

СПРАВОЧНИК

**СУДОВОГО
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

В ТРЕХ
ТОМАХ

Под общей редакцией
Г. И. КИТАЕНКО

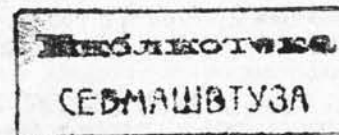
Издание 2-е,
переработанное
и дополненное

ТОМ 3

**ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРО-
МОНТАЖНЫХ
РАБОТ**

156321

3



ЛЕНИНГРАД
«СУДОСТРОЕНИЕ»
1980

621.31:629.12(031)
ББК 31.26

С74

УДК [621.3 : 629.12 + 629.12.066.002.72](083)

С74 **Справочник судового электротехника. Т. 3. Технология электромонтажных работ/Под ред. Г. И. Китаенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Судостроение, 1980. — 264 с., ил.**

В книге рассмотрены рациональные принципы технологии и организации электромонтажных работ, приведены сведения о размещении и креплении электрооборудования и трасс кабелей, внутреннем и внешнем монтаже электрооборудования, материалах и инструменте для выполнения работ. В отличие от первого издания большое внимание уделяется разработке документации по электрооборудованию судна, автоматизации проектирования электрооборудования, а также вопросам охраны труда при выполнении электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ.

Справочник адресован работникам, занятым проектированием, монтажом и эксплуатацией электрооборудования.

С 31805—065
048(01)—80 30—80 3605030000

31.26

© Издательство «Судостроение», 1980 г

ПРЕДИСЛОВИЕ

Третий том справочника посвящен вопросам технологии электромонтажных работ и вопросам разработки документации по электротехнической части судна. Сокращение трудоемкости, экономия расхода кабеля и материалов и повышение качества электромонтажных работ достигаются как за счет применения типовых технологических процессов, совершенствования инструмента, оснастки и электромонтажных конструкций, так и за счет улучшения качества электромонтажной документации.

При переиздании данного тома был расширен объем сведений по проектированию и разработке документации и введены главы, посвященные автоматизации проектирования электрооборудования судов — новому направлению в технологии проектирования, которое широко развивается в настоящее время и, несомненно, окажет существенное влияние на повышение эффективности и качества электромонтажных работ.

Третий том состоит из девяти разделов.

В первом разделе изложены вопросы принципиальной технологии, организации и планирования электромонтажных работ.

Второй раздел посвящен вопросам разработки электромонтажной документации и автоматизации проектирования.

Третий раздел содержит сведения, необходимые для проектирования размещения и крепления электрооборудования и кабельных трасс.

В четвертом разделе говорится о материалах для выполнения электромонтажных работ.

В пятом разделе рассмотрены вопросы внешнего монтажа электрооборудования.

Шестой раздел посвящен уплотнению мест прохода кабелей через палубы, переборки и при вводе в электрооборудование.

В седьмом разделе изложены сведения по внутреннему монтажу электрооборудования.

Восьмой раздел содержит описание инструмента и оснастки для выполнения электромонтажных работ.

В девятом разделе рассмотрены некоторые вопросы охраны труда.

Авторами разделов и отдельных глав являются: раздела 1 — В. С. Адашев и [Ю. А. Розенберг,] главы 2.1 и 2.2 — В. В. Павлов и Д. А. Чечин, главы 2.3 — В. С. Адашев, главы 2.4 — Д. А. Чечин, главы 2.5 — Л. Д. Бердичевский, раздела 3 — В. С. Адашев, Т. А. Борисенкова, В. В. Жердецкий, Е. А. Иванов, В. В. Павлов, Т. В. Рябинина, Д. А. Чечин, раздела 4 — Т. А. Борисенкова, Е. А. Иванов, Т. В. Рябинина, раздела 5 — Е. А. Иванов, [А. И. Комаров,] А. П. Лукиянчук, Н. И. Соколов, раздела 6 — Г. С. Аберман и Н. В. Еремеев, раздела 7 — В. В. Жердецкий, Е. А. Иванов, А. И. Комаров, А. П. Лукиянчук, Т. В. Рябинина, Н. И. Соколов, раздела 8 — Б. А. Скворцов, раздела 9 — Е. А. Иванов и В. В. Жердецкий.

При пользовании справочником следует иметь в виду, что приведенные в нем конкретные сведения по отдельным конструкциям, технологическим процессам, изделиям и т. п. могут быть использованы только для предварительной оценки решаемых вопросов. При разработке проектной документации необходимо пользоваться государственными и отраслевыми стандартами и другими (постоянно корректируемыми) материалами.

Д. А. Чечин

РАЗДЕЛ 1

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Технологические и организационные принципы, положенные в основу проведения электромонтажных работ на судне, в большой мере определяют технико-экономические показатели электромонтажного производства: производительность труда, длительность выполнения работ, т. е. эффективность производства. Поэтому выбор технологических и организационных принципов проведения электромонтажных работ является одной из важнейших задач, решаемых в процессе проектирования судна и технологической подготовки производства.

Практическое решение указанной задачи сводится к определению принципиальной технологии электромонтажных работ в процессе создания технического проекта судна, расчету основных элементов электромонтажного потока и к выбору структурной схемы организации производства при разработке рабочей технологии.

Принципиальная технология электромонтажных работ — это общий технологический план, определяющий последовательность и продолжительность выполнения работ и их взаимосвязь с общей технологией постройки судна. Существующие виды принципиальной технологии и рекомендации по их применению изложены в гл. 1.1.

Организация производства — целенаправленная координация работы всех производственных звеньев (бригад электромонтажников, технологических служб, служб материального снабжения и т. п.), обеспечивающая выполнение работ в соответствии с принятой принципиальной технологией. Значительное повышение производительности труда достигается в случае поточной организации работ, при которой каждый вид работ по монтажу судового электрооборудования на всех судах серии выполняет один и тот же состав бригад. Подробно вопросы организации поточного производства рассмотрены в гл. 1.2.

Структурная схема организации производства определяет количественный состав бригад по видам работ и иерархическую структуру управления бригадами.

Глава 1.1. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

§ 1.1.1. ОБЪЕКТЫ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Объектами судовых электромонтажных работ в зависимости от метода их выполнения являются сборочные единицы, технологические районы монтажа и судно в целом.

Под *сборочной единицей* понимают совокупность технических средств (механизмов, устройств, приборов и прочего оборудования, трубопроводов, кабеля и других изделий), скомпонованных на общей несущей конструкции. Сборочные единицы подразделяют на монтажные узлы, агрегаты, монтажные и зональные блоки, блок-модули.

Монтажный узел состоит из технических средств одной конструктивной группы, объединенных по принципу функционально-территориальной общности. Примером монтажных узлов, применяемых в электромонтажном производстве, могут служить отрезки кабелей, оконцованные в цехе с одной либо с двух сторон, или мелкие приборы с подключенными к ним в цеховых условиях кабелями.

Агрегат состоит из технических средств разных конструктивных групп, объединенных по принципу функциональной общности. Как правило, он имеет в своем составе основной механизм (определяющий его функциональную принадлежность) и обслуживающие технические средства, установленные на специально разработанной несущей конструкции.

Примерами могут служить агрегат системы кондиционирования воздуха, агрегат холодильных машин, агрегат насосов осушения, дизель-генератор или электромашинный преобразователь с пускорегулирующей аппаратурой и т. п. Агрегат выполняет на судне самостоятельную законченную функцию, поэтому он может быть испытан на стенде (например, по программе швартовых испытаний) до установки на штатное место.

Монтажный и зональный блоки состоят из технических средств разных конструктивных групп, объединенных по принципу территориальной общности. Оборудование в монтажном блоке крепится на специально разработанной конструкции, а в зональном блоке в качестве несущей используется штатная корпусная конструкция судна.

Блок-модуль представляет собой изготавливаемую на отдельном построечном месте часть судна. Он состоит из корпусных конструкций одного или нескольких смежных помещений судна с установленными в них полностью смонтированными техническими средствами.

