа болтов	0,05 на $\frac{2}{3}$ периметра подкладки, 0,1 на остальной части
На выравнивающих подкладках	При незатянутых болтах для механизмов с движущимися частями и затянутых — для механизмов без движущихся частей	0,2 на $\frac{2}{3}$ периметра подкладки для механизмов с движущимися частями; 0,3 на $\frac{2}{3}$ периметра подкладки — для механизмов без движущихся частей
Непосредственно на опорной поверхности фундамента	При затянутых (50%) болтах	0,1 для механизмов с движущимися частями; 0,2 для механизмов без движущихся частей
На деревянных подкладках	При незатянутых болтах	0,5
На парусиновых подкладках	При затянутых болтах после отверждения сурика	Герметичность проверяется обдувкой воздухом с обмыливанием соединения
На амортизаторах типа АКСС	При наложении амортизатора на платик	0,5
На амортизаторах типа ППС	При незатянутых болтах	0,1 на $\frac{2}{3}$ периметра окружности шайбы, 0,15 на остальной части периметра
На амортизаторах типа АПМ, угловых типа АКМ с резинометаллическими кольцами	При незатянутых болтах	0,2 на $\frac{2}{3}$ периметра амортизатора, 0,3 на остальной части

* Допускаемый зазор в сопряжении проверяют с помощью щупа, пластина которого (определенной толщины) не должна проходить между сопрягаемыми поверхностями на полном (или неполном) периметре соединения.

124





мов. У механизмов, подготовленных к погрузке, расконсервируют опорные поверхности.

Механизм сначала устанавливают на временные деревянные подкладки, чтобы не повредить обработанные опорные поверхности фундаментов и механизмов. Центрируемые механизмы после удаления деревянных подкладок устанавливают на отжимные болты.

Предварительную установку механизма на фундамент производят до совмещения осевых рисок опорной поверхности фундамента с рисками лап механизма (или фундаментной рамы) с соблюдением следующих требований: отклонение расположения механизма от горизонтали или вертикали не должно превышать 3 мм/м и должно быть не более 6 мм на всю длину рамы механизма.

Тип компенсирующих звеньев определяют с учетом назначения и конструкции механизма (см. табл. 51). Качество сопряжения компенсирующего звена с опорной поверхностью фундамента, с одной стороны, и опорной поверхностью лапы механизма, с другой стороны, определяют с помощью щупа. Пластина щупа толщиной, указанной в табл. 53, не должна проходить между сопрягаемыми поверхностями.

При установке компенсирующих звеньев (клиновой, сферической подкладки и т. д.) допускается их свисание с опорной поверхности фундамента до 5 мм (деревянной — до 10—15 мм).

Отверстия в опорных поверхностях фундамента под крепежные болты сверлят через отверстия в лапах механизма и компенсирующее звено, при этом металлические подкладки разрешается прихватывать к фундаменту с помощью электросварки.

Крепежные болты следует заводить со стороны фундамента, а их затяжку производить способом крест-накрест. Прилегание головки болтов и гайки к фундаменту, лапе или раме механизма после закрепления должно быть плотным (при необходимости применяют подрезку посадочных мест на глубину не более 10% толщины лапы механизма или полки фундамента). Плотность прилегания проверяют щупом, пластина которого толщиной 0,05 мм не должна проходить под гайку и головку болта. Длина концов

Рис. 46. Способы установки вспомогательных механизмов на бетонной фундаменте: а — на стальных клиньях; б — на стальных выравнивающих подкладках; в — на сферических подкладках; г — на регулируемых клиньях; д — на пластмассе БКД; е — на деревянных подкладках; ж — на парусиновых подкладках; з — непосредственно на фундамент; и — на амортизаторах типа АКСС; л — на амортизаторах типа АПС; м — на амортизаторах типа КАС; н — на амортизаторах типа АПМ; о — на двухпластинчатых амортизаторах; п — на амортизаторах типа АКСС и переходных частях фундамента; р — на угловых амортизаторах.

1 — болт; 2 — компенсирующее звено; 3 — пружинная шайба; 4 — гайка; 5 — лапа механизма; 6 — фундамент; 7 — перемычка заземления; 8 — выравнивающая шайба; 9 — втулка несущей планки амортизатора; 10 — шпилька; 11 — упорная шайба; 12 — подкладка под амортизатор.

болтов, выступающих над гайками, должна находиться в следующих пределах:

Диаметр болта, мм	Количество ниток
До 8	0—5
10—22	0—4
24—48	0—3

Утопление резьбовой части болта в гайке не допускается.

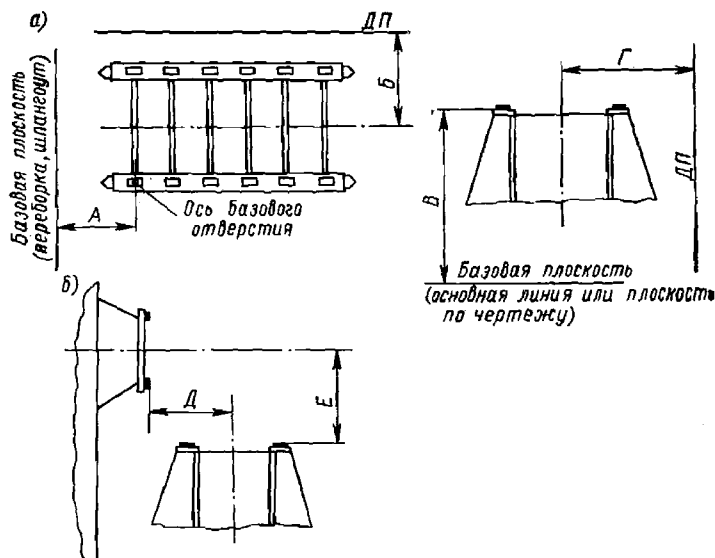


Рис. 47. Допуски на установку фундаментов.

После закрепления механизма на фундаменте и подсоединения всех внешних связей проверяют центровку между отдельными механизмами, установленными на общей раме. Допускаемые отклонения несоосности валов механизмов не должны превышать значений, приведенных ниже:

Тип соединений	Смещение, мм	Излом, мм/м
Жесткие и шлицевые	0,05	0,05
Подвижные (кулачковые или зубчатые) муфты	0,1	0,1
Механизмы, имеющие гидравлические, пластинчатые, фрикционные или упругие муфты	0,1	0,15
Втулочно-пальцевые с резиновыми пальцами либо прорезиненными колодками или дисками	0,15	0,75
Шинные и шинно-пневматические муфты	0,5	0,8

Для механизмов с частотой вращения вала более 2900 об/мин допуски на центровку механизмов вдвое меньше указанных.

Контроль расцентровок производят с помощью двух пар стрел в той же последовательности, что и при проверке центровки главных механизмов.

Другим способом установки — с помощью динамометров — добиваются повторения действия нагрузок на опоры механизма, полученных при стендовой сборке на заводе — изготовителе механизма. Отклонение нагрузок от полученных на стенде (записанных в формуляре или паспорте на механизм) не должно превышать $\pm 10\%$.

Рассмотрим особенности монтажа вспомогательных механизмов с помощью различных типов компенсирующих звеньев.

Стальные клиновые подкладки используют при монтаже центрируемых механизмов, для которых требуется фиксация относительно базовых плоскостей и сохранение геометрических размеров.

Клинья изготовляют по размерам, снятым с места с припуском 0,05—0,1 мм для окончательной пригонки перед установкой на место. Их изготовляют из Ст. 3 прямоугольной или круглой формы. Высоту клина определяют в четырех местах с помощью специального индикаторного прибора. Шероховатость рабочих поверхностей клина должна быть не ниже $R_z 20$ мкм, а предельные отклонения на длину и ширину ± 5 мм.

Обработку клиньев производят с помощью шлифовальных машин. Качество пригонки клиньев определяют посредством стандартного шупа. Высота клина после обработки должна быть не менее 10 мм.

Шероховатость поверхности отверстия клина при установке болта (калиброванного) должна быть не грубее $R_z 2$ мкм.

При изготовлении регулируемых подкладок (клиньев) требования к их обработке такие же, как и к клиновым подкладкам. Регулируемый клин состоит из двух частей, соприкасающихся между собой и имеющих уклон 1:20. На боковые поверхности частей клина наносят риски, по которым определяют точность установки клина. Регулирование клина по высоте достигается сдвигом или поворотом верхней части (диска) относительно нижней. Величина сдвига не должна превышать 10 мм.

Сферические самоустанавливающиеся подкладки (ССП) — см. рис. 46, в — также состоят из двух дисков, которые имеют сопряжение в виде двух сферических поверхностей. Последние должны быть пригнаны одна к другой так, чтобы пластина шупа толщиной 0,05 мм не проходила между ними. Суммарная высота прокладки должна быть не менее 12 мм. Диаметр сферической прокладки не должен превышать ширины лапы механизма (табл. 54). Его выбирают в зависимости от удельного давления на подкладку. Шероховатость сферической поверхности должна быть не грубее 6-го класса, а остальных рабочих поверхностей — не грубее 5-го.

Деревянные подкладки изготовляют из твердых пород дерева (бук, дуб, ясень) толщиной не менее 25 мм. Перед установкой подкладки проваривают в олифе в течение 2—3 ч. Фундамент в местах установки деревянных подкладок зачищают до металлического блеска и окрашивают суриком. Для более плотного при-

Таблица 54

Типовые размеры сферических прокладок, мм
(см. рис. 45, а)

D_1	D_2	B_1	B_2	h	b	R
65	67	10	13	20	3	200
75	70	10	13	20	3	200
85	80	12	21	30	4	200
95	90	12	21	30	4	400
105	100	12	22	30	4	400
115	110	12	22	30	4	400
125	120	14	30	40	4	400
135	130	14	30	40	5	400
145	140	16	32	40	5	400
155	150	16	32	40	5	400

легания подкладку кладут на парусину, предварительно пропитанную железным суриком.

Парусиновые двух- трехслойные подкладки применяют для обеспечения герметичности соединения. Парусину выбирают вареную, водостойкую, дополнительно пропитанную суриком или специальным грунтом.

Монтаж механизмов на пластмассовых подкладках исключает трудоемкую непроизводительную операцию обработки опорной поверхности фундамента.

Подкладки из пластмассы БКД (бакелит — контакт — дерево) используют при монтаже нецентрируемых механизмов из-за усадки пластмассы после затвердевания.

Пластмасса БКД состоит из следующих компонентов:

Состав, м. ч.

Жидкий бакелит марки А	2,0
Контакт Петрова марки КПК1	0,5
Просеянные древесные опилки	0,8
Вода	Остальное

Количество воды зависит от температуры окружающего воздуха и определяется по формуле $n = 0,015(t - 6)$, где t — температура окружающего воздуха, °С.

Для приготовления пластмассы в бачок наливают требуемое количество жидкого бакелита. Затем в другом бачке готовят смесь из воды и контакта Петрова, тщательно ее перемешивая. Смесь выливают в бачок с бакелитом и вновь перемешивают в течение 5—10 мин до получения однородной смеси. Добавляют просеянные через сито (с ячейками не более 3—4 мм) древесные опилки и опять перемешивают. Влажность древесных опилок должна быть не выше 15%. При температуре окружающего воздуха ниже 10 °С для полного отверждения пластмассы опорные поверхности фундамента (рамы) необходимо подогревать до 15—20 °С.

До нанесения пластмассы БКД в фундаменте следует просверлить отверстия под крепежные болты с подрезкой мест прилегания головок болтов. К моменту нанесения пластмассы БКД механизм должен быть подвешен над фундаментом на 150—300 мм с соблюдением соосности отверстий в лапах механизма и на опорных поверхностях фундамента.

Слой пластмассы, наносимый на поверхность фундамента, составляет 18—20 мм. После нанесения пластмассы БКД устанавливают временные металлические или деревянные подкладки для предотвращения выдавливания пластмассы. Высота подкладок должна быть не меньше наносимого слоя пластмассы. После отверждения толщина подкладки должна составлять 10—12 мм (но не менее 6 мм).

Подкладки из пластмассы ФМВ (формуемой малоусадочной волокнистой) используют при монтаже центрируемых механизмов.

Пластмасса ФМВ состоит из следующих компонентов:

Состав, м. ч.

Эпоксидная смола ЭД5	3,0
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	0,45
Дибутилфталат (пластификатор)	0,3
Стекловолокно бесшелочное однонаправленное диаметром 13 мкм и длиной 40 мм (наполнитель)	1,0
Асбестовое волокно при влажности не более 0,2% (наполнитель)	1,0

Для приготовления пластмассы ФМВ в специальный смеситель вводят эпоксидную смолу, дибутилфталат, полиэтиленполиамин и тщательно перемешивают в течение 3—5 мин. Затем порциями добавляют асбестовое волокно и стекловолокно и полученный состав перемешивают (15—20 мин) до получения однородной смеси.

Подкладки из пластмассы ФМВ изготавливают по индивидуальным раздвижным или неразъемным формам. В неразъемную форму пластмассу подают с помощью пневматического пресса для формования. Неразъемные формы допускается прихватывать электросваркой к фундаменту.

Процесс отверждения пластмассы ФМВ длится 1—3 сут в зависимости от температуры окружающей среды (чем выше температура, тем быстрее происходит отверждение).

Ожидаемая усадка ΔH определяется по формуле

$$\Delta H = 0,003H + \frac{p}{50},$$

где H — высота подкладки, мм; p — давление на подкладку, МПа.

Дополнительное уплотнение пластмассы получают путем установки деревянных пробок в отверстия лап механизма. После отверждения пластмассы демонтируют отжимные болты и механизм крепят фундаментными болтами.

Подкладки из пластмассы ЖМ250 (жидкотекучая малоусадочная, с 250% наполнителя) применяют, когда требуется обеспечить водонепроницаемость крепления.

Пластмасса ЖМ250 состоит из следующих компонентов:

Состав, м. ч.	
Эпоксидная смола ЭД5	10,0
Железный порошок	25,0
Полиэтиленполиамин	1,0
Дибутилфталат	1,5

Пластмассу готовят так. Смолу наливают в металлический противень и смешивают в течение 5 мин с дибутилфталатом. Затем добавляют полиэтиленполиамин и все перемешивают (10—15 мин) до получения однородной смеси. Последним добавляют железный порошок (без полиэтиленполиамин пластмассу можно хранить в готовом виде неограниченное время).

Под давлением воздуха 0,1—0,2 МПа пластмассу заливают в герметизированную полость между механизмом и фундаментом, полученную наклеиванием резинового шнура на фундамент. Заливку прекращают после вытекания 15% заливаемого объема пластмассы. Температура отверждения должна быть не ниже 12 °С. Время отверждения — одни сутки.

Пластмассу ЖМ250 (ЖМ150ПК) применяют при монтаже крыльчатых движителей, заполнении кольцевых зазоров между втулкой и отверстием кронштейна гребного вала и в соединениях, где необходимо обеспечить водонепроницаемость при невысоких давлениях.

Пластмасса ЖМ150ПК имеет минеральный наполнитель — пылевидный кварц в количестве 150% к массе эпоксидной смолы. Она обеспечивает водонепроницаемость соединения и имеет повышенную силу сцепления с металлом (1,6 МПа).

Пластмасса ЖМ150ПК состоит из следующих основных компонентов:

Состав, м. ч.	
Эпоксидная смола ЭД5	10,0
Пылевидный кварц	15,0
Полиэтиленполиамин	1,5
Дибутилфталат	1,5

Амортизаторы применяют для уменьшения вибрации и шума работающего механизма. В судостроении используют амортизаторы типа АКСС — амортизатор корабельный сварной со страховкой (табл. 55); АПС — амортизатор пластинчатый сварной; КАС — корабельный амортизатор сварной; АПМ — амортизатор с промежуточной массой; АКМ — амортизатор корабельный многоэлементный; уголовые; двухпластинчатые с резинометаллическими кольцами и др.

Обработку опорной поверхности фундамента при установке механизма на амортизаторах производят без уклона*. Зазоры

* Как исключение допускается уклон не более 1:300.

Таблица 55

Характеристика амортизаторов типов АКСС, КАС и АПС

Типоразмер	Номинальная статическая нагрузка, кгс	Деформация при номинальной нагрузке, мм	Свободный ход в вертикальном направлении, мм	Типоразмер	Номинальная статическая нагрузка, кгс	Деформация при номинальной нагрузке, мм	Свободный ход в вертикальном направлении, мм
КАС-1	6	1,2±0,3	20	АКСС-40И	40	1,2±0,4	8
КАС-2	12	1,2±0,3	20	АКСС-60И	60	1,2±0,4	10
КАС-3	25	0,8±0,3	20	АКСС-85И	85	1,0±0,4	11
КАС-4	45	1,0±0,3	25	АКСС-120И	120	1,5±0,4	12
КАС-5	70	1,0±0,3	24	АКСС-160И	160	1,0±0,4	12
КАС-6	100	1,0±0,3	24	АКСС-220И	220	1,1±0,4	12
КАС-7	140	1,2±0,36	29	АКСС-300И	300	1,1±0,4	12
КАС-8	200	1,0±0,36	29	АКСС-400И	400	1,4±0,4	12
КАС-9	280	0,8±0,24	29	АПС-200	200	4,0±1	20
КАС-10	380	0,9±0,27	34	АПС-300	300	5,6±1,5	18,4
КАС-11	500	0,9±0,27	34	АПС-500	500	6,0±1,5	20
КАС-12	650	0,9±0,27	34	АПС-700	700	6,6±1,5	19,4
АКСС-25И	25	1,0±0,4	8	АПС-1400	1400	6,6±1,5	19,4

между амортизаторами и лапами механизма замеряют после предварительной установки механизма на временные деревянные прокладки. По полученным замерам изготовляют выравнивающие шайбы, толщина которых должна быть не менее 3 и не более 20 мм. Наружный диаметр выравнивающей шайбы должен быть не менее двух диаметров болта или шпильки.

Поверхности шайб должны быть обработаны не ниже R_z 20 мкм. Качество прилегания шайбы к опорной поверхности втулки амортизатора и лапе механизма проверяют с помощью шупа, пластина которого толщиной 0,1 мм не должна проходить на 2/3 окружности шайбы.

Амортизированные механизмы крепят проходными или призонными болтами. Различие между ними заключается в том, что проходной болт входит в отверстие с зазором, а призонный — с натягом. Отверстие под призонный болт после сверления обрабатывают разверткой. Диаметр болта принимают на 0,01—0,02 мм больше фактического диаметра отверстия. До установки призонный болт охлаждают с помощью жидкого азота или углекислоты (сухого льда). Охлажденный болт свободно заходит в отверстие, по мере его нагревания натяг восстанавливается. Количество призонных болтов зависит от возмущающей силы (массы механизма и др.).

Степень охлаждения контролируют по продолжительности охлаждения или кипению жидкого азота. Продолжительность охлаждения призонных болтов указана в табл. 56.

Таблица 56

Продолжительность охлаждения призонных болтов

Охлаждающая среда	Температура болта, К (°C)	Продолжительность охлаждения, отнесенная к 1 мм диаметра болта, мм
Твердая углекислота	223 (—50) 203 (—70)	0,5—0,6 1,0—1,2
Жидкий азот	173 (—100) 83 (—190)	0,8 0,2

При монтаже механизмов на амортизаторах типов АКСС и АПС длину стержня болта следует выбирать с учетом номинальной толщины выравнивающей шайбы, равной 20 мм, причем длина стержня болта, ввинченного в резьбовую часть амортизатора, должна быть не менее одного диаметра болта.

Для упрощения монтажа амортизаторы в период предмонтажной сборки закрепляют на лапах механизма 3 (фундаментной раме) с помощью переходных частей 1 (см. рис. 46, *р*), которые затем приваривают к судовому фундаменту 5. Болты 2, соединяющие амортизаторы 4 с переходными частями, отвернуты, что создает зазор 4—5 мм. Это делают для того, чтобы не повредить резиновый массив амортизатора. После приварки переходных частей в зазор между скобами и амортизатором пригоняют выравнивающие шайбы.

Катеты сварных швов в зависимости от толщины материала переходных частей должны быть следующими:

Толщина металла, мм	4	6	8	10
Катет сварного шва, мм	3	4	5	6

Переходные части изготавливают в зависимости от типа амортизатора (табл. 57).

Монтаж оборудования с охватывающими креплениями (глушители, баллоны, цистерны и др.) производят с помощью бугелей с установкой под них паронитовых, резиновых, парусиновых, свинцовых и других подкладок. На поверхности подкладок не должно быть трещин, надрывов и других дефектов. Они должны быть ровными и гладкими. До установки изделий зачищают неровности на фундаменте и удаляют ржавчину. Опорные поверхности окрашивают. Допускается непараллельность лап бугеля и опорной поверхности фундамента под них до 3 мм.

При установке изделия с охватывающими креплениями их прилегание к фундаменту должно быть плотным. Периметр охвата должен быть не менее $\frac{2}{3}$ полуокружности. Щуп 0,5 мм не должен проходить между соприкасающимися поверхностями. Допускается зазор между изделием и прокладкой или прокладкой и пояском фундамента до 2 мм.

Таблица 57

Размеры переходных частей фундамента под амортизаторы типа АКСС, мм (рис. 45, *е*)

Тип амортизатора	L	B	H	S	r	d	h	Длина развертки
АКСС-10	90	40	35	4	6	7	31	145
АКСС-15	90	40	35	4	6	7	31	145
АКСС-25	90	40	35	4	6	7	31	145
АКСС-40	115	55	40	6	9	9	34	173
АКСС-60	130	65	40	6	9	9	34	188
АКСС-85	150	70	45	6	9	11	39	218
АКСС-120	180	85	55	8	12	13	47	260
АКСС-160	185	90	55	8	12	13	47	265
АКСС-220	190	100	60	8	12	15	52	280
АКСС-300	145	155	60	8	12	15	52	235
АКСС-400	155	175	65	10	12	17	55	261

Крепежные болты должны быть застопорены контргайками, пружинными или отогнутыми шайбами или шплинтами.

При закреплении подвижных опор теплообменных аппаратов, имеющих овальные отверстия, должен быть обеспечен зазор 0,1—0,3 мм (для вспомогательных парогенераторов 0,3—1,0 мм) между буртом (шайбой) распорной втулки и лапой теплообменного аппарата.

При монтаже вспомогательных механизмов применяют способ, при котором разметку и сверление отверстий в опорных поверхностях фундамента, имеющих жесткую связь между опорными полосами, производят в цехе с помощью универсальных кондукторов УКР-1 и УКР-2. До установки кондуктора на опорные поверхности фундамента на нем должны быть нанесены базовые линии, определяющие положение кондуктора на фундаменте — осевая линия одного ряда отверстий и перпендикулярная к ней осевая линия крайнего отверстия или линия, проходящая параллельно двум противоположным рядам отверстий и перпендикулярная ей осевая линия крайнего отверстия. Отклонения размера между осью фундамента и линией ряда отверстий на одной из полок фундамента при ее нанесении не должны превышать $\pm 0,5$ мм, а несоответствие контрольной риски на кондукторе с разметочной риской на фундаменте должно быть не более $\pm 0,5$ мм.

Разметку отверстий по универсальному кондуктору УКР-1 производят в такой последовательности:

- сборка кондуктора и установка каретки продольных перемещений в нулевое положение;
- установка кондуктора на фундамент и совмещение оси отверстия сменного шаблона с риской оси отверстий и осью крайнего отверстия;
- крепление кондуктора к фундаменту;

— разметка через отверстия в сменном шаблоне осей первого отверстия или отверстий под амортизаторы;

— перемещение каретки продольных перемещений и последовательная разметка осей остальных отверстий на одной полке фундамента;

— установка каретки продольных перемещений в нулевое положение;

— установка каретки поперечных перемещений на второй полке фундамента;

— разметка отверстий на второй полке фундамента в той же последовательности, что и на первой полке.

Последовательность установки механизмов, аппаратов и устройств с амортизирующими креплениями такая:

— раскладка и крепление штатными болтами амортизаторов;

— погрузка и установка с помощью отжимных приспособлений механизма;

— совмещение отверстий в лапах механизма с отверстиями амортизаторов;

— замер высоты выравнивающих шайб и их изготовление;

— пригонка выравнивающих шайб, сверление в них отверстий с последующей установкой на место;

— крепление механизма к амортизаторам.

В случае установки механизмов, аппаратов и устройств с жестким креплением выполняют следующие работы:

— нагрузка и установка на фундамент механизмов;

— совмещение отверстий в лапах механизма с отверстиями в фундаменте;

— измерение высот подкладок, их изготовление, сверление в них отверстий и установка;

— крепление механизма на фундаменте.

Кондуктор УКР-1 (рис. 48) позволяет производить разметку отверстий на полках фундаментов. При этом расстояния между отверстиями в амортизаторах находятся в пределах 54—115 мм, а расстояния между осями двух полок — от 150 мм и более при любом пространственном положении фундамента. УКР-1 состоит из продольной 3 и поперечных 1 штанг, кареток поперечных перемещений 2, продольных перемещений 4 и передвижной 6, набора сменных шаблонов 8 и кронштейнов 10. Поперечную штангу 1 изготавливают из прямоугольного бруса со сквозным пазом, на стенках которого имеются У-образные направляющие. Масштабная линейка для отсчета координат расположения отверстий смонтирована на верхней грани бруса.

Каретка поперечных перемещений представляет собой полый корпус, внутри которого установлены две пары направляющих роликов, служащие для ее перемещения вдоль штанги 1. Фиксирование каретки на штанге производят винтом 7, а установку по нулю — винтом 5.

Продольная штанга крепится к каретке поперечных перемещений и представляет собой восьмигранник, по которому перемещается продольная каретка 6. На продольной штанге установлена и передвижная каретка. Каретки продольных 4 и поперечных перемещений 2 имеют одинаковую конструкцию с тем лишь различием, что на нижней части каретки поперечных пере-

мещений имеется пластик для крепления и фиксации сменных шаблонов.

Продольная каретка представляет собой полый корпус, внутри которого смонтированы три пары роликов, из которых две пары служат для перемещения опоры вдоль штанги поперечных перемещений и одна — для перемещения вдоль штанги продольных перемещений.

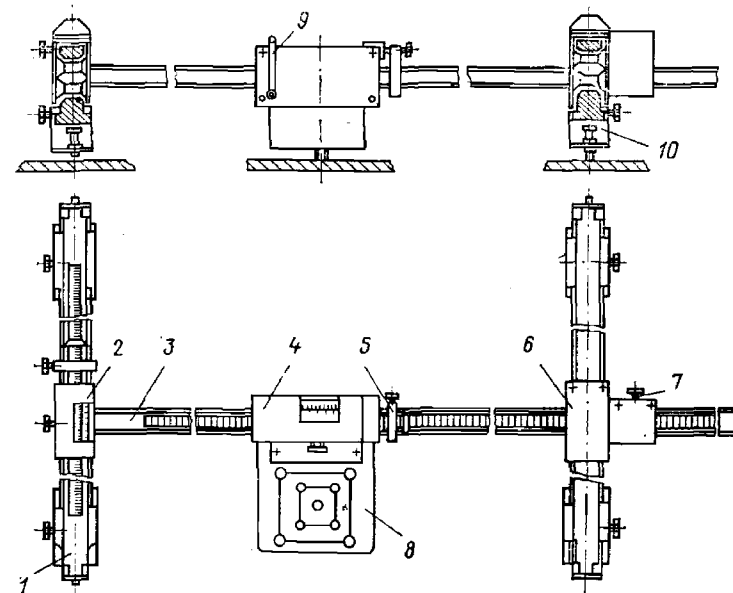


Рис. 48. Универсальный кондуктор УКР-1.

1 — поперечная штанга; 2 — каретка поперечных перемещений; 3 — продольная штанга; 4 — каретка продольных перемещений; 5, 7 — винт; 6 — каретка передвижения продольная; 8 — сменные шаблоны; 9 — эксцентриковый зажим; 10 — кронштейн.

Сменные шаблоны представляют собой кондукторные плиты, в которых просверлены отверстия, соответствующие отверстиям амортизаторов.