Каждая из сборочных единиц становится объектом электромонтажа в том случае, если в ее составе имеются электрооборудование и кабельные связи. Как правило, крупнейшая сборочная единица — блок-модуль судна — одновременно является и технологическим районом монтажа (определение технологического района см. ниже). Если по принятой технологии постройки судна подготовка к монтажу трасс кабелей между блок-модулями должна производиться по мере их укрупнения в целый корпус, целесообразно дополнительно разбивать судно на отдельные укрупненные технологические районы, каждый из которых охватывает несколько блок-модулей. В этом случае технологические районы сдаются под монтаж после сдачи всех сборочных единиц, входящих в данные районы.

Технологический район монтажа — часть судна, характеризующаяся одновременно формированием входящих в нее помещений и подготовки их к электромонтажу. Технологические районы монтажа образуются в основном по территориальному признаку, при этом границы их, как правило, совпадают с границами одного или нескольких строительных районов (блоков) судна. Такими районами могут быть основной корпус, надстройка, носовая и кормовая оконечности судна, грузовые отсеки, машинно-котельные отделения, помещения с технологическим оборудованием и т. п. Судно в целом также может рассматри-

ваться как один технологический район. В отдельные технологические районы могут выделяться зоны размещения основных трасс магистральных кабелей в пределах всего судна или крупных его частей с включением в соответствующую зону всех помещений, через которые проходят эти трассы (например, кабельных коридоров), а также участков помещений, где размещены отводы кабелей от трасс до конечных приборов.

На судах с высоким уровнем автоматизации и насыщения радиоэлектронным оборудованием (атомных ледоколов, научно-исследовательских судах и т. п.), где имеются отдельные сложные электротехнические системы или комплексы систем (например, систем контроля и управления главной энергетической установкой, навигации и наблюдения, общесудовой автоматикой и т. п.), время монтажа и настройки которых намного превышает время, необходимое для монтажа и настройки остального электрооборудования, технологические районы монтажа могут быть образованы по схемному признаку. В этом случае границы района охватывают зону размещения указанных «критических» систем и трасс кабелей между их приборами. Электрооборудование других систем, находящееся в помещениях этой зоны (критическая зона), также входит в данный район. Помещения критической зоны могут быть расположены в разных районах судна. Остальные помещения объединяются в технологические районы по территориальному признаку.

Для организации электромонтажных работ в технологических районах последние разбивают на электромонтажные районы, которые территориально и по объему работ соответствуют бригадному участку организационной структуры судовых электромонтажных работ. Эти районы характеризуются относительной функциональной автономностью размещенного электрооборудования и изолированностью корпусной конструкции. Разбивка производится по территориальному и схемному признакам. Примеры районов, образованных по территориальному признаку: машинно-котельные отделения малых и средних судов, отдельные палубы этих отделений на больших и крупных судах, румпельные отделения, блоки расположенных рядом вспомогательных и бытовых помещений (каюты, санузлы, пищеблоку), малонасыщенные помещения, расположенные на нескольких палубах (при наличии прохода между ними), отдельные ярусы надстроек, шахты, рыбообрабатывающие цехи, верхние палубы судов, мачты, грузовые устройства и т. п. Примеры районов, образованных по схемному признаку: радиорубки, штурманские рубки, посты управления различными техническими средствами и т. п.

На каждый электромонтажный район выпускается комплект рабочих чертежей по установке электрооборудования и прокладке кабелей с их креплениями.

Рассмотренные выше объекты электромонтажных работ называют критическими, если длительность электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ в них определяет общую продолжительность электромонтажа судна.

§ 1.1.2. ВИДЫ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Существуют следующие виды принципиальной технологии: параллельная, параллельно-районная, последовательно-районная, узловая, критических зон, автономно-районная (модернизированная), агрегатно-блочная. В настоящее время наиболее широкое распространение имеют параллельная, автономно-районная и агрегатно-блочная технологии.

Параллельная технология. Работы по внешнему и внутреннему монтажу электрооборудования начинают и проводят одновременно во всех помещениях судна, с прокладкой каждого кабеля от аппарата до аппарата.

Необходимые условия применения:

- а) в общей технологии постройки судна должен быть выделен четко регламентированный этап монтажа электрооборудования;
- б) до начала этапа электромонтажа должны быть закончены все подготовительные работы: установка всех конструкций для крепления электрооборудования и кабелей, изолирование помещений, установка всего электрооборудования.

вания (вместо электрооборудования, мешающего прокладке, устанавливают легкосъемные макеты или шаблоны) и т. п.

Применение параллельной технологии наиболее целесообразно для судов: серийной постройки при условии, что к электромонтажу могут быть подготовлены одновременно все помещения судна.

Параллельно-районная технология. Работы проводятся по принципам параллельной технологии в нескольких (как правило, двух-трех) технологических районах, подаваемых под монтаж одновременно. Кабели, переходящие из одного района в другой, прокладывают в районе, поданном под монтаж ранее: другого, и бухтуют в месте стыка двух районов.

Данная технология применяется вместо параллельной в тех случаях, когда по технологическим особенностям постройки судна один или два его района (группы помещений) могут быть подготовлены к электромонтажу позднее остальных (надстройка или ее часть, оконечности судна).

Последовательно-районная технология. Работы проводятся по принципам параллельной технологии бригадами постоянного состава в нескольких подаваемых последовательно под монтаж районах судна. Количество технологических районов обычно не превышает 3—4.

Межрайонные кабели прокладывают в готовых к монтажу районах с бухтовкой в месте стыка районов.

Последовательно-районная технология применяется в случаях единичной и мелкосерийной постройки крупных судов при ограниченных людских ресурсах, а также судов с длительными циклами постройки при необходимости искусственно увеличить продолжительность этапа монтажа.

Деление судна на технологические районы должно производиться так, чтобы обеспечивалась равномерная загрузка рабочих в период электромонтажа и сокращение количества бухтуемых кабелей.

Узловая технология. Основной объем электромонтажных работ (до 50—65%) выполняется вне судна: монтажные узлы изготавливаются в цехе на шаблонах и натуральных макетах, после чего осуществляется их монтаж на судне.

Узловая технология в чистом виде применяется только для катеров и малых судов, где большую часть магистральных кабелей можно включить в узлы. Однако в определенных объемах ее необходимо применять при любом виде принципиальной технологии.

Технология критических зон. Электромонтажные работы проводятся в отдельных технологических районах, образуемых как по территориальному, так и по схемному признаку. В последнем случае в один район могут включаться территориально разобщенные помещения (а также трассы кабелей между ними) с электротехническим и радиоэлектронным оборудованием, длительность монтажных и настроечно-сдаточных работ по которому определяет общую длительность электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ на судне (критические зоны). Естественно, подача таких районов под монтаж должна осуществляться в наиболее ранние сроки.

Электромонтажные работы проводятся в технологических районах по принципам параллельной технологии.

Технология применяется для судов, имеющих в составе оборудования сложные электротехнические и радиоэлектронные комплексы.

Автономно-районная технология (модернизированная). Работы выполняют в отдельных (автономных) районах независимо от готовности к электромонтажу остальных районов, подаваемых под монтаж одновременно. Границы автономных районов, как правило, совпадают с границами одного или нескольких строительных районов (блоков) судна, при этом общее их количество на крупных судах может достигать 9—11.

В качестве отдельных районов, подаваемых под монтаж в первую очередь, рекомендуется выделять трассы магистральных кабелей, размещающих их по возможности в кабельных коридорах.

Подготовку каждого района к электромонтажу производят так же, как при параллельной технологии.

Монтаж электрооборудования в каждом районе начинают с наиболее сложных с точки зрения электромонтажа помещений, электросистем, узлов. Монтаж

кабельных сетей начинают с прокладки внутрирайонных магистральных и местных кабелей. Первоочередность затяжки кабелей (магистральные или местные) определяется для каждого района с учетом таких факторов, как соотношение количества местных и магистральных кабелей в районе, конструкции их оболочек (резиновая, пластмассовая), диаметры местных кабелей (оцениваются возможности их прокладки в нижних рядах трассы), наличие в районе «критических» систем и сложных электромонтажных узлов, с которых обычно начинают электромонтажные работы в каждом районе. Межрайонные магистральные кабели прокладывают по мере подачи районов под монтаж в несколько этапов по основным направлениям затяжки кабелей. Все кабели прокладывают от адреса до адреса без промежуточных бухтовок. Внутренний монтаж производят параллельно с внешним по мере укомплектования приборов кабелями. Регулировочные работы в районах начинают по мере окончания монтажа систем.

Необходимые условия применения автономно-районной технологии:

а) соблюдение при проектировании судна определенных требований (минимизация количества кабельных связей между районами и длин кабелей между приборами за счет рационального размещения электрооборудования; разделение трасс внутрирайонных и межрайонных кабелей; формирование трасс межрайонных кабелей с учетом последовательности подачи районов под монтаж и т. д.);

б) выделение в общей технологии постройки судна четко регламентированных этапов монтажа электрооборудования в каждом районе и строгое соблюдение заданных сроков и последовательности подачи районов под монтаж;

в) обеспечение поэтапной поставки электрооборудования и кабеля (не более двух-трех этапов).

Агрегатно-блочная технология. Основным объемом электромонтажных работ выполняется в сборочных единицах (СЕ) в цеховых условиях (на отдельных построечных местах) и завершается в целом корпусе на стапеле. Судно при проектировании рассчитывается на СЕ разных уровней. Постройка судна представляет собой процесс последовательного укрупнения СЕ. В цехе производится сборка и электромонтаж СЕ до зонального блока включительно. Блок-модули собираются и монтируются на отдельных построечных местах. На стапеле производится стыковка блок-модулей и сопряжение коммуникаций, в том числе прокладка межблочных кабелей. Последовательность подачи СЕ под электромонтаж соответствует последовательности укрупнения СЕ и формирования корпуса судна. Подготовка СЕ к электромонтажу производится так же, как при параллельной технологии, при этом до начала этапа монтажа в каждой СЕ устанавливают СЕ более низкого уровня и выполняют определенный объем работ по другим специализациям, предусмотренный маршрутной картой на изготовление СЕ; вместо сложных приборов устанавливают их монтажные комплекты (корпуса приборов с монтажной зоной) или макеты; внутрирайонные кабели внутренних и внешних связей СЕ до начала внешнего монтажа окончивают в цеховых условиях.

Электромонтаж СЕ начинают с прокладки кабелей внутренних связей СЕ. Кабели внешних связей СЕ прокладывают по мере укрупнения СЕ. Кабели, проходящие через несколько блок-модулей, прокладывают по мере формирования корпуса в несколько этапов. Внутренний монтаж производится по мере укомплектования приборов кабелями. Регулировочно-сдаточные работы начинают после окончания монтажа электросистемы в СЕ любого уровня.

Для прокладки кабелей внешних связей СЕ (в первую очередь межрайонных) могут применяться кабельные соединители, обеспечивающие высокий уровень завершенности электромонтажных работ, выполняемых в СЕ. В этом случае кабели в СЕ прокладывают от приборов до соединителей, а после установки смежных СЕ производится соединение жил кабелей в соединителях.

Необходимые условия применения агрегатно-блочной технологии:

а) обеспечение при проектировании судна высокого уровня агрегатирования электрооборудования (определяемого соотношением объемов электромонтажных работ, выполняемых в СЕ и по судну в целом), позволяющего выполнить основной объем работ в СЕ в цехе;

б) соответствующая подготовка производственной базы судостроительного завода и электромонтажного предприятия к выполнению работ по данной технологии (оборудование цехов агрегатных сборок, высокопроизводительных участков по оконцеванию кабелей и т. п.);

в) обеспечение поэтапной поставки электрооборудования и кабеля (не более двух-трех этапов);

г) четкая регламентация этапов электромонтажа СЕ и целого корпуса в технологическом графике их изготовления.

§ 1.1.3. ВЫБОР ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Выбор принципиальной технологии выполнения электромонтажных работ (ЭМР) для головного судна производится следующим образом:

1. Определяется трудоемкость ЭМР по судну в целом и по отдельным его помещениям.

Трудоемкость ЭМР по судну в целом может быть определена по суммарной длине прокладываемых на судне кабелей в соответствии с заказной ведомостью на кабели либо по данным о трудоемкости ЭМР для судна-аналога.

Трудоемкость ЭМР по помещениям может быть определена по данным о трудоемкости этих работ для соответствующих помещений судна-аналога либо методом экспертных оценок. Экспертами должны являться специалисты, хорошо знакомые с электромонтажным производством, — технологи, мастера, бригадиры-электромонтажники. Для получения достаточно достоверных результатов число экспертов должно быть не менее четырех.

Сущность метода экспертных оценок сводится к следующему.

Отобранные эксперты знакомятся с информацией о помещениях (расположенном в них электрооборудовании, кабелях).

Каждый (j -й) эксперт определяет минимальную $T_{\min ij}$ и максимальную $T_{\max ij}$ трудоемкость работ в i -м помещении, т. е. границы, между которыми, по его мнению, находится истинная трудоемкость (в нормо-часах). Далее производится расчет дисперсии оценок

$$D_{ij} = 0,04 (T_{\max ij} - T_{\min ij})^2$$

и весовых коэффициентов каждого эксперта

$$\mu_{ij} = \frac{\mu'_{ij}}{\sum_{j=1}^n \mu'_{ij}},$$

где $\mu'_{ij} = \frac{1}{D_{ij}}$ — весовой коэффициент j -го эксперта; n — число экспертов.

Искомая трудоемкость ЭМР в i -м помещении определяется по формуле

$$T_i = \frac{3 \sum_{j=1}^n \mu_{ij} T_{\min ij} + 2 \sum_{j=1}^n \mu_{ij} T_{\max ij}}{5}.$$

Вместо абсолютных значений трудоемкостей ЭМР могут определяться их относительные значения. В этом случае эксперты определяют наиболее сложное, с максимальным объемом электромонтажных работ помещение, коэффициент трудоемкости k_{ti} для которого принимается равным 1, а коэффициенты для остальных помещений устанавливаются по отношению к нему. При этом определяются минимальные и максимальные значения коэффициента для данного помещения (отношение трудоемкости ЭМР для данного помещения к эта-

лонному). В остальном методика расчета аналогична описанной выше, но с последующим переходом к значениям трудоемкости по формуле

$$T_i = \frac{T_c k_{ti}}{\sum_{i=1}^N k_{ti}},$$

где T_c — трудоемкость ЭМР на судне; N — количество рассчитываемых помещений.

2. Определяется технологическая обитаемость помещений судна.

Технологическая обитаемость помещения — наибольшее число рабочих, которые могут одновременно выполнять в этом помещении работы (в рассматриваемом случае электромонтажные) при обеспечении оптимальных условий труда, т. е. с максимальной производительностью.

Технологическая обитаемость при ожидаемой длительности ЭМР свыше 1 мес может определяться двумя способами:

1) методом экспертных оценок. В этом случае эксперты определяют минимальное и максимальное количество рабочих, которые, по их мнению, могут одновременно работать в данном помещении с максимальной производительностью труда. Методика расчета аналогична определению трудоемкости. Результат округляется до ближайшего меньшего целого значения;

2) по расчетным формулам. При ширине помещения более 1,6 м используется формула

$$Q = 0,9k_3p - 3,2,$$

где p — суммарная длина рабочих зон, которая принимается равной периметру помещения, сложенному с длиной выгородок (удвоенной при двустороннем расположении оборудования); k_3 — коэффициент, учитывающий степень заполнения помещения оборудованием и кабелями, неравномерность их расположения на плоскости переборок, наличие оборудования и кабелей на подволоке и т. п.; обычно $k_3 = 0,3 \div 0,8$.

При ширине помещений менее 1,6 м используется формула

$$Q = 0,9k_3l,$$

где l — длина помещения.

Если ожидаемая длительность ЭМР меньше 1 мес, то технологическая обитаемость определяется по формуле

$$Q = 1,6L,$$

где L — длина прокладываемого в помещении кабеля, км; 1,6 — переводной коэффициент, учитывающий количество обрабатываемого одним рабочим кабеля в месяц.