Эксцентриковый зажим 9 служит для фиксирования положения кондуктора.

При установке УКР-1 на фундамент, приварные пластики которого расположены близко к торцам продольных опорных полок, технологические планки следует ставить на brackets.

Кондуктор УКР-2 (рис. 49) состоит из каретки 1, продольных 3 и поперечных 4 рам и сменных шаблонов 5. Каретка представляет собой литой корпус с двумя парами взаимно перпендикулярных цилиндрических направляющих. Два уровня, расположенных на верхней поверхности каретки, служат для определения правильности установки кондуктора на фундаменте. На

этой же поверхности находятся два нониуса для отсчета устанавливаемых размеров. Рама продольных перемещений 3 состоит из двух цилиндрических направляющих, соединенных между собой неподвижной опорой 2 и планкой 10. На направляющих установлена подвижная опора 9, перемещение которой зависит от размеров фундаментов.

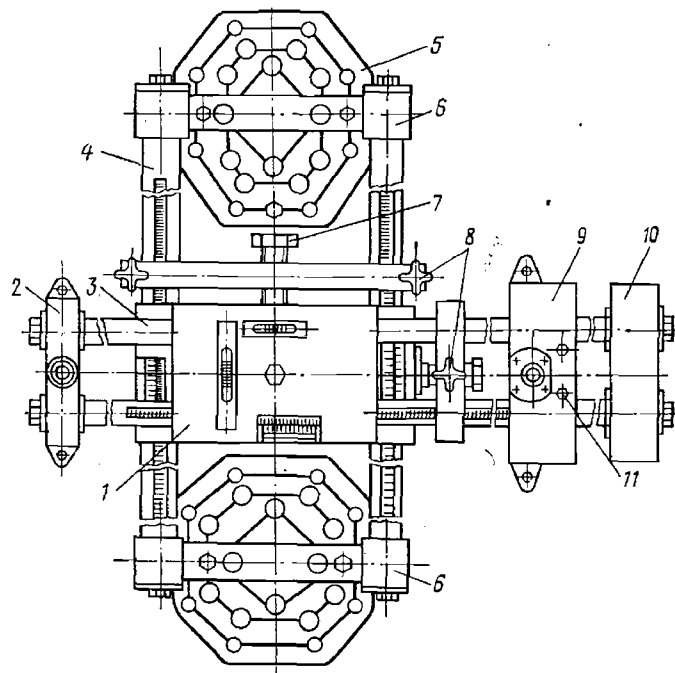


Рис. 49. Универсальный кондуктор УКР-2.

1—каретка; 2—неподвижная опора; 3—продольная рама; 4—поперечная рама; 5—сменные шаблоны; 6—кронштейн; 7—винт; 8—хомут; 9—подвижная опора; 10—планка; 11—тангенциальные зажимы.

Тангенциальные зажимы 11 предназначены для фиксации подвижной опоры 9 на направляющих, на одной из которых закреплена линейка для установки размеров.

Рама поперечных перемещений 4 состоит из двух цилиндрических направляющих, связанных по краям кронштейнами 6, к которым крепят сменные шаблоны. Линейки, установленные на направляющих, предусмотрены для определения размеров.

Разметку отверстий по кондуктору УКР-2 производят в такой последовательности:

- сборка кондуктора;
- установка каретки в нулевое положение в продольном направлении;

- установка кондуктора на фундамент;
- совмещение оси кондуктора с риской на оси фундамента;
- совмещение оси отверстия в сменном шаблоне с линией, проходящей перпендикулярно к оси кондуктора, через ось первого отверстия в полке фундамента;
- крепление кондуктора к фундаменту;
- перемещение сменного шаблона в поперечном направлении и установка на одну из полок фундамента;
- разметка оси первого отверстия через отверстия в сменном шаблоне;
- разметка остальных отверстий при последовательном перемещении каретки вдоль направляющих штанг;
- установка каретки по длине кондуктора в нулевое положение;
- перемещение второго сменного шаблона на другую полку фундамента;
- разметка отверстий на второй полке фундамента.

При установке УКР-2 на фундамент, brackets которого не имеют поясков, технологические планки следует ставить на brackets.

§ 35. АГРЕГАТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В судостроении под агрегатированием понимают метод компоновки помещений судов из агрегатов и блоков. Разновидности агрегатных компоновок называют сборочно-монтажными единицами, к которым относят:

— монтажный узел (самая мелкая сборочная единица) — соединение нескольких деталей или изделий, конструктивно взаимосвязанных;

— агрегат* — сборочная единица, в состав которой входят механизмы, аппараты, трубопроводы и др., собранные на общей опорной конструкции и выполняющие самостоятельные функции в составе изделия (рис. 50)**;

— монтажный блок — сборочная единица, состоящая из агрегатов и узлов, собранная на общей опорной конструкции, независимо от выполняемых оборудованием функций в составе изделия;

— модуль — унифицированный или стандартизированный агрегат, имеющий определенные габаритные размеры и технические характеристики;

— зональный блок — укрупненная сборочная единица, скомпонованная из унифицированного и стандартизированного оборудования, агрегатов, трубопроводов и т. п. Зональный блок монтируют на общей опорной конструкции.

Проектирование сборочных единиц осуществляют с помощью масштабного макетирования — наиболее прогрессивного способа.

* Агрегат (лат. aggregate) — присоединять.

** На рис. 50 приведена схема по наиболее полному составу сборочной единицы.

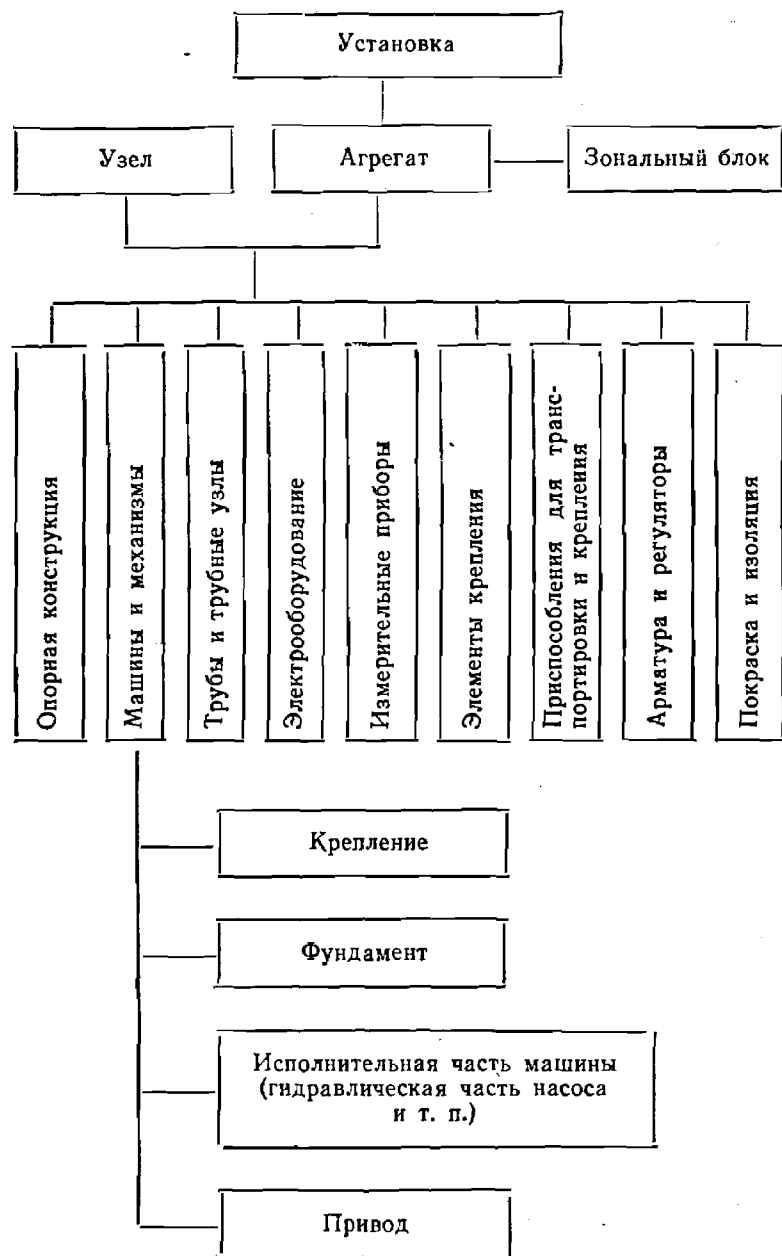


Рис. 50. Схема состава сборочно-монтажной единицы.

Основой является типизация сборочных единиц по принципу включения унифицированных и стандартизированных элементов.

Модульный метод постройки судна включает в себя создание сборочных единиц оборудования — модулей — унифицированных и стандартизированных агрегатов. Модульно-агрегатный метод монтажа судового оборудования позволяет перенести более половины объема монтажных работ с судна в цех, в результате чего повышается производительность труда, качество работ и культура труда слесаря-монтажника судового.

Зональное агрегатирование — качественно более высокая ступень, позволяющая применять крупноблочный метод монтажа оборудования. Масса зонального блока достигает 100 т и более, а количество оборудования — до 90% всего находящегося в данном помещении судна (чаще МКО).

Сборочные единицы должны отвечать следующим требованиям:

- состоять из унифицированных и стандартизированных элементов (механизмов, труб, приборов и т. п.);
- иметь необходимый доступ для монтажа, демонтажа и обслуживания;
- иметь жесткость опорных конструкций, обеспечивающую расчетные значения соосности смонтированных на них механизмов;
- конструкция должна исключать деформации опорной конструкции при транспортировании и установке.

Процесс изготовления и монтажа агрегатов включает следующие основные операции:

- изготовление рам и каркасов;
- установку механизмов, оборудования и аппаратов на фундамент (раму, опорную поверхность и т. д.) с последующей центровкой и окончательным креплением;
- установку арматуры и систем, входящих в агрегат;
- изготовление труб и трубных узлов с последующим их монтажом и испытанием в составе агрегата;
- установку электрооборудования, приборов теплоконтроля;
- погрузку и установку агрегата на судовой фундамент;
- подсоединение труб систем к агрегату с проверкой плотности смонтированных соединений (при необходимости следует производить проверку центровки механизмов, входящих в агрегат);

— пооперационный контроль качества монтажа и испытаний в период изготовления агрегата в цехе и его монтажа на судне.

Агрегаты состоят из сборочных единиц, комплектов и деталей (рис. 51). Сборочная единица, в свою очередь, состоит из изделий, соединенных между собой в процессе сборочных операций. К сборочным единицам относят фундаменты (рама, станна и т. д.), механизмы, аппараты.

Комплекты — изделия, не соединенные между собой и имеющие общее эксплуатационное назначение. Например, комплект арматуры или трубы с деталями и соединениями.

Детали — изделия, после комплектования которых получают комплекты (краны, приварыши, перемычки и т. п.).

При изготовлении агрегатов наиболее сложные операции — центровку механизмов, подгонку компенсирующих звеньев, рей-

беровку отверстий и установку призонных болтов — производят в цехе.

Изготовление зональных блоков начинают с установки насыщения и фундаментов в цехе по кондуктору на специальном стенде, форма и размеры которого полностью соответствуют судовому помещению. Точность установки фундаментов и агрегатов достигается с помощью специальных улавливателей стенда, благодаря чему исключается проведение разметки при выполнении очередного зонального блока. Одновременно изготавливают обрешетник. Для транспортировки окончательно изготовленного зонального блока устанавливают и сваривают между собой погрузочные рамы, которые демонтируют сразу же после монтажа зонального блока на судне.

Перед транспортировкой зонального блока на судно его поднимают над стендом на 500 мм и выдерживают в течение 5 мин с целью определения прочности и качества сварки рам и обрешетника.

Заключительными операциями являются: монтаж зонального блока на судне с одновременным проведением демонтажа погрузочных рам; подсоединение магистральных трубопроводов; контроль качества монтажа.

§ 36. МОНТАЖ СИСТЕМ И ТРУБОПРОВОДОВ

К монтажу труб приступают после их установки на временных болтах и подвесках. Временные болты и подвески заменяют штатными, после чего собранные трубы окончательно крепят. После изготовления забойных труб, компенсирующих неточности трассировки магистральных труб, приступают к их монтажу.

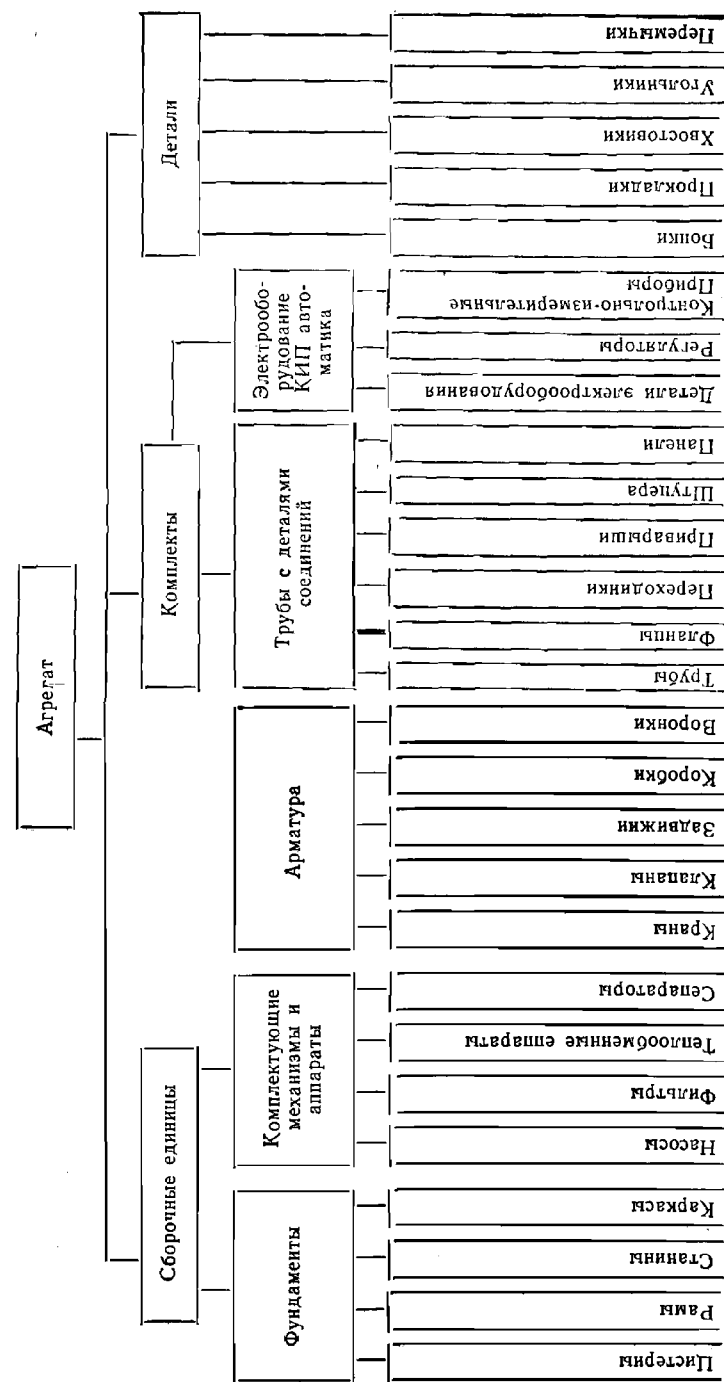


Рис. 51. Классификация составных элементов судовых агрегатов.

Таблица 58

Допускаемые отклонения при монтаже труб

Характеристики жесткости монтажной линии трубопровода				Отклонения, мм		
Форма трубо- провода	Сумма проекции звеньев трубопроводов		Диаметр трубы, мм	Непарал- лельность $a_1 - a_2$	Несо- осность b	Зазор $\frac{a_1 + a_2}{2}$
	Σl	Σc				
Пря- мая	До 3	—	До 100 Свыше 100	0,3 0,3	3 1	0,5 0,3
	Свыше 3	—	До 100 Свыше 100	0,5 0,5	10 3	1,5 1
С по- гибами	До 1	До 1	До 100 Свыше 100	0,5 0,5	3 2	3 2
	Свыше 1	Свыше 1	До 100	1	10	5
	До 3	До 3	Свыше 100	1	3	3
	Свыше 1	Свыше 3	До 100	1,5	25	10
	До 10	До 5	Свыше 100	1,5	10	7
	Свыше 10	Свыше 5	До 100 Свыше 100	2 2	40 20	15 10

Таблица 59

Зазоры между концами медных и медно-никелевых
труб при стыковой сварке, мм

Толщина стенки трубы, мм	Медные трубы	Медно-никелевые
1—2	0—1	0—1
2,5—3,5	1—2	1—2,5
4—5	1,5—2,5	3—4
6—7	2—3	—
8—10	3—4	—
15	4—5	—

Основные требования при монтаже систем и трубопроводов следующие:

— трубы различных систем должны проходить по возможности параллельно одна другой без образования участков (мешков), в которых может скапливаться жидкость;

— арматуру и разъемные соединения не следует располагать над приборами и электрооборудованием;

— подвески необходимо надежно крепить к судовым конструкциям, располагать в местах действия наибольших нагрузок на трубопровод и исключать его вибрацию (запрещается установка подвесок на патрубки амортизированных механизмов);

— трассы трубопроводов следует располагать так, чтобы было удобно производить их монтаж и демонтаж;

— все механизмы и арматура должны быть расконсервированы, иметь маркировку и приемо-сдаточную документацию, подтверждающую их приемку ОТК завода-изготовителя;

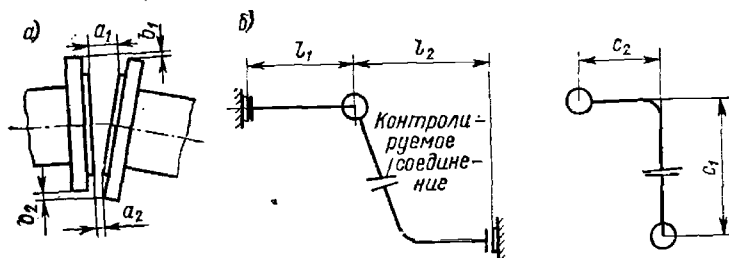


Рис. 52. Соединение труб (а) и проверка отклонений (б).

— отстояние труб (с учетом изоляции) и арматуры от близкого расположенных трубопроводов, корпусомонтажного насыщения и трасс электрокабелей должно быть не менее 5—10 мм;

— трубы и арматура не должны загромождать проходов, перекрывать лазы, горловины и сходы;

— при сборке путевых соединений концы труб следует совмещать свободно без применения рычагов и других приспособлений, которые могут исказить форму элементов трубопровода;

— монтаж крепежных деталей (гаек, болтов, муфт) необходимо производить с помощью ключей с нормальной длиной рукоятки, обеспечивая равномерное обжатие прокладок и нормальную затяжку болтов и шпилек;

— отстояние труб от настила должно быть не менее 50 мм;

— натяг при сборке труб не должен превышать допускаемых значений, указанных в монтажном чертеже, чтобы не создавать дополнительные нагрузки на арматуру, механизмы и другое оборудование;

— допускаемые отклонения при сборке соединений (рис. 52) не должны превышать значений, указанных в табл. 58;

— крепежные детали фланцевых соединений, расположенных вне судовых помещений, а также детали, не имеющие защитных покрытий, и паронитовые прокладки трубопроводов, транспорти-

Таблица 60

Зазоры между концами стальных труб при стыковой сварке, мм

Толщина стенки трубы, мм	Соединение		
	муфтовое	на подкладном кольце	без подкладного кольца
2—2,5	} 10	2 ⁺¹	0,5 ^{+0,5}
3—8		2 ⁺¹ —2,5 ⁺¹	1 ^{+0,5}
8—14		3 ⁺¹	2 ^{+0,5} —2 ⁺¹
16—20		5 ₋₁	2 ⁺¹

рующих горячие среды, перед установкой следует смазывать графитовой смазкой;

— расположение монтажных сварных стыков труб и их отстояние от корпусомонтажного насыщения и соседних трубопроводов должно обеспечивать нормальное выполнение процесса сварки;

— зазор между концами труб при сварке встык зависит от их толщины (табл. 59, 60);

— гайки к фланцам должны прилегать плотно по всей плоскости;

— прокладку следует располагать строго концентрично диаметру трубы; материал прокладок необходимо выбирать в зависимости от транспортируемой рабочей среды и ее параметров — давления и температуры (табл. 61);

— резьба болта или шпильки должна выступать над гайкой на 1—5 ниток в зависимости от диаметра и шага резьбы (табл. 62);

— стальные болты, гайки и шайбы должны быть оцинкованы, кадмированы или фосфатированы (алюминиевые — оксидированы), а после окончания монтажа загрунтованы;

— в местах контакта деталей из алюминиевого сплава со стальными необходимо устанавливать изолирующие прокладки из тиоколовой ленты, полиизобутилена и т. п.;

— длина рукавных муфт зависит от диаметра соединяемых труб и должна находиться в пределах:

Наружный диаметр трубы, мм . 12—32 35—57 65—89 105—133 155—159

Длина рукавной муфты, мм . . . 68—70 76—78 83—85 194—196 210

— при монтаже труб с рукавными соединениями хомуты следует располагать на расстоянии не менее 10 мм от торца муфты; в случае соединения труб, подходящих к амортизированным механизмам, расстояние между концами труб, соединяемых рукавными вставками, должно составлять $(3 \div 5)D_n$ трубы;

Таблица 61

Материал прокладок, рекомендуемый для различной среды

Материал прокладок	Среда	Максимальное давление, МПа	Максимальная температура, К
Сталь 0,5кп, 08кп Сталь 0Х18Н10Т Паронит Железо Армко Сталь 35ХМЮА	Пар насыщенный и перегретый	10,0 5,0 6,4 14,0	783 723 723 873
Резина пищевая Прессшпан Резина с тканью теплостойкая Паронит Железо Армко Картон Фторопласт	Вода питьевая	0,6 1,0 5,0 10,0 1,0 3,2	323 413 523 543 363 323
Резина теплостойкая Паронит Медь М1, М3 Пластикат, фторопласт	Воздух	0,6 5,0 20,0 2,5	363 523 523 313
Фибра УГФ Медь	Углекислота	8,0 20,0	305 305
Медь Паронит	Фреон Аммиак газооб- разный	2,5 3,5	333 308
Асбестовая ткань Шнур асбестовый Картон асбестовый Паронит прессованный вулканизированный	Дымовые и выхлопные газы	25,0 250 25,0 25,0	723 723 873 723
Картон прокладочный Фибра КГФ Паронит УВ-10	Легкое и тяжелое топливо	1,0 8,0 15,0	323 305 423

Продолжение табл. 61

Материал прокладок	Среда	Максимальное давление, МПа	Максимальная температура, К
Резина маслостойкая	Нефть, керосин, мазут, бензин, масло	15,0	343
Резина кислотостойкая	Вода техническая пресная и заборная	0,6 1,0 5,0	323 323 323
Картон, прессшпан Паронит			
Паронит Алюминий	Аммиак газоб-разный	3,5 6,0	308 323
Резина кислотно-щелочная Фторопласт-3	Растворы слабо-щелочные и слабо-кислые	0,6 2,5	323 323
Картон, прессшпан Пластикат Паронит	Масло минеральное	1,0 2,5 5,0	323 313 373
Паронит (перед установкой пропитать в глицерине)	Фреон	6,0	393

Таблица 62

Число ниток резьбы, выступающих над гайкой

Диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы, мм	Число выступающих ниток резьбы, шт.
До 8	0,40—1,25	1—5
10—22	1,50—2,50	1—4
24—48	2,5—5,0	1—3

— подвески на трубах следует располагать вблизи арматуры и соединений; расстояние между подвесками зависит от диаметра и назначения трубопровода (табл. 63);

Таблица 63

Расстояние между подвесками

Диаметр трубопровода, мм	Трубопровод общего назначения	Трубопровод, к которому предъявляются особые требования
6—20	0,8—2,2	0,6—0,8
20—45	1,2—1,5	0,8—1,0
45—100	1,5—2,0	1,0—1,4
Свыше 100	2,0—3,0	1,4—2,0

— пригонку фланцевых труб к фланцам сильфонных компенсаторов со стяжками и без стяжек следует производить, соблюдая допуски, указанные в табл. 64;

Таблица 64

Предельные отклонения на пригонку фланцев

Условный диаметр компенсатора, мм	Зазор, мм (не более)	Перекос, мм (не более)	Смещение осей, мм (не более)
80—100	1,5	1	1
125—200	2	1,5	2 *
250 и более	3	2	2

* Для компенсаторов без стяжек смещение равно 1,5 мм.

— монтаж сильфонных компенсаторов необходимо производить с установленными фиксаторами и защитными кожухами, в случае отсутствия штатных фиксаторов следует устанавливать временные ограничители (рис. 53);

— протекторы, устанавливаемые на трубы, должны быть заземлены с помощью тросиковых перемычек;

— штуцерные и муфтовые соединения труб из сплава АМг должны быть собраны на смазке АМС;

— рукавную муфту следует устанавливать с натягом, равным 1—2 мм;

— на свободные концы труб и арматуры при монтаже необходимо ставить временные заглушки с целью обеспечения чистоты их внутренней поверхности;

— приводы к арматуре нужно устанавливать с соблюдением требуемых углов наклона шарниров и обеспечения удобства их обслуживания;

— наибольшее расстояние между опорами приводов вращения не должно превышать: для горизонтальных участков привода 3 м, для вертикальных или наклонных — 4 м;

— болты и шпильки для крепления фланцев на открытых палубах должны быть выполнены из стали с 4-м, 6-м классом прочности, а в закрытых помещениях — из стали с 4-м, 8-м или 5-м, 8-м классом прочности;

— при монтаже труб из коррозионно-стойких сталей и сплавов требования к чистоте и качеству их поверхностей более жесткие, чем к трубам из углеродистых сталей и цветных сплавов;

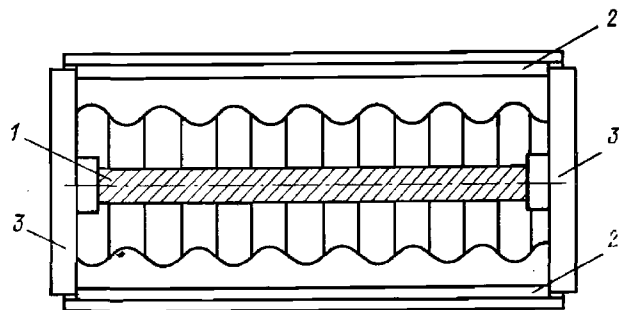


Рис. 53. Схема установки ограничителей на компенсаторах с разгрузочными тягами.

1 — тросовая разгрузочная тяга; 2 — фиксаторы (угольник 25×25×3); 3 — фланцы.