За обитаемость принимается целая часть получаемых по формулам значений Q .

3. Определяется длительность выполнения ЭМР и регулировочно-сдаточных работ (РСР) * по помещениям:

$$t_{a, pi} = \frac{T_i}{Q_i K} + t_{pi},$$

где $t_{a, pi}$ — длительность выполнения ЭМР и РСР в i -м помещении, мес; T_i — трудоемкость ЭМР в i -м помещении, нормо-ч; Q_i — технологическая обитаемость i -го помещения, чел; K — объем работ, выполняемых одним рабочим за 1 мес с учетом переработки норм времени, нормо-ч; t_{pi} — длительность проведения РСР в i -м помещении, мес.

4. В соответствии с технологией постройки судна определяется технологическое время t_t , в течение которого могут производиться ЭМР и РСР в помещениях судна от момента готовности помещений к электромонтажу до начала ходовых испытаний.

* Под РСР в данной главе понимаются регулировочные работы и швартовые испытания электрооборудования судна.

5. По данным электромонтажной организации определяется количество электромонтажников, которое планируется использовать при монтаже в ходе постройки данного судна (при единичной постройке) или судов серии.

6. Определяется длительность выполнения ЭМР и РСР на судне при равномерной загрузке вышеуказанного количества рабочих

$$t_{э.р} = \frac{T_c}{n_s K} + t_p,$$

где $t_{э.р}$ — длительность ЭМР и РСР на судне, мес; T_c — трудоемкость ЭМР на судне, нормо-ч; n_s — количество электромонтажников; t_p — длительность проведения РСР на судне, мес.

7. Производится выбор принципиальной технологии. Возможны следующие варианты:

а) при $t_{э.р} < \min t_r$ и $t_{э.р} \geq \max t_{э.р.i}$, как правило, целесообразно применять параллельную или (в случаях, указанных в § 1.1.2) параллельно-районную технологию.

При серийной постройке и строительстве более одного судна в год определяется отношение

$$k = \frac{nt_{э.р}}{t_r},$$

где n — количество строящихся судов в год; t_r — годовой фонд рабочего времени в днях.

Если $k \geq 1$, то количество электромонтажников в расчете должно быть увеличено в k раз. Если же $k < 1$, то для обеспечения равномерной загрузки участка следует применять последовательно-районную технологию;

б) при $t_{э.р} \leq \min t_r$ и $t_{э.р} < \max t_{э.р.i}$ в тех случаях, когда за счет технологических мероприятий (переноса части работ в цеховые условия) невозможно уменьшить максимальное $t_{э.р.i}$ до $t_{э.р}$, следует применять автономно-районную технологию или технологию критических зон;

в) при $t_{э.р} > \min t_r$ применяется автономно-районная технология.

Узловая технология применяется для судов, массогабаритные характеристики кабелей и электрооборудования которых позволяют включить в узлы до 80—90% кабелей и проводов и значительное количество электрооборудования. Это катера, суда на подводных крыльях и т. п.

Агрегатно-блочная технология должна предусматриваться при модульно-агрегатном методе постройки судов.

Следует отметить, что выбор какого-либо вида принципиальной технологии не должен ограничивать применение отдельных элементов других видов технологии, наиболее соответствующих особенностям постройки данного судна и обеспечивающих максимальную эффективность производства. Например, целесообразно применять при любом виде принципиальной технологии монтаж узлами или агрегатирование электрооборудования.

§ 1.1.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ И РЕГУЛИРОВОЧНО-СДАТОЧНЫХ РАБОТ

Основой организации ЭМР и РСР на судне является технологический план выполнения ЭМР и РСР, который устанавливает количество и границы технологических районов электромонтажа, принципы организации работ в них, трудоемкость, последовательность и продолжительность выполнения этих работ, их взаимосвязь с общей технологией постройки судна.

Разработка плана для головного судна производится в следующем порядке:

1. Изучается электротехническая часть проекта судна и технология его постройки, анализируются особенности монтажа и сдачи электрооборудования судна с учетом производственных условий и сложившейся организации работ

на данном предприятии, выбирается принципиальная технология электромонтажа (см. § 1.1.3).

2. Определяется состав технологических районов монтажа (см. § 1.1.1, 1.1.3).

3. Рассчитывается по нормо-картам технологическая трудоемкость:

а) общая ЭМР и РСР на судне в целом;

б) отдельно ЭМР в технологических районах электромонтажа (для агрегатно-блочной технологии рассчитываются отдельно трудоемкости ЭМР в СЕ в цехе и в целом корпусе на стапеле).

В техническом проекте расчет трудоемкости производится по нормам проектно-технологической трудоемкости этих работ для разных классов судов на основе проектной длины кабеля.

4. Определяется технологическая обитаемость объектов электромонтажа.

5. Определяется расчетная длительность ЭМР на объектах электромонтажа. Для тех объектов, где расположены критические системы, определяется общая длительность ЭМР и РСР

$$t_{э.р.i} = \frac{T_i}{Q_i K} + t_{р.i},$$

где T_i — трудоемкость работ в i -м технологическом районе, нормо-ч; Q_i — технологическая обитаемость i -го технологического района, чел.; K — объем работ, выполняемый одним рабочим за 1 мес (с учетом переработки норм времени), нормо-ч; $t_{р.i}$ — длительность РСР в i -м технологическом районе (определяется по наиболее продолжительной в настройке критической системе на основе данных заводов-изготовителей этих систем).

6. На основе анализа проекта технологии постройки судна определяются ориентировочные последовательность и сроки выполнения ЭМР на объектах электромонтажа (для объектов с критическими комплексами — общая возможная длительность ЭМР и РСР).

7. Для каждого объекта электромонтажа производится сопоставительный анализ расчетной длительности ЭМР (для объектов с критическими системами — ЭМР и РСР) с допускаемой по условиям технологии постройки судна. Объекты электромонтажа, у которых расчетная длительность электромонтажа больше допускаемой, находятся на критическом пути постройки судна в целом. Для снятия их с критического пути принимаются такие меры, как сокращение расчетной длительности работ за счет переноса части их в цеховые условия, а также увеличение допускаемой длительности работ за счет более раннего формирования районов судна с критическими объектами. Далее устанавливаются окончательная последовательность и сроки сдачи объектов под монтаж.

8. Проверяется правильность составления плана. При правильно составленном плане предоставляемый фронт работ должен иметь резерв в течение всего цикла ЭМР, что обеспечит постоянную загрузку электромонтажного участка. При отсутствии резерва осуществляется пересмотр плана (в отношении состава и сроков подачи объектов под монтаж и т. п.).

9. Производится количественная оценка ожидаемой годовой ритмичности работы цеха при выполнении всего производственного плана цеха.

10. Разрабатывается принципиальный технологический график выполнения электромонтажных работ и поставок (в техническом проекте определяется количество этапов поставки и состав объектов, для которых осуществляются поставки на каждом этапе).

11. Разрабатывается рабочий сетевой график выполнения ЭМР и РСР.

12. При поточной организации работ производится расчет электромонтажного потока (с корректировкой, при необходимости, указанных выше расчетов). Разработка и корректировка технологического плана производится на стадиях:

а) технического проектирования судна;

б) подготовки производства к электромонтажу головного судна (при создании рабочего проекта технологии электромонтажа судна);

в) постройки серийных судов.

Для разработки плана используются материалы технического и рабочего проектов электротехнической части судна и технологии его постройки.

Глава 1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

§ 1.2.1. СОСТАВ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ И РЕГУЛИРОВОЧНО-СДАТОЧНЫХ РАБОТ

ЭМР и РСР принято подразделять на следующие этапы:

- подготовительные работы в цехе;
- подготовительные работы на судне;
- собственно ЭМР на судне;
- подготовка и проведение сдаточных испытаний.

В зависимости от принятой принципиальной технологии объем, содержание и время выполнения работ каждого этапа могут изменяться в весьма широких пределах.