— арматура, поступающая на монтаж, должна быть очищена, обезжирена, а на ее отверстия должны быть установлены заглушки, имеющие пломбы;

— при монтаже соединений допускаемые отклонения не должны превышать приведенных в табл. 65;

— для трубопроводов, транспортирующих среды с повышенной температурой, допускается применять смазку ЦИАТИМ с графитом (в пропорции 1:1) для предотвращения заедания резьбы штуцерных соединений;

— при монтаже труб со сварными стыковыми соединениями расстояние от стыка до погиба должно составлять не менее 500 мм, при этом до начала сварки концы труб на расстоянии 20 мм от торцов должны быть зачищены и обезжирены ацетоном или уайт-спиритом, а в процессе сварки защищены асботканью от попадания брызг расплавленного металла;

— изломы осей труб, монтируемых с помощью сварных стыков, не должны превышать следующих значений:

Диаметр трубы, мм .	До 15	15—100	Более 100
Излом на 20 мм длины, мм	0,15	1	1,5

Таблица 65

Допуски на монтаж соединений труб из коррозионно-стойких материалов, мм

Отклонения	Диаметр труб					
	до 100		от 100 до 200		свыше 200	
	Сталь	Сплав	Сталь	Сплав	Сталь	Сплав
От параллельности уплотнительных поверхностей	1,5	1	2,5	2	3	2,5
От соосности соединяемых концов труб	Не более 2 у прямых труб и 4 — у труб с погибами					

— глубина маркировки стыков труб диаметром более 50 мм не должна превышать 0,3 мм; для труб диаметром до 50 мм маркировку осуществляют с помощью бирок — манжет из коррозионно-стойкой листовой стали толщиной 0,3—1,0 мм;

— для систем и трубопроводов, смонтированных по чертежам с координатами трасс, трубы которых изготовлены по технологическим эскизам, допускаются отклонения от заданных координат трасс в пределах, указанных в табл. 66;

— испытания систем и трубопроводов на плотность и прочность на судне производят путем заполнения их полостей водой с помощью насосов типа ПГН (табл. 67), воздухом или рабочими средами (топливо, масло и др.); значения пробных давлений при испытаниях указаны в табл. 14;

— в случае гидравлических испытаний систем и трубопроводов при отрицательной температуре окружающего воздуха (до 258 К) следует применять следующие незамерзающие растворы:

Компонент,	Количество, г
Глицерин	450
Вода	550
Мыльный порошок	35

— при испытании систем и трубопроводов воздухом допускается колебание давления воздуха, определяемое по формуле

$$\Delta p = p_n \frac{t_k - t_n}{273 + t_n},$$

где p_n — давление в начале испытания, МПа; t_n , t_k — температура в начале и конце испытания, °С;

— в случае проведения гелиевых испытаний при температуре окружающего воздуха ниже 283 К переносная установка должна иметь тепловую изоляцию;

Таблица 66

Допускаемые отклонения трасс трубопроводов
от заданных координат, мм

Контролируемые участки	В плоскости проекции чертежа	В плоскости, перпендикуляр- ной к проекции чертежа
Клапанные коробки, детали крепления труб и арматуры	20	10
Магистральные трубы в пане- лях	30	20
Магистральные трубы и трассы труб	40	20
Ответвления от магистралей труб в районе патрубков меха- низмов и трубы, расположенные в верхних ярусах трюмов	60	40

Таблица 67

Технические характеристики пневмогидравлических
насосов типа ПГН

Характеристика	ПГН-100	ПГН-300	ПГН-1000
Наибольшее давле- ние, МПа	10	30	100
Производительность, л/мин	3	1,5—3	2
Давление сжатого воздуха, МПа	0,4	0,4	0,4
Диаметр, мм: воздушных цилинд- ров	110	150	190
плунжеров	18	12—18	18
Ход поршня и плун- жера, мм	65	65	65
Габариты, мм	542 × 253 × × 360	240 × 430 × × 575	290 × 570 × × 575
Масса, кг	40	58	85

— системы и трубопроводы, к которым предъявляются высо-
кие требования в отношении чистоты внутренних полостей, долж-
ны быть продуты обезжиренным воздухом, имеющим точку росы
не выше 243 К при отсутствии паров масла;

— при испытании систем давление следует поднимать ступе-
нями по 0,5—1,5 МН/м² (5—15 кгс/см²);

— при испытании систем общего назначения, имеющих да-
вление рабочей среды не выше 2,5 МН/м² для труб со штуцер-
ными соединениями и 1,6 МН/м² для труб с фланцевыми соеди-
нениями, допускается проводить совмещенные испытания на
прочность и плотность; при этом трубы, имеющие отrostки и от-
ветвления, должны быть испытаны на прочность в цехе;

— при испытании труб на прочность на судне трубы долж-
ны находиться под давлением не менее 10 мин для возможности
осмотра и фиксирования постоянства давления.

Монтаж системы главного пара начинают с установки вре-
менных подвесок, болтов и прокладок. В местах намеченного
монтажного натяга ставят специальные кольца — проставки тол-
щиной, равной расчетному натягу, указанному в монтажном чер-
теже. По окончании предварительной сборки труб проверяют
правильность монтажа фланцевых соединений. Непараллельность
соединений не должна превышать 0,2 мм. После этого установ-
ливают штатные прокладки, болты и подвески и производят
окончательный монтаж. При сборке болтов с гайками не следует
применять усилий, превышающих расчетные. Паронитовые про-
кладки и резьбу крепежных деталей перед установкой смазы-
вают графитовой смазкой, разведенной на машинном масле, или
металлической мастикой. Гайки и головки болтов должны плотно
прилегать к плоскости фланца. Плотность прилегания проверяют
с помощью щупа, пластина которого толщиной 0,05 мм не долж-
на проходить между соприкасающимися поверхностями. Каче-
ство сварных стыков труб системы пара контролируют с по-
мощью рентгено- или гаммаграфирования. С целью устранения
влияния температурных деформаций трубопровода в его состав
включают компенсаторы (чаще сильфонные). Удлинение Δ , мм,
каждого участка стального трубопровода подсчитывают по фор-
муле

$$\Delta = \alpha l T \approx 0,012 l T,$$

где α — коэффициент линейного расширения стали, равный
1,2 · 10⁻⁵ 1/°C; l — длина участка, м; T — температура трубопро-
вода, К, равная $T - T_A$ ($T_A = 273$ К — абсолютная температура).

Манометровые трубопроводы служат для подачи среды при
работе контрольно-измерительных приборов (КИП) и регулирую-
щей аппаратуры (манометров, мановакуумметров, термометров,
уровнемеров и т. п.). Их изготавливают из медных (МЗр) ото-
жженных труб диаметром 4—12 мм. К монтажу манометровых
трубопроводов приступают по окончании монтажа основных
трубопроводов. Трубы прокладывают пучками или панелями и
закрепляют многорядными подвесками (скобами). Для сохране-
ния точности показаний приборов и предотвращения ударного
действия рабочей среды манометровые трубы при подходе к
приборам гнут в виде петель (компенсаторов).

При монтаже водогазопроводных труб, а также труб с муфтовыми соединениями и фасонными частями из ковкового чугуна и запорной муфтовой арматурой из стали и медных сплавов применяют эпоксидно-полиамидные компаунды, необратимое отверждение которых происходит при температуре 283 К и выше. Состав эпоксидных компаундов приведен в табл. 68.

Таблица 68

Эпоксидные компаунды

Состав компаунда	ЭК-1	ЭПК
Эпоксидная смола ЭД-5	100	100
Полиэтиленполиамин	10—12	—
Низкомолекулярный полиамид	—	100
Мраморная или кварцевая мука (КП-2 или КП-3)	100	150—200

Примечания. 1. Компаунд ЭК-2 применяют при температуре окружающей среды 283—298 К, а ЭПК — при 293 К и выше. 2. Для создания требуемых температур в процессе монтажа соединений при температурах ниже 283 К следует производить местный подогрев соединений до 353 К.

При подготовке труб фасонных частей и арматуры к монтажу их резьба должна быть тщательно очищена от грязи, ржавчины и консервирующей смазки. Компаунд наносят на соединяемые поверхности жесткой кистью или шпателем ровным тонким слоем до полного заполнения резьбовых впадин. Лишний компаунд удаляют с помощью бумажных салфеток или ветоши. До начала отверждения компаунда трубы должны быть жестко закреплены в подвесках.

При монтаже соединений водогазопроводных труб применяют анаэробный* материал анатерм** марок 6В, 25В, 25ВС, 12Р, 125Ц. Перед нанесением анатерма резьбовые поверхности соединяемых деталей проверяют на отсутствие заусенцев или обрывов ниток. Длина участков резьбы с сорванными или неполными нитками в сумме не должна превышать 10% всей длины резьбы.

Места, на которые наносят анатерм, следует тщательно очистить от грязи, ржавчины и консервирующей смазки с помощью растворителей (уайт-спирит, бензин, ацетон). Для более качественной и быстрой полимеризации анатерма за 2 ч до его нане-

* Анаэробные материалы полимеризуются (затвердевают) только при отсутствии кислорода воздуха.

** Анатерм применяют и для стопорения гаек крепежных соединений при монтаже механизмов и оборудования. Анатерм — полиэфирная смола на основе метакриловой кислоты.

сения резьбовые поверхности следует обработать активатором* путем нанесения его мягкой кистью.

Анатерм нужно наносить ровным тонким слоем до полного заполнения профиля резьбы и получения сплошного равномерного слоя. При монтаже водогазопроводных труб и деталей с резьбовой поверхностью анатерм наносят на первые три-четыре витка резьбы. Для равномерного распределения анатерма муфту навинчивают колебательными движениями вперед — назад. Муфты следует устанавливать «от руки» или легким вращением ключа без применения рычагов.

Расход анатерма — 2—3 г на соединение.

При монтаже систем и трубопроводов из пластмассовых, эмалированных или футерованных пластмассами (полиэтиленом) труб необходимо, чтобы последние были установлены без натягов и перекосов. Запрещается устанавливать крепежные детали с помощью молотка. Гайки следует затягивать ключами нормальной длины без применения рычагов. В местах прохода пластмассовых труб через отверстия корпусного насыщения во избежание механических повреждений трубы обертывают резиной.

Из-за большой гибкости и удлинения полиэтиленовых труб при повышении температуры число подвесок увеличивают на 25—30% по сравнению с металлическими трубопроводами (см. табл. 63). Между трубами и подвесками устанавливают резиновую прокладку толщиной 2—3 мм. Фланцы и подвески полиэтиленовых труб крепят стальными болтами и гайками.

При креплении труб с наружным и внутренним эмалевым покрытием между трубами и подвесками устанавливают резиновые прокладки толщиной 2—3 мм. В процессе монтажа таких труб в местах возможного их повреждения устанавливают защитные металлические кожухи.

Требования к монтажу труб, футерованных полиэтиленом, аналогичны вышеизложенным.

§ 37. МОНТАЖ ДОННОЙ И БОРТОВОЙ АРМАТУРЫ

Качество монтажа донной и бортовой арматуры во многом зависит от точности обработки и степени шероховатости уплотнительных поверхностей, которая для вварышей, приварышей, комингсов, ступьев и патрубков должна быть не грубее 3-го класса. Наличие рисок на этих поверхностях не допускается. После сверления отверстий и нарезания резьбы под крепежные болты заусенцы и грубые шероховатости должны быть тщательно зачищены. Плоскостность опорных поверхностей проверяют** либо с помощью линейки и шупа, который толщиной 0,15 мм не должен проходить по всей длине окружности, либо по проверочной плите на краску (число пятен краски на площади 100 × 100 мм должно быть не менее 8 при равномерном их расположении).

* Активатор — раствор диметиланилина и катакса.

** Плоскостность уплотнительных поверхностей с наружным диаметром до 200 мм можно не проверять.

Перед установкой арматуры* опорные и уплотнительные поверхности очищают от консервирующей смазки и производят наружный осмотр с целью выявления повреждений. К моменту установки нарезанные отверстия в приварышах, комингсах и стульях прогоняют метчиками, а резьбовую часть шпилек смазывают белилами, свинцовым суриком или смесью графитового порошка (95%) с солидолом (5%). Особенно внимательно проверяют качество прокладок, которые должны быть без надрывов и рванин. При установке прокладок из латунной сетки (2 слоя) на нее предварительно наносят слой мастики из свинцового сурика (65% по массе), цинковых белил (32%) и мелко нарубленного льняного волокна или пеньки (3%). Крепежные детали затягивают в два приема, причем второй раз (окончательно) — через 24 ч.

При установке арматуры на резиновых прокладках для достижения требуемой плотности соединения и обеспечения демонтажа прокладки смачивают водой и смазывают графитовым порошком, а при установке на паронитовых прокладках порошок смешивают с маслом. Прокладки должны быть установлены строго concentрично проходному отверстию и не выходить за уплотнительные поверхности. Число ниток резьбовой части болтов, выступающей над гайками, должно соответствовать значениям, приведенным в табл. 62.

Крепежные детали, находящиеся в контакте с морской водой, перед установкой арматуры подвергают кадмированию. В местах контакта алюминиевого сплава со сталью устанавливают прокладки в виде тиколовой ленты, полиизобутилена или ткани, пропитанной грунтом ФЛ03. Электроизоляция донной и бортовой арматуры достигается установкой прокладок из стеклотекстолита марки КАСТ или текстолита. На контактирующие поверхности крепежных деталей и арматуры устанавливают втулки и шайбы из того же материала. Не допускается установка шпилек, болтов, гаек и шайб, не подвергнутых оцинковке или фосфатированию.

Зазоры и пустоты между наружной обшивкой и приварышем, с одной стороны, и корпусом арматуры, с другой, заполняют эпоксидным составом, состоящим из компаунда К153 (100 м. ч.), полиэтиленполиамина (12 м. ч.) и белой сажи У333.

При гидравлическом испытании на плотность соединений донной и бортовой арматуры давление не должно быть ниже 0,2 МПа (2 кгс/см²). По окончании испытаний производят продувку сжатым воздухом для удаления влаги, на арматуру устанавливают стопоры и пломбы.

§ 38. ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЗМОВ, УСТРОЙСТВ, ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ НА СУДНЕ

Испытания механизмов, устройств, оборудования и систем — окончательный этап проверки качества монтажных работ.

* Арматура для систем, к которым предъявляются жесткие требования в отношении шероховатости присоединительных поверхностей, должна быть очищена и обезжирена.

Различают швартовные, ходовые и слаточные испытания. В процессе швартовных испытаний проверяют действие механизмов в период стоянки судна у достроечной набережной. При ходовых испытаниях, проводимых по специальной программе, механизмы испытывают в работе на полной мощности. Слаточные (государственные) испытания проводят с целью определения готовности судна для сдачи заказчику и дальнейшей эксплуатации.

Подготовку к швартовным испытаниям начинают с приведения всего оборудования и систем в состояние готовности к работе. Снятые на период монтажа контрольно-измерительные приборы и детали устанавливают на свои штатные места, проверяют комплектность оборудования, производят расконсервацию механизмов, расходные и запасные цистерны заполняют топливом, водой и маслом.

Расконсервацию двигателей внутреннего сгорания начинают с прогрева их горячей водой, в которую добавляют 0,3% хромпика. Расплавленную консистентную смазку удаляют из полостей охлаждения.

Консервирующие ингибиторные смазки (ИГ203 и др.) удаляют обкаткой двигателя на холостом ходу, после чего старое смазочное масло заменяют новым.

Расконсервацию подшипников ГТЗА производят с помощью обогрева их грелками. Нагретое масло сливают через маслосливные отверстия. Консервирующую смазку с зубьев редуктора удаляют промывкой горячим маслом, подаваемым из форсунок.

Расконсервацию производят вначале выпариванием, а затем щелочением. С форсунок, арматуры и корпуса парогенератора смазку удаляют протиркой ветошью, смоченной в растворителе. Удаление смазки К17 или пушечной с внутренних полостей трубопроводов выполняют щелочением, после чего по трубкам прокатывают шары, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов.

Внутренний диаметр трубы, мм	18	21	24	32	38,5	50
Диаметр шара, мм	12,7	17,5	22,2	28,6	33,4	44,5

При консервации летучими ингибиторами коррозии (например, моноэтаноламином) парогенератор герметизируют и промывают холодной водой до получения нейтральной среды.

Заключительной операцией является паровая проба, при которой давление пара постепенно повышают до рабочего и осматривают все соединения.

Для проведения расконсервации вспомогательных механизмов, законсервированных летучим ингибитором НДА (нитрит дициклогексиламина), их вскрывают, очищают и заливают чистым маслом.

Швартовные испытания систем начинают с проверки в действии систем, обеспечивающих непотопляемость и пожарную безопасность судна. Системы совместно с обслуживающими механизмами испытывают по прямому назначению в течение 2—4 ч.

Вспомогательное оборудование проверяют на нагрузку не менее 2 ч. Турбо-и дизель-генераторы испытывают на параллельную работу, сброс и прием нагрузки. На полной нагрузке механизмы работают не менее 4—6 ч.

При швартовных испытаниях якорного устройства контролируют прохождение звеньев якорной цепи по звездочке шпиля или брашпиля, втягивание якорей в бортовые якорные клюзы, действие стопоров и т. д.

У рулевого устройства проверяют исправность действия привода и указателей положения пера руля; работу электрических тормозов привода на холостом ходу в течение 30 мин; правильность показаний аксиометра и электрических указателей действительного положения руля с точностью до 1°; действие рулевой машины (при работе двух и четырех цилиндров в разных сочетаниях) в течение 2 ч на перекладку руля с борта на борт и максимальном угле перекладки 35°.

Перед испытанием ГТЗА контролируют работу валоповоротного и тормозного устройств, а также страгивание турбин на передний и задний ход. Испытания ГТЗА начинают с прогревания корпусов турбин паром, подачу которого производят через маневровые клапаны; вращение лопаток (возможное их задевание о корпус турбины) проверяют прослушиванием специальными трубками.

Расширение корпусов не должно превышать расчетных значений, указанных в формуляре. Для этого ГТЗА вначале отключают от валопровода и проверяют при работе на полный передний ход в течение 2—4 ч, а затем с присоединенным валопроводом (при частоте вращения 30—50 об/мин в течение 30 с). При работе ГТЗА контролируют давление пара перед соплами, реверсивные качества турбин, вакуум в конденсаторе и т. д.

Швартовные испытания главной дизельной установки начинают с проверки действия валоповоротного устройства, сигнализации падения давления и перегрева масла, а также выключения подачи топлива при превышении частоты вращения вала двигателя. Продолжительность испытаний 4—8 ч.

Во время швартовных испытаний теплообменных аппаратов проверяют работу контрольно-измерительных приборов (водоуказательные колонки, предохранительные клапаны, регуляторы уровня, давления, температуры; манометры, мановакуумметры и т. д.), а также производительность, температуру и давление жидкостей и газов.

Предохранительные клапаны должны безотказно срабатывать и не допускать превышения рабочего давления более 10%. Давление открытия (подрыва) предохранительных клапанов судовых парогенератора указано ниже.

Рабочее давление $p_{\text{раб}}$	Давление открытия
10	1,05 p
10	1,03 p

Максимально допустимое давление открытия $p_{\text{max}} = 1,1 p$.

Ходовые испытания служат для выполнения регулировочно-наладочных операций, проверки в действии на спецификационных режимах работы главных двигателей.

Испытание дизельной установки состоит в достижении заданной мощности и равномерного распределения нагрузки по рабочим цилиндрам. Продолжительность режимов следующая:

Частота вращения, % номинального значения	Продолжительность испытания, ч
63	0,5
80	1,0
91	1,0
100	12,0—20,0
103	1,0
Задний ход	1,0
Минимально устойчивая	0,5

Испытание паротурбинной установки состоит в последовательном получении оптимальных характеристик — мощности, частоты вращения, давления перед соплами турбин и др. Проверку редуктора производят обкаткой на холостом ходу с одновременным фиксированием показаний КИП. Продолжительность режимов ГТЗА следующая:

Ход судна	Продолжительность испытания, ч
Малый	2,0
Средний	2,0
Полный	6,0
Самый полный	1,0
Полный задний	0,25

В период ходовых испытаний рулевое устройство проверяют на длительную работу в течение 1 ч при непрерывной перекладке руля на полном переднем ходу в течение 30 мин.

В процессе испытаний систем и трубопроводов при работе механизмов на ходовых режимах производят запись показаний всех контрольно-измерительных приборов.

Широко применяют совмещенные испытания с помощью имитационных и нагрузочных устройств. Это позволяет проводить ходовые испытания механизмов в период швартовных без выхода судна в море. Во время ходовых испытаний производят работы, которые невозможно выполнить у достроечной стенки судостроительного завода.

После сдаточных испытаний осуществляют ревизию механизмов, т. е. их вскрытие, для определения качества сборки и монтажа механизмов, неудовлетворительно показавших себя в период ходовых испытаний. После ревизии совершают контрольный выход судна в море для окончательной проверки готовности судна к сдаче в эксплуатацию.

Глава VII

СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ СУДОВЫМИ МОНТАЖНИКАМИ

§ 39. РАЗМЕТКА

Слесари-монтажники выполняют, как правило, плоскостную разметку с помощью разметочного инструмента — чертилки и кернера и мерительного — циркуля, угольника и линейки. Приемы плоскостной разметки подобны приемам черчения. Сначала наносят горизонтальные линии, затем вертикальные, наклонные и, наконец, дуги и окружности.

Разметку начинают с выбора исходной базы, т. е. поверхности, относительно которой определяют положения других поверхностей, подлежащих обработке. За базы принимают наружные кромки или обработанные поверхности заготовок (деталей), а также оси симметрии и центровые линии (у симметричных деталей). Чертилки изготовляют из инструментальной стали У10 или У12. Концы чертилок на длине 20—30 мм закалены. Кернеры выполняют из инструментальной стали У7, У7А, У8А диаметром 8—15 мм, длиной 90—150 мм.

У кернеров для разметки центров отверстий, подлежащих сверлению, острие затачивают под углом 75°. Точность разметки колеблется от 0,25 до 0,5 мм.

Разметочные линии наносят в такой последовательности: горизонтальные, вертикальные, наклонные, окружности, дуги и закругления. Взаимно параллельные линии наносят от базовой плоскости (линии). Прямые линии проводят по линейке, перпендикулярные — с помощью угольника, а разметку углов и уклонов выполняют при помощи транспортиров.

§ 40. РУБКА И РЕЗКА

При рубке металла используют зубила и крейцмейсели. Рубку применяют для снятия чернового слоя металла или разделения металла на части. При черновой обработке толщина снимаемого (за один проход) слоя равна 1,5—2 мм, при чистовой 0,5—1 мм. В процессе рубки зубило должно быть наклонено к плоскости обрабатываемой детали под углом 30°. При рубке деталей из стали и медных сплавов острие зубила смачивают водой и протирают просаленной тряпкой с целью увеличения времени его работы без переточки. Рабочую часть зубила на длине 30—70 мм закаливают, а затем подвергают отпуску.

Углы заострения у зубил и крейцмейселей выбирают в зависимости от обрабатываемого материала:

Материал	Угол. °
Чугун, твердая сталь, твердая бронза	70
Сталь мягкая и средней твердости	60
Медь, латунь	45
Алюминиевые сплавы	35

Слесарный молоток выбирают в зависимости от размеров зубила и толщины снимаемого металла. Стружку толщиной 1—2 мм снимают с помощью молотка из расчета 40 г на 1 мм ширины лезвия зубила или 80 г на 1 мм ширины лезвия крейцмейселя. Хрупкие металлы (чугун, бронза) надо рубить от края к середине.

Зубило устанавливают так, чтобы угол наклона составлял не более 5°.

Металлические детали небольшой толщины и трубы разрезают ножовкой или труборезом. Для резки деталей из отожженной стали, латуни и бронзы число зубьев на 25 мм длины полотна должно быть 11—20; для алюминия — 10, для всех металлов толщиной до 3 мм — 22.

Листовой материал толщиной 0,3—1 мм разрезают ножницами, угол заострения лезвий которых для мягких металлов (медь и др.) равен 65°, металлов средней твердости 70—75°, для твердых металлов 80—85°. Ножи изготовляют из стали 65, 70, У7, У8; их режущие поверхности должны быть закалены, отшлифованы и остро заточены.

При резании твердых металлов, тонких листов применяют ножовки с шагом зубьев полотна 0,8 мм, труб и профильного проката — 1 мм, мягких металлов (медь, алюминий, латунь) — 1,3 мм, чугуна и стали — 1,6 мм. Перед работой ножовочное полотно рекомендуется смазать густой смазкой или минеральным маслом.

§ 41. ОПИЛИВАНИЕ

Опиливание производят с помощью напильника снятием слоя металла с поверхности детали. Припуски на опилование находятся в пределах 0,5—0,25. Точность обработки опилованием достигает 0,05 мм. Напильники изготовляют из инструментальной стали У13, У13А и легированной стали ШХ15. При грубом опиловании снимают слой металла толщиной 0,2 мм, при чистовом (тонком) — 0,1 мм.

Таблица 69

Средние нормы точности и шероховатости поверхности при опиловании

Номер насадки напильника	Снимаемый слой металла, мм	Средние отклонения, мм		Припуски на обработку, мм
		от прямо- линейности или пло- скостности	от заданного размера	
0; 1	0,05—0,1	0,15—0,2	0,2—0,3	0,5—1,0
2; 3	0,02—0,06	0,03—0,06	0,05—0,1	0,15—0,3
4; 5	—	0,01—0,02	0,02—0,05	0,06—0,1

По числу насечек, приходящихся на 1 см длины, напильники делятся на классы: 0-й и 1-й классы — 4,5—14 насечек (драчевые); 2-й и 3-й классы — 8,5—28 (лиственные); 4-й и 5-й классы — 20—56 (бархатные).

Нормы точности опилования приведены в табл. 69.

§ 42. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Режущим инструментом при сверлении является сверло. Сверла изготовляют из быстрорежущей стали Р9, Р18 и 9ХС, Р9К10, Р6М5, Р14Ф4, У12А, Р18К5Ф2. По конструкции их делят на спиральные, перовые и с пластинками из твердого сплава. У сверл диаметром до 10 мм хвостовик имеет цилиндрическую форму, диаметром более 10 мм — коническую форму. Для уменьшения трения сверло имеет обратную конусность: его диаметр уменьшается по направлению к хвостовику на 0,03—0,12 мм на каждые 100 мм длины.

Угол заточки при вершине сверла выбирают в зависимости от твердости обрабатываемого материала:

Материал	Угол заточки, °
Сталь и чугун средней твердости	116—118
Стальные поковки и закаленная сталь	125
Латунь и бронза	130—140
Медь красная	125
Алюминий, баббит	90—100
Силумин	110—120
Эбонит, целлулоид	85—90
Пластмасса	50—60

Точность обработки сверлением достигает 5—4-го классов, а шероховатость — не ниже 3—4-го классов.

Размеры сверл выбирают в зависимости от назначения обрабатываемого отверстия (табл. 70).

Таблица 70

Размеры сверл для сверления проходных отверстий под болты (шпильки и винты)

Диаметр, мм							
болта	сверла	болта	сверла	болта	сверла	болта	сверла
2	2,4	8	9	18	20	30	32
3	3,5	10	11	20	22	36	40
4	5	12	13	22	24	42	46
5	6	14	15	24	26	48	54
6	7	16	17	27	29		

Зенкерование производят с целью увеличения диаметра отверстия и уменьшения шероховатости поверхности, повышения точности и подготовки отверстий под развертывание. Точность обработки отверстий при зенкеровании обеспечивается в пределах 3—5-го классов точности, а шероховатость — в пределах 4—6-го классов. Зенкерование выполняют с подачей в 1,5—2,5 раза большей и частотой вращения в 1,5—2 раза меньшей, чем при сверлении. Зенкеры изготовляют из стали марок Р9, 9ХС с тремя или четырьмя режущими зубьями.

Отверстия, которые после сверления необходимо обработать зенкером, должны иметь диаметр, уменьшенный по сравнению с диаметром окончательно обработанного отверстия на величину припуска:

Диаметр зенкера, мм	5—24	25—35	36—45	46—55	56—65	66—75	76—80
Припуск под зенкерование, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Для снятия фасок у отверстий и получения конических углублений применяют зенкование. Особенность зенковок — наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковка входит в просверленное отверстие. Широко распространены конические зенковки с углом конуса при вершине 30, 60, 90 и 120°.

Получение отверстий высокой точности (2—3-го классов) и шероховатости поверхности (7—8-го классов) обеспечивает развертывание, которое выполняют с помощью разверток (цилиндрических или конических). По конструкции развертки подразделяют на цельные, регулируемые и со вставными зубьями. Цельные развертки имеют от 6 до 12 зубьев. Для получения требуемой шероховатости поверхности развертки делают с неравномерным шагом. Материалом для изготовления разверток служит сталь марок Р9 и 9ХС.

Толщина слоя металла, снимаемого разверткой, зависит от диаметра отверстия (табл. 71).

Таблица 71

Средние значения припусков при развертывании отверстий

Назначение припуска	Диаметр отверстия, мм					
	3—6	7—18	19—30	31—50	51—80	81—100
На черновое развертывание	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
На чистовое развертывание	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,2
Суммарный припуск	0,2	0,25	0,35	0,4	0,55	0,7

Диаметр сверла для сверления под развертывание выбирают на 0,3 мм меньше отверстия диаметром 8—15 мм и на 0,4 мм меньше — диаметром 16—30.