Подготовительные работы в цехе охватывают как собственно подготовительные работы (количественная и технологическая комплектация электрооборудования, кабелей и материалов), так и электромонтажные работы, которые предусмотрено выполнять в цеховых условиях (монтаж агрегатированных конструкций, изготовление монтажных узлов, антенн и т. п., разделка и оконцевание кабелей и проводов). Работы выполняются на специализированных цеховых участках.

Подготовительные работы на судне включают в себя работы, связанные с установкой конструкций для крепления электрооборудования и кабелей, а также самого электрооборудования.

ЭМР на судне принято подразделять на внешний монтаж электрооборудования (затяжка, укладка и крепление кабелей, ввод кабелей в электрооборудование, их маркировка и заземление металлических оболочек, уплотнение переборочных, палубных и приборных сальников и кабельных коробок) и внутренний монтаж (разделка, оконцевание и подключение жил кабелей в оборудовании).

Подготовка и проведение испытаний — это работы по регулировке электрооборудования, проводимые как в цеховых условиях (на специализированных стендовых установках), так и на судне, сдача оборудования на швартовных, ходовых и государственных испытаниях.

§ 1.2.2. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ И РЕГУЛИРОВОЧНО-СДАТОЧНЫЕ РАБОТЫ НА СУДНЕ

Для организационного обеспечения ЭМР на судне составляется структурная схема, определяющая состав всех специализированных по видам работ подразделений и служб и их взаимосвязь в процессе выполнения работ.

Структурная схема включает в себя перечень и состав электромонтажных бригад, специализирующихся на выполнении различных работ. В настоящее время отдельные бригады выполняют:

- 1) подготовительные работы на судне, внешний монтаж и внутренний монтаж силового электрооборудования с кабелями, имеющими сечение жил от 16 мм² и выше;
- 2) внутренний монтаж электрооборудования с кабелями, имеющими сечение жил до 10 мм²;
- 3) монтаж штепсельных разъемов;
- 4) уплотнение конструкций для прохода кабелей через водогазонепроницаемые палубы и переборки;
- 5) регулировку и сдачу электрооборудования на швартовных испытаниях;
- 6) регулировку и сдачу электрооборудования на ходовых испытаниях.

Все работы разбиваются на технологические комплекты. В один комплект обычно включаются работы одного вида, выполняемые в пределах одного бригадного участка.

При серийной постройке судов бригады специализируются по территориальному (монтаж одних и тех же помещений на судах серии) и схемному (монтаж одних и тех же схем на судах серии) признакам. Естественно, посхемная специализация присуща и бригадам по выполнению РСР.

Указанная выше специализация бригад является основой для возможности организации работ по принципам монтажного потока, являющейся наиболее эффективным способом организации производства.

§ 1.2.3. МОНТАЖНЫЙ ПОТОК

Поточная организация работ базируется на следующих основных принципах:

- четкое деление всего объема работ на этапы;
- деление работ каждого этапа на ряд законченных объемов — технологических комплектов, неизменных для всех судов данной серии;
- строгое закрепление за каждой бригадой определенных технологических комплектов работ, выполняемых бригадой на всех судах серии;
- создание системы материально-технического снабжения, обеспечивающей бесперебойное снабжение электромонтажного потока.

Следует заметить, что при параллельной технологии поток создается на основе территориально-схемной специализации бригад (бригада выполняет определенный вид работ на всех судах серии) и обязательным условием существования потока является постоянство ритма подачи судов под монтаж. При других видах технологии загрузка рабочих может частично регулироваться сроками и порядком подачи районов под монтаж, что позволяет обеспечить постоянство загрузки рабочих при изменении ритма подачи в небольших пределах. Кроме того, эти виды технологии позволяют применить принципы монтажного потока при выполнении специализированными бригадами работ в нескольких подаваемых последовательно под монтаж районах. В этом случае разрабатывается график движения бригад по районам судна.

Для узловой и агрегатно-блочной технологий главным является организация поточного производства на цеховых участках (по изготовлению узлов и агрегатов). При большом объеме цеховых работ сохранение постоянства загрузки рабочих достигается и при значительных изменениях ритма постройки судов.

Выделяют три категории потоков:

- 1) специализированный (бригадный) — последовательное выполнение определенного комплекса работ бригадой в каждом из закрепленных за ней помещений на судах (районах потока);
- 2) объектный — совокупность специализированных потоков (работы на судах одной серии, одном судне);
- 3) комплексный — совокупность объектных потоков (работы всего цеха, предприятия).

Расчет объектного электромонтажного потока включает в себя следующие этапы:

1. Расчет продолжительности выполнения работ каждой бригадой на каждом объекте (объектом является судно в целом или район судна):

$$t_{ij} = \frac{q_{ij} t_j}{q_j},$$

где t_{ij} — продолжительность выполнения работ на i -м объекте j -й бригадой, дни; q_{ij} — трудоемкость работ j -й бригады на i -м объекте, чел.-дни; t_j — общая продолжительность выполнения работ j -й бригадой на всех объектах потока; q_j — общая трудоемкость работ потока, чел.-дни.

2. Расчет численности рабочих в бригаде Q_j :

$$Q_j = \frac{q_j}{t_{ijkc}},$$

где k — коэффициент перевыполнения норм времени; c — количество смен, обрабатываемых бригадой.

3. Расчет временных параметров электромонтажного потока:

$$t_{ij}^{OK} = \sum_{l=1}^{j-1} t'_{il} + \sum_{k=2}^i (t'_{kj} + t''_{kj}) + \sum_{l=2}^i \sum_{k=2}^n t_{kl}^-;$$

$$t_{ij}^H = t_{ij}^{OK} - (t'_{ij} + t''_{ij});$$

$$t_{ij}^- = \max \{0; (t'_{i-1, j-1} + t'_{ij} - t'_{i-1, j} - t''_{i-1, j} - t_{i-1, i}^+); \}$$

$$t_{ij}^+ = \min \{0; (t'_{i-1, j-1} + t'_{ij} - t'_{i-1, j} - t''_{i-1, j} - t_{i-1, j}^+); \}$$

где t_{ij}^{OK} — момент окончания работы j -й бригады на i -м объекте; t_{ij}^H — момент начала работы j -й бригады на i -м объекте; t'_{ij} — продолжительность той части работы j -й бригады на i -м объекте, после выполнения которой может быть начата работа $(j+1)$ -й бригады (рис. 1.1); t''_{ij} — продолжительность оставшейся части работы j -й бригады на i -м объекте (совмещенной по времени с работой $(j+1)$ -й бригады); t_{ij}^- — время простоя j -й бригады перед началом выполнения работы на i -м объекте; t_{ij}^+ — время ожидания i -м объектом выполнения работ j -й бригадой; n — количество объектов.

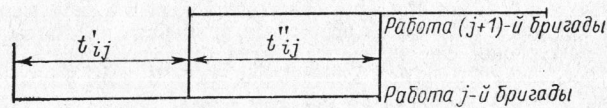


Рис. 1.1. Временная взаимосвязь смежных работ.

Принято, что $t_{ij}^- = t_{ij}^+ = 0$ для всех работ, выполняемых на первом объекте, и первых работ, выполняемых на остальных объектах. Естественно, это же условие соблюдается для всех работ при ритмичном потоке.

4. Расчет параметров объектного потока, характеризующих изменение потребления ресурсов (рабочей силы):

$$t_p = t_{nm}^{OK} - \sum_{i=1}^n t_{im}, \quad t_{св} = t_{nm}^{OK} - \sum_{i=1}^n t_{i1},$$

$$t_y = t_{nm}^{OK} - t_p - t_{св},$$

где t_p — время развертывания потока; $t_{св}$ — время свертывания потока; t_y — время функционирования установившегося потока; m — число специализированных потоков (бригад); n — количество объектов.

Физический смысл указанных параметров виден из рис. 1.2.

Наглядно объектный монтажный поток удобно представлять в виде сетевой модели, изображенной на рис. 1.3. Кругом обозначается начало (окончание) работы бригады на данном объекте, треугольником — окончание части работы, после выполнения которой может быть начата работа следующей бригады.