При развертывании отверстия применяют набор разверток с интервалом 0,2—0,3 мм.

§ 43. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Резбовое соединение является наиболее распространенным вследствие простоты конструкции и надежности в эксплуатации. В судостроении применяют три системы резьб: метрическую, дюймовую и трубную. Метрическая резьба имеет треугольный профиль и характеризуется углом профиля, равным 60°; диаметром и шагом резьбы, выраженными в миллиметрах. Дюймовая резьба имеет угол профиля 55°, наружный диаметр измеряется в дюймах (1 дюйм — 25,4 мм), а шаг — числом витков (ниток), приходящихся на 1 дюйм. Наружную резьбу нарезают плашками, а внутреннюю — метчиками. Точность нарезанной резьбы соответствует 2—3-му классам. Метчики изготовляют комплектно — по 2—3 шт. Первый (черновой) снимает 2/3 толщины металла, второй (чистовой) — оставшуюся часть. Их изготовляют из инструментальной стали У12 и легированной 9ХС.

До нарезания резьбы сверлят отверстия, при этом диаметр сверла выбирают меньше размера резьбы (табл. 72, 73).

Резьбу на трубах выполняют на резьбонарезных станках. Резьба должна быть цилиндрической, без заусенцев и рванин.

Таблица 72

Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание резьбы, мм

Резьба дюймовая			Резьба трубная цилиндрическая
Диаметр резьбы, дюймы	Чугун, бронза	Сталь, латунь	Любой материал
1/4	5,1	5,1	8,9
5/16	6,3	6,5	11,7
3/8	7,8	8,0	15,3
1/2	10,4	10,5	18,8
5/8	13,5	13,5	20,8
3/4	16,3	16,5	24,3
7/8	19,2	19,3	28
1	22	22	30,5
1 1/8	24,7	24,8	—
1 1/4	27,8	27,9	39
1 1/2	33,4	33,5	41,5
1 3/4	38,9	39	45
2	44,6	44,7	51

Таблица 73

Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание метрической резьбы, мм

Диаметр резьбы	Диаметр сверла		Диаметр резьбы	Диаметр сверла		Диаметр резьбы	Диаметр сверла	
	для чугуна и бронзы	для стали и латуни		для чугуна и бронзы	для стали и латуни		для чугуна и бронзы	для стали и латуни
4	3,3	3,3	14	11,7	11,8	33	29,0	29,2
5	4,1	4,2	16	13,7	13,8	36	31,4	31,9
6	4,9	5	18	15,1	15,3	39	34,4	34,6
7	5,9	3	20	17,1	17,3	42	36,8	37,0
8	6,6	6,7	22	19,1	19,3	45	40,4	40,5
9	7,6	7,7	24	20,6	20,7	48	42,7	42,8
10	8,3	8,4	27	23,5	23,7	50	48,2	48,3
11	9,3	9,4	30	26,0	26,1	52	46,7	46,8
12	11,0	10,1						

Допускается резьба с неполными нитками, если их суммарная длина не превышает 10% длины нарезанной части. Нарезание резьбы на трубах с условным проходом 15 мм и менее разрешается производить ручными резьбонарезными приспособлениями, простейшим из которых является клупп. Нарезание производят вращением клуппа вокруг нарезаемой трубы. Предварительно конец трубы очищают и смазывают маслом.

§ 44. ШАБРЕНИЕ, ПРИТИРКА, ШЛИФОВАНИЕ И ПОЛИРОВАНИЕ

Шабрение выполняют для получения более точной и ровной поверхности после ее предварительной обработки опилением. За один проход шабер снимает слой металла толщиной 0,005—0,7 мм. Качество шабления определяют по числу пятен на площади 25 × 25 мм (табл. 74), которые должны быть равномерно распределены. Рабочим инструментом служит шабер, представляющий собой металлический стержень с режущей кромкой на конце. Шаберы изготовляют из инструментальной стали У10 или У12 (У10А или У12А), Р18, ШХ15.

Припуски на шабрение зависят от предварительной обработки деталей и их габаритов (табл. 75, 76).

Притирку применяют с целью получения высокой степени прилегания соприкасающихся поверхностей. Качество поверхности после притирки соответствует 1—2-му классам точности по

Таблица 74

Показатели качества шаброванной поверхности

Класс точности шаброванной поверхности	Минимальное число пятен на площади 25 × 25 мм	Допускаемое отклонение от плоскостности R_a , мкм	Класс шероховатости поверхности
0-й	25	0,16—0,32	9-й
1-й	25	0,32—0,63	8-й
2-й	20	0,63—1,25	7-й
3-й	12	1,25—2,5	6-й

Таблица 75

Припуски на шабрение плоскостей, мм

Ширина плоскости, мм	Длина плоскости, мм				
	100—500	500—1000	1000—2000	2000—4000	4000—6000
До 100	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
100—500	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4
500—1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,5

Таблица 76

Припуски на шабрение отверстий, мм

Диаметр отверстия, мм	Длина отверстия, мм				Диаметр отверстия, мм	Длина отверстия, мм			
	до 100	100—200	200—300	свыше 300		до 100	100—200	200—300	свыше 300
До 80	0,05	0,08	0,12	—	180—360	0,15	0,2	0,25	0,3
80—180	0,1	0,15	0,2	0,2	Свыше 360	0,2	0,25	0,3	0,3

10—14-му классам шероховатости. Припуск на притирку должен быть в пределах 0,01—0,02 мм.

Слой обрабатываемого притиркой материала удаляют путем механического или химико-механического воздействия, с помощью притирочных порошков или паст, которые подбирают в зависимости от обрабатываемого материала (табл. 77). По полирующей способности пасту ГОИ различают трех видов: тонкую, среднюю и грубую.

Таблица 77

Материалы для притирки клапанов и уплотнений арматуры

Притираемый металл	Притирочные материалы	
	Грубая притирка	Окончательная притирка
Сталь 2Х13	Корунд М14, наждак М14 или М20, паста ГОИ грубая	Наждак М10
Чугун серый, сталь 3Х13	Корунд М14, наждак М20, паста ГОИ грубая	Корунд М10, наждак М10, паста ГОИ средняя
Бронза и медно-никелевый сплав	Толченное стекло, паста ГОИ грубая, наждак М14	Паста ГОИ средняя, наждак М10
Азотированная сталь 38Х2МЮА	Электрокарборунд М20 или М14 и паста ГОИ грубая	Электрокорунд М10, паста ГОИ средняя

Обработку деталей шлифовальной шкуркой называют шлифованием. Шлифовальную шкурку изготовляют двух типов: для машинной и ручной обработки металлов и для обработки неметаллических материалов (дерево, кожа и др.). По износостойкости ее делят на два класса: А и Б. Износостойкость шлифовальной шкурки определяется отношением зернистости абразивного слоя к показателю осыпаемости. Различают три степени жесткости шлифовальной шкурки:

Показатели жесткости, мм	50—100	30—50	15—30
Степень	1	2	3

Шлифовальную шкурку изготовляют из дробленых абразивных материалов (электрокорунда, монокорунда, карбида кремния и др.). Основу шкурки составляют ткани: саржа легкая (СЛ), саржа средняя (ОСЛ) и др. Абразивный материал связан с основой мездровым клеем.

Доводку производят с помощью алмазных паст нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) концентраций, которые применяют также для полирования деталей из закаленных легированных сталей, твердых сплавов и других материалов. Более качественную поверхность можно получить путем применения паст из синтетических алмазов.

Полирование применяют для окончательной (чаще декоративной) обработки металлов, к которым предъявляются высокие требования в отношении качества поверхности. Полирование осуществляют с помощью вращающихся кругов из войлока, фетра, полотна или бязи, а также абразивными ремнями и полировальной пастой ЛИК (смесь окиси алюминия с парафином или стеарином, олеиновой кислотой, минеральным маслом и керосином) или пастой ГОИ (табл. 78).

Таблица 78

Технические характеристики пасты ГОИ

Показатели	Паста		
	тонкая	средняя	грубая
Цвет	Светло-зеленый 6—8	Темно-зеленый 10—15	Почти черный 20—50
Полирующая и шлифующая способность (съем металла), мкм	Зеркальное	Полузеркальное	Матовое
Качество поверхности изделия после обработки	11	9	7
Класс шероховатости	69—74	74—78	64—88
Компоненты пасты ГОИ:	26—31	22—26	12—16
окись хрома, %	3	3	3
органическая основа, %	Следы	Следы	Следы
содержание в пасте зерен размером 45 мкм, %	Не допускаются		
сульфаты			
посторонние механические примеси			

Глава VIII

КОНСТРУКТОРСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

§ 45. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Основным документом при производстве монтажных работ является чертеж со спецификацией к нему, соответствующий требованиям ЕСКД.

В чертеже должны быть указаны все технические требования при выполнении отдельных операций по монтажу механизмов и

систем, определены базовые линии и плоскости, относительно которых ведется отсчет размеров для их сборки и монтажа. Необходимо, чтобы сложные монтажные узлы были вынесены отдельно на поле чертежа и имели сквозную нумерацию. Над изображением детали, узла помещают надпись, содержащую номер позиции и масштаб изображения, если он отличается от масштаба, указанного в основной надписи чертежа. Знаки шероховатости на поверхностях проставляют лишь в том случае, если детали подлежат дополнительной обработке.

Типовые узлы крепления механизмов и конструкций сводят в отдельные альбомы, являющиеся приложением к монтажным чертежам.

На монтажном чертеже указывают габаритные размеры деталей (изделий, узлов, агрегатов), а также установочные, присоединительные и справочные. На нестандартизированные и нетипизированные детали и изделия выпускают специальные детальные чертежи, в которых приведены все сведения, необходимые для их изготовления, сборки и испытания.

Таблица 79

Виды посадок

Группа	Посадка	Обозначение	Особенности посадки (характер соединения)
Неподвижные	Горячая Прессовая 3 Прессовая 2 Прессовая 1 Прессовая Легкопрессовая	Гр Пр3 Пр2 Пр1 Пр Пл	При неподвижной посадке диаметр отверстия меньше диаметра вала, что характеризует посадку, обеспечивающую натяг. Для легкопрессовой посадки наименьший натяг равен нулю
Переходные	Глухая Тугая Напряженная Плотная	Г Т Н П	Диаметр отверстия может быть меньше, больше или равен диаметру вала
Подвижные	Скользкая Движения Ходовая Легкоходовая Широкоходовая Широкоходовая 1 Широкоходовая 2 Тепловая ходовая	С Д Х Л Ш Ш1 Ш2 ТХ	При подвижной посадке диаметр отверстия больше диаметра вала, что характеризует посадку, обеспечивающую зазор. Для скользящей посадки наименьший зазор равен нулю

Механизмы, устройства и другие изделия, не входящие в состав данного чертежа (не указанные в спецификации), обозначают тонкими или штриховыми линиями и выполняют упрощенно, без изображения мелких деталей. На монтажном чертеже все детали и изделия сборочной единицы механизма (узла) нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации.

Изображение монтируемого механизма выполняют сплошными основными линиями, а фундамента, к которому он крепит-

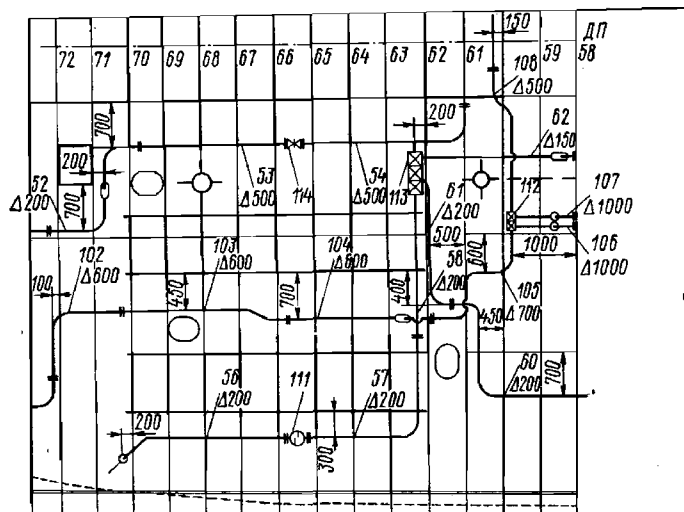


Рис. 54. Монтажный чертеж трубопровода с координатами трасс.

ся, — сплошными тонкими линиями. Изделия и материалы, необходимые для монтажа, записывают в спецификацию.

На чертежах общего расположения механизмов и оборудования набор корпуса судна изображают упрощенно. Такие чертежи выпускают на группу помещений или для отдельных помещений.

Монтажные чертежи трасс систем и трубопроводов выпускают в виде схем с указанием размеров отстояния труб и арматуры от базовых конструкций, вырезов и другого корпусного насыщения (фундаментов, судового набора и т. д.). На трубах стрелками указывают направление движения среды. Арматуру на чертежах изображают в том положении, в котором она должна быть установлена на судне.

Чертежи трасс систем и трубопроводов, на которых указаны координаты отстояния труб от базовых конструкций, корпусного насыщения и вырезов (рис. 54), называют размерными схемами.

Трубы, входящие в состав таких чертежей, имеют унифицированные углы погибов и длину.

Монтируемые детали могут иметь допуски на установку — зазоры или натяги, т. е. для них должны быть определены соответствующие виды посадок (табл. 79), которые условно обозначают числовыми значениями или в виде полей допусков, например:

15A, 12X₃; 12^{-0,02}_{-0,07}, 16^{+0,3}_{-0,1}; 45,5A^(+0,027); 20C₃ (- 0,03);

10X₃ (^{-0,02}_{-0,05}); 32 ± 0,05.

При записи предельных отклонений верхнее отклонение помещают наверху, а нижнее внизу. Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают в виде дроби: в числителе ставят условное обозначение поля допусков отверстия, а в знаменателе — вала.

Шероховатость поверхности грубее 1-го класса обозначают знаком √, над которым указывают высоту неровностей в микро-

метрах, например, R_z √⁵⁰⁰ или R_z √⁸⁰⁰ по контуру. Поверхности, не подвергаемые обработке, обозначают знаком ∞.