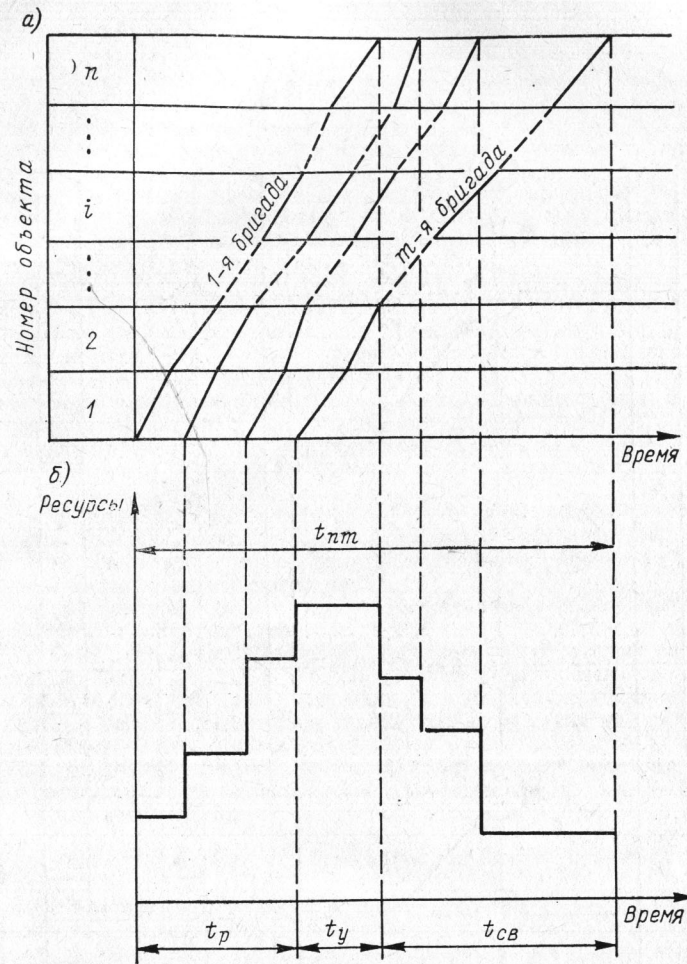


Рис. 1.2. Циклограмма (а) и график потребления ресурсов (б) для объектного потока.

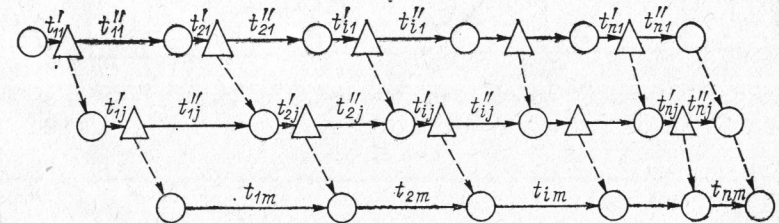


Рис. 1.3. Сетевая модель объектного потока.

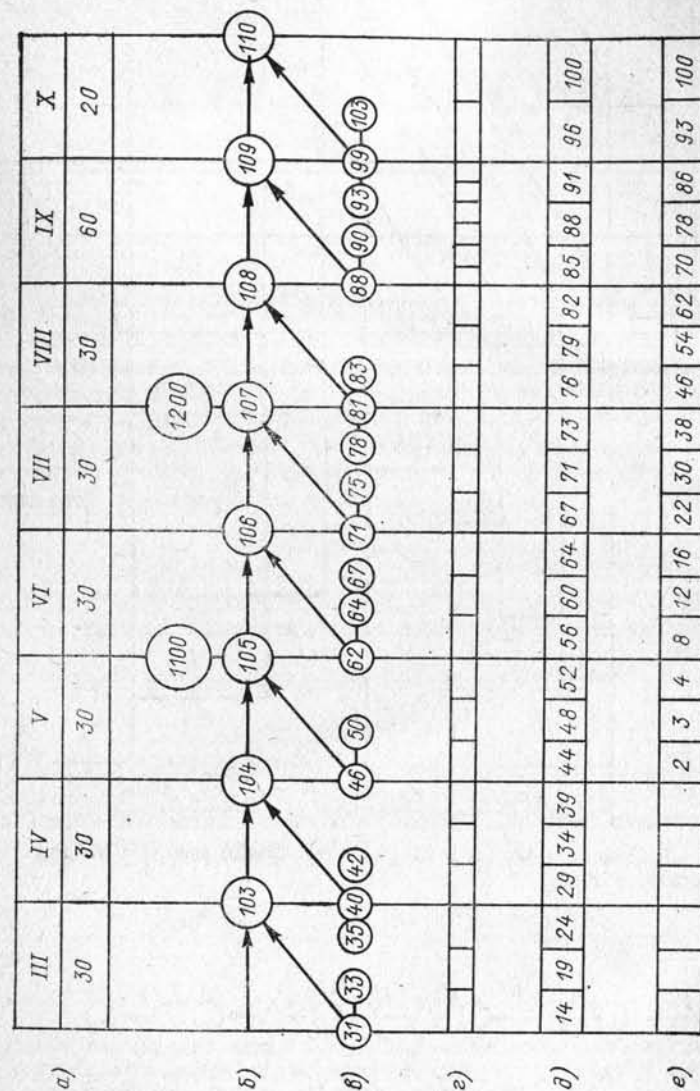


Рис. 1.4. Укрупненный сетевой график электромонтажных работ.

§ 1.2.4. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Основой для планирования ЭМР является технологический график выполнения ЭМР и поставок электрооборудования, определяющий объемы и продолжительность выполнения работ на каждом этапе с привязкой к технологическим этапам постройки судов.

Основным методом календарного планирования и управления производством является система сетевого планирования и управления (СПУ). Система СПУ основана на использовании сетевых моделей (графиков), показывающих последовательность, длительность работ и их взаимосвязь в процессе выполнения. С помощью сетевого графика решаются следующие задачи:

- оптимизация продолжительности ЭМР;
- оперативное планирование производства с выдачей заданий по производственным участкам в календарных сроках;
- выявление узких мест производства путем определения работ, лежащих на критическом пути, т. е. работ, определяющих общую продолжительность электромонтажа.

Существуют укрупненные и детальные (рабочие) сетевые графики. В укрупненных графиках указываются только основные (узловые) работы (по районам или судну в целом). Такой график содержит, как правило, не более 200 событий и может быть рассчитан вручную. Он привязывается к временной (календарной) шкале, что обеспечивает большую его наглядность.

Детальный сетевой график выполнения ЭМР на судне является фрагментом общего сетевого графика постройки судна. Он содержит несколько тысяч работ и событий, детализированных до каждого технологического комплекта и схемы. Расчет такого графика производится на ЭВМ.

Укрупненные сетевые графики удобно представлять в форме, показанной на рис. 1.4. На графике приводятся:

- номера и длительность (в днях) технологических этапов постройки судна, а также номера основных событий — работ судостроительного завода, обеспечивающих фронт работ электромонтажникам (окончание доизоляционных и изоляционных работ с подписанием акта о готовности судна или его района к электромонтажу) (рис. 1.4, а);
- шкала окончания основных (узловых) событий электромонтажа (шкала ожиданий), например подготовительных работ в цехе или на судне, внешнего монтажа и т. п. (рис. 1.4, б);
- шкала начала промежуточных событий — работ, обеспечивающих события предыдущей шкалы (монтаж отдельных помещений, приборов и т. п.) (рис. 1.4, в);
- шкала календарного времени (рис. 1.4, г);
- шкала продвижения общей готовности судна в процентах (рис. 1.4, д);
- шкала продвижения готовности электромонтажных работ в процентах (рис. 1.4, е).

Условными значками может быть указано также начало подготовительных, электромонтажных и сдаточных работ на судне и по отдельным районам.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ СУДНА

Документация по электрооборудованию подразделяется на техническую, рабочую и технологическую. Классификация документации по электрооборудованию показана на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Классификация документации по электрооборудованию.