Графическое изображение труб на монтажных чертежах выполняют одной (или двумя) сплошной линией, а для арматуры используют условные обозначения.

§. 46 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Для выполнения работ по монтажу механизмов, оборудования, устройств и систем выпускают технологическую документацию — типовые технологические процессы и инструкции, отраслевые стандарты (ОСТ), основные положения (ОП), государственные стандарты (ГОСТ) и др.

В руководящей технологической документации должны быть указаны последовательность выполнения работ и технические требования, применяемое оборудование, приспособления, инструмент и материалы, контрольные измерительные приборы и инструменты. Кроме того, должны содержаться правила контроля качества выполнения работ, инструкции по технике безопасности, противопожарной безопасности и промышленной санитарии.

Каждый технологический документ должен строго соответствовать техническим требованиям чертежа. Разработка технологического процесса основывается на научно-технических достижениях, передовой технологии, направлена на повышение производительности труда, технического уровня производства и обеспечение высокого качества работ.

Технологическая документация должна быть удобной для работы и учитывать квалификацию и технический уровень знаний рабочих. Формулировки должны быть четкими и лаконичными, исключая возможность произвольного толкования.

Форма и содержание технологической документации должны соответствовать ЕСТД (единой системе технологической доку-

ментации). Необходимо, чтобы единицы физических, механических и других величин были даны в системе СИ (Международной системе единиц).

Нормы расхода материалов и изделий для проведения работ вносятся в материальную ведомость.

К технологическим документам относится маршрутная карта, используемая главным образом при монтаже агрегатов, блоков, узлов и др.

С целью определения трудоемкости выполнения монтажных работ выпускают технологическо-нормировочные карты, в которых указывают монтируемое оборудование, перечисляют основные операции.

Техническую основу планирования работ составляет система планово-учетных единиц — комплектная ведомость, в которой содержится последовательный перечень технологических комплектов и этапов. В технологический комплект входит часть технологически однородных работ по монтажу механизмов, оборудования, устройств и систем, выполняемых по рабочим чертежам. Совокупность технологических комплектов, выполняемых в определенный промежуток времени, составляет технологический этап.

§ 47. ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ СДАЧИ МЕХАНИЗМОВ

Сдаточная документация, необходимая для проведения испытаний механизмов, устройств, оборудования и систем, состоит из технической и технологической документации.

В состав технической документации входят: программа и таблицы испытаний; журнал удостоверений; описания и инструкции по обслуживанию механизмов, устройств, оборудования и систем; формуляры и паспорта на механизмы, аппараты и приборы; технические условия на поставку механизмов.

Основным документом приемо-сдаточных испытаний является программа, которую разрабатывает проектант судна. В программе регламентированы объем, режимы, продолжительность и порядок испытаний, соответствующие требованиям ГОСТов и Правилам Регистра. В дополнение к программе выпускают методики испытаний наиболее сложных и ответственных механизмов.

Результаты приемки по каждому механизму или системе заносят в удостоверения. В них содержатся основные данные испытываемого механизма, оборудования, устройства или системы, номера чертежей, таблиц и инструкций по обслуживанию.

Подготовку механизмов, устройств, оборудования и систем к испытаниям и сами испытания проводят в строгом соответствии с описаниями и инструкциями по их обслуживанию.

В формуляры и паспорта заносят данные, полученные в период стендовых, швартовных и ходовых испытаний, а также указывают параметры, по которым следует производить контроль в период эксплуатации и ремонта.

К технологической документации для проведения швартовных и ходовых испытаний механизмов относят: технологические процессы расконсервации; графики проведения испытаний; мето-

дические указания по проведению испытаний отдельных механизмов; журналы пооперационных приемок; ведомости основных и вспомогательных материалов, оснастки, инструмента, контрольно-измерительных приборов и др.

Глава IX ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 48. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

При проведении слесарных работ необходимо выполнять следующие основные правила и требования:

- перед началом работ проверить исправность инструментов, приспособлений и оборудования;
- прочно зажимать в тисках деталь или заготовку;
- опилки и стружку с верстака или стола сверлильного станка удалять только щеткой;
- при рубке металла зубилом или крейцмейселем работать только в защитных очках и при наличии защитного экрана;
- при правке листовых и профильных заготовок пользоваться рукавицами;
- перед началом работы на сверлильном станке завернуть обшлага рукавов, убрать волосы под головной убор, снять рукавицы, а во время работы не прикасаться руками к сверлу, шпинделю и другим вращающимся частям станка;
- при заточке инструментов надевать защитные очки и опускать щиток защитного экрана;
- при работе с кислотой соблюдать осторожность, избегая попадания ее на кожу, а после работы с кислотой тщательно вымыть руки;
- не пользоваться при работах случайными подставками или неисправными приспособлениями;
- не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом и другими легковоспламеняющимися веществами.

§ 49. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

При проведении монтажных работ необходимо:

- к работе приступать только после инструктажа по технике безопасности;
- не смотреть на сварочную дугу, не курить вблизи ацетиленовой установки, не прикасаться к кислородным баллонам руками, загрязненными маслом;
- не переносить груз более 50 кг (мужчинам) и 20 кг (женщинам и подросткам до 18 лет);

- при поднятии или перемещении груза вручную совместно с другими рабочими поднимать и опускать его по команде;
- не оставлять на лесах инструмент;
- не работать в одиночку в замкнутых или труднодоступных помещениях судна;
- при работе на высоте более 1,5 м пользоваться предохранительным поясом;
- при выключении электрического света не передвигаться в темноте;
- у неогражденных люков, шахт, проемов и цистерн работы не производить;
- использовать переносные лампы напряжением 12 В; электролампы должны иметь защитную сетку и шнур в резиновой трубке;
- при работе с пневматическими машинками подключать их к магистрали сжатого воздуха лишь при закрытом клапане на магистрали (это требование необходимо выполнять и при замене машинки, круга); на машинке должен быть защитный кожух; работать следует только в защитных очках;
- не оставлять поднятые с помощью талей или других грузоподъемных средств детали (грузы) на весу; не находиться под поднятым грузом;
- перед работой в помещениях судна проверить, не насыщен ли воздух вредными и взрывоопасными газами (пары масла, бензина и др.), не превысила ли температура 303 К;
- правильно хранить и применять в работе токсичные, взрывоопасные и легковоспламеняющиеся вещества (так, жидкий бакелит, эпоксидную смолу и эпоксидную шпаклевку следует хранить в герметично закрытых бидонах, оцинкованных, алюминиевых или из белой жести; контакт Петрова и полиэтиленполиамин — в герметично закрытых стеклянных бутылках в темных помещениях);
- при охлаждении болтов жидким азотом пользоваться брезентовыми или теплыми рукавицами; жидкий азот в ванну заливать без разбрызгивания;
- при монтаже и демонтаже фланцевых соединений учитывать возможное пружинение труб;
- не прикасаться к электрическим проводам и электрооборудованию;
- при монтаже трубопроводов следить за надежным закреплением каждого участка на кронштейнах, подвесках или опорах; запрещается крепить трубы и арматуру случайными средствами;
- работать в помещениях судна в защитных касках, инструмент хранить в сумках или ящиках.

§ 50. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИИ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМ

При испытании механизмов и систем выполняют следующие основные правила и требования:

- к обслуживанию механизмов и испытанию систем, особенно систем, транспортирующих среды с высоким давлением, допу-

скаются квалифицированные рабочие, прошедшие специальное обучение и инструктаж по правилам безопасной работы в эксплуатации;

- перед пуском механизма проверяют, не осталось ли в нем посторонних предметов;

— при обнаружении течи (прорыв прокладок, трещина сварного шва и др.) немедленно снижают давление до нулевого;

— манометры для гидравлических испытаний выбирают с таким расчетом, чтобы значение пробного давления находилось в пределах второй трети шкалы; на манометрах должны быть пломбы текущего года;

— давление при испытании поднимают ступенями с интервалом 0,5—1 МПа, при этом давление первой ступени не должно превышать 0,15—0,2 МПа;

— при нахождении системы под давлением нельзя подтягивать гайки манометров, фланцевых и штуцерных соединений и вращать маховики арматуры; ударять по трубам металлическими предметами (молотком, ключом и др.);

— все испытания проводят под руководством мастера, бригадира или высококвалифицированного рабочего;

— системы испытывают сжатым воздухом в нерабочее время. (при испытании в рабочее время в зоне испытаний нужно поставить наблюдателя, предупреждающего о возможной опасности);

— перед началом работы проверяют исправность насосов, баллонов, компрессоров, манометров;

— соблюдают осторожность при подключении шлангов к магистрали сжатого воздуха и аварийном снижении давления через запорный клапан испытываемой системы;

— после окончания работы отключают все питающие магистрали, собирают инструмент, шланги, убирают мусор (особенно промасленную и пропитанную пожароопасными веществами ветошь), отключают переносную электрическую лампу, закрывают клапаны и сообщают о выполненных действиях руководителю работ.

При проведении монтажа и испытаний следует руководствоваться специально разработанными инструкциями и правилами.

§ 51. МЕРЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

При постройке судна значительный объем работ производится с помощью электросварки и газорезки, поэтому во избежание возникновения пожара необходимо выполнять все правила и требования противопожарной безопасности.

Период достройки судна, когда помещения судна занозированы и обшиты деревом, является наиболее опасным в отношении возможности возникновения пожара. В этот период нельзя проводить электросварочные и газорезательные работы без разрешения пожарной охраны. Перед выполнением таких работ необходимо провести инструктаж по правилам пожарной безопасности. Некоторые виды работ следует проводить в присутствии представителя пожарной охраны.

Причиной возникновения пожара может служить:

- работа в помещениях, имеющих теплоизоляционную и деревянную обшивку;
- отсутствие контроля за проведением газорезательных и электросварочных работ;
- выполнение сварочных и газорезательных работ вблизи (менее 15 м) легковоспламеняющихся жидкостей и материалов;
- курение в местах, не предназначенных для этой цели, и при работе с легковоспламеняющимися веществами и материалами;
- неправильное обращение с электрифицированным инструментом и оборудованием;
- работа с неисправным газорезательным и сварочным инструментом;
- накопление взрывоопасных паров в помещениях судна из-за отсутствия своевременной и качественной вентиляции.

При работе с огнеопасными эмульсиями, маслами и другими взрывоопасными веществами необходимо соблюдать все правила пожарной безопасности. При их хранении должно быть исключено случайное попадание огня.

Необходимо, чтобы в помещениях монтажного цеха и отсеках судна находился комплект противопожарного оборудования и инструмента. Работы по сварке и газорезке следует проводить, имея наготове ведро с водой или огнетушитель. В процессе ходовых и швартовных испытаний на судне все противопожарные системы должны быть в состоянии готовности к действию.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев Н. И., Гутман М. М. Трубопроводчик судовой. Л., Судостроение, 1978.
- Андреев В. В. Материаловедение для судостроителей. Л., Судостроение, 1976.
- Гармашев Д. Л. Монтаж судового механического оборудования. Л., Судостроение, 1975.
- Горелик Б. А. Слесарь-монтажник судовой. Л., Судостроение, 1975.
- Дайхес М. А. Слесарь-сдатчик судовых устройств. Л., Судостроение, 1974.
- Денисов Б. Н., Иванов С. З., Колодяжный В. В. Технология монтажа и ремонт судовых энергетических установок. Л., Судостроение, 1973.
- Дорошенко П. А. Технология производства судовых парогенераторов и теплообменных аппаратов. Л., Судостроение, 1972.
- Изготовление и монтаж судовых трубопроводов и систем. Л., Судостроение, 1975. Авт.: Ганов Э. В., Ковтун А. Д. и др.
- Кабанов Е. Б., Образцов Б. М., Протопопов В. Б. Изготовление и монтаж судовых паропроводов. Л., Судостроение, 1977.
- Карлова Л. М. Комплексное благоустройство рабочих мест в судостроении. Л., Судостроение, 1975.
- Кравченко В. С. Монтаж судовых энергетических установок. Л., Судостроение, 1975.
- Крыница М. Н. Механизация слесарно-монтажных работ на судах. Л., Судостроение, 1976.
- Куликов А. Т. Материалы и арматура для судовых трубопроводов. Л., Судостроение, 1973.
- Лейв Г.-Ю. Я. Слесарь-монтажник судовых паровых котлов и теплообменных аппаратов. Л., Судостроение, 1975.
- Леонтьев В. М. Судостроительные материалы. Л., Судостроение, 1977.

Макиенко Н. И. Слесарное дело с основами материаловедения. М., Высшая школа, 1977.

Мусинский Н. А. Судовые машины, механизмы и устройства. Л., Судостроение, 1973.

Овчинников И. Н., Овчинников Е. И. Судовые системы и трубопроводы. Л., Судостроение, 1976.

Справочник судового механика. Т. 1 и 2. Под общей редакцией Л. Л. Грицай. М., Транспорт, 1973.

Фрид Е. Г. Устройство судна. Л., Судостроение, 1977.

Чайников К. Н. Общее устройство судов. Л., Судостроение, 1971.

Шенинг З. Р. Агрегатирование механического оборудования судов. Л., Судостроение, 1976.

Юзик С. И., Лейв Г.-Ю. Я. Монтаж судовых паровых котлов и теплообменных аппаратов. Л., Судостроение, 1972.

Борис Александрович Горелик

СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ- МОНТАЖНИКА СУДОВОГО

Редакторы О. В. Мсоева, Л. А. Тураидина

Художественный редактор В. А. Пурицкий

Технический редактор А. П. Ширяева

Корректоры С. Н. Маковская, И. П. Острогорова

Оформление художника Ю. И. Дышленко

ИБ № 496

Сдано в набор 16.04.78. Подписано в печать 25.10.79.
М-28237. Формат издания 84×108¹/₁₆. Бумага типограф-
ская № 2. Гарнитура шрифта литературная. Печать высо-
кая. Усл. печ. л. 9,24. Уч.-изд. л. 11,5. Тираж 13 300 экз.
Заказ № 164. Изд. № 3396—78. Цена 45 коп.

Издательство „Судостроение“,
191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская
типография № 2 имени Евгении Соколовой «Союзполи-
графпрома» при Государственном комитете СССР по
делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
198052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29