Глава 2.1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

В состав технической документации по электрооборудованию входят электротехнические расчеты, принципиальные электрические схемы и чертежи расположения аппаратуры в основных постах.

Номенклатура разрабатываемой документации определяется задачами, решаемыми на соответствующей стадии проектирования.

Проектирование электрооборудования судна выполняется, как правило, в три этапа: эскизное проектирование, техническое проектирование и этап разработки рабочих чертежей.

§ 2.1.1. ДОКУМЕНТАЦИЯ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА

На этапе эскизного проектирования определяются состав судовой электростанции, размещение и габаритные размеры основных электротехнических помещений, пути прохода основных трасс магистральных кабелей. Определяется также состав нового электрооборудования и разрабатываются технические задания на его создание.

На этом этапе выполняется расчет режимов нагрузки электростанции, служащий основанием для выбора ее состава, разрабатываются принципиальные схемы генерирования и распределения электроэнергии. Для определения габаритных размеров электротехнических помещений и путей прохода основных трасс магистральных кабелей выполняются схемы расположения электрооборудования основных систем, а в отдельных случаях — чертежи расположения электрооборудования в некоторых постах и рубках.

§ 2.1.2. ДОКУМЕНТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Задачей этапа технического проектирования является решение всех технических вопросов по электрооборудованию, связанных с обеспечением выполнения судном функций, предусмотренных техническим заданием, а также с обеспечением надежной работы и безопасности обслуживания судового электрооборудования и кабельных сетей. В техническом проекте определяется состав и размещение электрооборудования по помещениям, уточняются пути прохода трасс магистральных кабелей и разрабатывается документация для заказа электрооборудования, кабеля и материалов, необходимых для выполнения электромонтажных работ.

На этапе технического проектирования уточняется расчет режимов нагрузки судовой электростанции и производится окончательный выбор ее состава, разрабатываются схемы генерирования и распределения электроэнергии и на основании расчетов выбираются сечения кабелей и коммутационно-защитная аппаратура сетей питания потребителей электроэнергии. Кроме того, на данном этапе разрабатываются принципиальные схемы основных электроприводов, схемы защиты и сигнализации, принципиальные схемы средств внешней и внутрисудовой связи, навигации и приборов управления судном. Выполняются также чертежи расположения аппаратуры в основных постах.

§ 2.1.3. ДОКУМЕНТАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЕКТА

Документация рабочего проекта состоит из расчетов и схем, являющихся основными принципиальными документами проекта по электрооборудованию, определяющими все технические решения, принятые в проекте. Эта документация служит основным исходным материалом для разработки электромонтажной документации (см. § 2.2.2) и для выполнения на судне работ по включению, наладке и испытанию электрооборудования.

Примерный состав технической документации, ее назначение и стадии разработки указаны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Состав, назначение и стадия разработки документации
по электрооборудованию**

Документ	Стадия разработки проекта	Назначение
Расчет: режимов нагрузки судовой электростанции	Эскизное и техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	Выбор состава судовой электростанции
сечения кабелей токов короткого замыкания	Техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	Проверка правильности структуры электроэнергетической системы и выбор защитной и коммутационной аппаратуры схемы распределения электроэнергии
динамической устойчивости энергосистемы судна	То же	Проверка обеспечения требуемого качества электроэнергии
освещенности судовых помещений	»	Выбор количества и мощности осветительных приборов в помещениях судна
Принципиальные электрические схемы: судовой электростанции	Эскизное и техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	Определение полного состава оборудования, кабельных связей, выполнение монтажных работ на судах, подключение кабелей, наладка и сдача электрооборудования
распределения электроэнергии	То же	
сетей питания потребителей постоянного тока, потребителей повышенной частоты, вентиляции	Техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	
аварийной, сварочной, зарядной сетей	То же	
электроприводов судовых механизмов и устройств	»	
систем автоматизации, теплоконтроля и сигнализации о работе судовых механизмов	»	
внутрисудовой связи	»	
общесудовой сигнализации	»	

Продолжение табл. 2.1

Документ	Стадия разработки проекта	Назначение
первичной сети освещения	Техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	Определение полного состава оборудования, кабельных связей, выполнение монтажных работ на судах, подключение кабелей, наладка и сдача электрооборудования
радиосвязи	Эскизное и техническое проектирование, разработка рабочих чертежей	
радиолокации	То же	
электрорадионавигационных приборов	»	
приборов управления судном	»	
вторичной сети освещения	Разработка рабочих чертежей	Проверка правильности компоновки электрооборудования в помещениях
Чертежи расположения аппаратуры в основных постах	Техническое проектирование	

Глава 2.2. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Рабочая документация предназначена для выполнения работ по монтажу судового электрооборудования и подразделяется на электромонтажную и вспомогательную. Электромонтажная документация определяет состав, размещение и способы крепления судового электрооборудования и кабеля. Назначением вспомогательной документации является концентрация всех исходных данных в возможно меньшем количестве документов, которыми и должен пользоваться конструктор при разработке электромонтажных чертежей.

§ 2.2.1. ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Объем и содержание вспомогательной документации не регламентируются специальными документами и определяются принятой методикой проектирования, объемом и сложностью проекта.

Вспомогательная документация разрабатывается на основе технического проекта, откорректированного по результатам его утверждения, и принципиальных схем, выполненных на этапе разработки рабочих чертежей. По времени разработка вспомогательной документации должна предшествовать разработке электромонтажной документации. На завод — строитель судна вспомогательная документация, как правило, не передается. Основными ее документами являются схемы канализации кабелей по специальностям и схемы трасс магистральных кабелей. Они разрабатываются по решению проектанта судна и используются в качестве вспомогательных материалов конструкторским составом при разработке рабочих чертежей по электрооборудованию, а также технологическими службами электромонтажных предприятий.

Схема канализации кабелей включает в себя все принципиальные схемы, относящиеся к одной или нескольким родственным группам электрооборудования, и выполняется на планах чертежей общего расположения судна с указанием предполагаемых мест установки электрооборудования и прохода кабелей.

Кабели на схеме указывают линиями, каждая из которых может изображать один или несколько кабелей. Выноски с индексами кабелей дают таким образом, чтобы на схеме можно было проследить весь путь кабеля от начального прибора до конечного.

Схемы трасс магистральных кабелей являются исходным материалом для разработки схемы затяжки этих кабелей и для последующего контроля полноты учета магистральных кабелей в ходе электромонтажных работ на судне. Схемы выполняются в однолинейном изображении на планах палуб с упрощенными графическими изображениями уплотнительных устройств (кабельных коробок, сальников) и указанием их номеров.

В схему включаются все магистральные кабели. Путь кабелей указывается до входа в помещение, где устанавливается электрооборудование, к которому подключается кабель. Индексы кабелей на полках линий-выносок должны быть указаны таким образом, чтобы можно было проследить весь путь кабеля от начала до конца.

При проходе кабелей через уплотнительные устройства, при переходе их на другую плоскость, а также в местах отхода кабелей от пучка на полках линий-выносок должны быть перечислены индексы всех кабелей.

В случае необходимости перечисления большого количества индексов можно указывать их на поле чертежа под соответствующим номером, который присваивается данной выноске.

К схеме трасс магистральных кабелей выпускается кабельный журнал магистральных кабелей. Эту схему отправляют на производство в том случае, если электромонтажные чертежи прокладки магистральных кабелей в составе проекта не выполняются.

В целях сокращения времени поиска информации, необходимой для разработки электромонтажных чертежей, вместо схем канализации кабелей по специальности могут разрабатываться перечни электрооборудования и кабелей к электромонтажным чертежам. Примерный состав вспомогательной конструкторской документации и ее назначение указаны в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Состав и назначение вспомогательной конструкторской документации

Документы	Назначение
Схемы канализации кабелей по специальности	Объединение всех кабелей и электрооборудования по одной специальности в одном документе; разработка схем трасс магистральных кабелей
Перечни электрооборудования к чертежам	Объединение всего электрооборудования, устанавливаемого по чертежу, в одном документе с указанием типов, индексов, требований по установке и номеров схем, которым принадлежит электрооборудование (при отсутствии канализации)
Перечни кабелей к чертежам	Объединение всех кабелей, прокладываемых по чертежу, в одном документе с указанием индексов, марок и сечений, требований по прокладке и номеров схем, которым принадлежат кабели (при отсутствии канализации)

§ 2.2.2. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электромонтажная документация включает в себя электромонтажные чертежи, спецификации и ведомости, необходимые для выполнения электромонтажных работ на судне.

Электромонтажные чертежи предназначены для выполнения электромонтажных работ на судне и состоят из документов, определяющих прокладку магистральных и местных кабелей, установку электрооборудования, подвод кабелей к электрооборудованию, маркировку кабелей и электрооборудования.

Чертежи прокладки трасс магистральных кабелей являются рабочим документом, в соответствии с которым на судне осуществляется прокладка и крепление магистральных кабелей. Они разрабатываются на электромонтажные районы.

Чертежи выполняют в одной проекции на плоскости переборок, бортов, палуб и подволоков (в виде сверху со снятым настилом) с указанием необходимых конструктивных элементов судна.

На чертеже изображают все трассы, прокладываемые по данному чертежу. Принятыми условными обозначениями показывают кабельные коробки с указанием их номеров, индивидуальные сальники, детали крепления кабелей, вырезы в наборе корпуса и в переборках с указанием применяемых проходных конструкций. Пучки кабелей и одиночные кабели в местах их прокладки изображают одной линией.

На каждом участке трассы при применении деталей крепления одного типоразмера эти детали указывают только в начале и конце участка. Шаг установки деталей по трассе оговаривается в общих технических требованиях к чертежам.

Для всех трасс магистральных кабелей на чертежах проставляются координаты. При выходе кабелей из помещения, при переходе их с одной плоскости на другую, в местах отхода кабелей от пучка на полках линий-выноски должны быть перечислены индексы всех кабелей. При необходимости перечисления большого количества индексов допускается помещать их на поле чертежа под соответствующим номером, который присваивается данной выноске.

К чертежу прокладки трасс магистральных кабелей выпускают спецификацию и кабельный журнал.

Прокладка и разводка местных кабелей и крепление электрооборудования выполняются на основании чертежей расположения электрооборудования и прокладки кабелей. В зависимости от сложности и насыщенности помещений электрооборудованием и кабелями различают три типа таких чертежей: 1) совмещенные схемы канализации кабелей; 2) совмещенные чертежи расположения электрооборудования и прокладки кабелей; 3) отдельные чертежи расположения электрооборудования и чертежи прокладки кабелей.

Совмещенные схемы канализации кабелей разрабатываются, как правило, на электромонтажные районы, включающие в себя малонасыщенные электрооборудованием и кабелями помещения.

Чертежи совмещенных схем выполняются в плане. На чертежах изображают обводы корпуса, переборки, диаметрально плоскость, шпангоуты, двери, люки, шахты, цистерны и другие элементы корпуса или оборудования помещений, дающие общую ориентацию для прокладки кабелей и размещения электрооборудования. На чертеже показывают все устанавливаемое электрооборудование и все прокладываемые кабели без различия их схемной принадлежности.

При наличии насыщенных электрооборудованием или кабелями отдельных плоскостей или узлов на поле чертежа дают виды на эти плоскости (при необходимости в увеличенном масштабе) с указанием взаимного расположения электрооборудования и кабельных трасс, а также необходимых координат. К каждому чертежу выпускаются спецификация и кабельный журнал, в которые включаются все электрооборудование и кабели, а также детали для их крепления.

Совмещенные чертежи расположения электрооборудования и прокладки кабелей с их креплениями выпускаются на электромонтажные районы и представляют собой основную массу чертежей, по которым производятся электромонтажные работы на судах. По этим чертежам осуществляется установка деталей слесарного насыщения для крепления электрооборудования и кабельных трасс, установка и крепление электрооборудования, его амортизация, заземление, прокладка кабелей и ввод их в электрооборудование.

Чертежи выполняют в одной проекции на плоскости переборок, бортов, палуб и подволоков (в виде сверху со снятым настилом).

На чертежах дают все необходимые виды и разрезы. Над каждой проекцией делают надписи, поясняющие ее положение. При большом насыщении плоскости или ее части электрооборудованием и кабелем допускается давать их в укрупненном масштабе или изображать в виде отдельного элемента.

На чертеже показывают все электрооборудование, устанавливаемое по данному чертежу, и все прокладываемые по этому чертежу кабели. Указывают также разводку кабелей по салынкам или штепсельным разъемам электрооборудования. Электрооборудование изображают упрощенно в виде прямоугольников либо в виде кружков.

На чертеже указывают координаты установки электрооборудования, а также расстояния между центрами крепежных отверстий (исключение составляет электрооборудование, устанавливаемое на корпусных фундаментах, либо электрооборудование, для которого крепления предусмотрены в чертежах зашивки помещений). Мелкую установочную арматуру (выключатели, розетки, светильники, соединительные коробки и т. п.) допускается изображать масштабно, без указания координат.

Все электрооборудование, устанавливаемое по данному чертежу, должно иметь номер позиции (в кружке), под которым оно занесено в спецификацию к чертежу. Для каждого электрооборудования должен быть указан его тип или индекс на схеме. Для электрооборудования, изображенного на чертеже, но устанавливаемого по другому чертежу, указывают только его наименование.

Принятыми условными обозначениями на чертеже указывают кабельные коробки с их номерами, индивидуальные салынки, детали крепления кабелей, трубы, кожухи защиты кабелей, вырезы в наборе и переборках для прохода кабелей с указанием типа проходных конструкций. Пучки кабелей и одиночные кабели изображают одной линией.

На участках кабельных трасс с одинаковыми типоразмерами креплений эти крепления указывают только в начале и конце участка. Шаг установки деталей по трассе оговаривается в общих технических требованиях к чертежам.

При проходе кабелей из одного помещения в другое, при переходе их на другую плоскость, в местах прохода через уплотнительные устройства, в местах ответвления, а также в местах ввода кабеля в электрооборудование на полках линий-выносок перечисляют индексы всех кабелей.

Расположение трасс местных кабелей, включая отводы от магистральных трасс, показывают масштабно, без указания координат. Координаты в этом случае проставляют при необходимости.

К каждому чертежу выпускаются спецификация и кабельный журнал.

Раздельные чертежи расположения электрооборудования и чертежи прокладки кабелей выпускаются для особо насыщенных электрооборудованием помещений. Требования к оформлению этих чертежей не отличаются от требований, предъявляемых к совмещенным чертежам расположения электрооборудования и прокладки кабелей. Спецификация в данном случае выпускается как к чертежу расположения электрооборудования, так и к чертежу прокладки кабелей. Кабельный журнал выпускается только к чертежу прокладки кабелей.

В отдельных случаях для особо насыщенных помещений выпускают специальные чертежи слесарного насыщения для крепления электрооборудования и кабелей. В этих случаях детали крепления на чертежах расположения электрооборудования и прокладки кабеля не показывают.

Спецификации к чертежам разрабатываются как неотъемлемая часть чертежа расположения электрооборудования (или совмещенной схемы канализации кабелей) и используются при комплектации оборудования и установке его на судне.

Спецификация определяет номенклатуру и количество единиц электрооборудования, устанавливаемого по данному чертежу, а также номенклатуру и количество изделий слесарного насыщения и крепежных изделий для крепления электрооборудования и кабелей. Если электрооборудование устанавливается разными организациями, то перечень крепежных изделий разбивают на соответствующее количество разделов, в каждый из которых вносят требуемые изделия.

Кабельные журналы разрабатываются как неотъемлемая часть чертежей прокладки кабелей, а также схем трасс магистральных кабелей, за исключением схем, разрабатываемых на стадии эскизного или технического проектирования.

Кабельный журнал является документом, по которому производится предварительная заготовка кабелей (после замера фактических их длин на судне), а также контрольным документом для монтажа. В кабельные журналы включают все кабели, прокладываемые по чертежу, с разбивкой на магистральные и местные. Кабели заносят в журналы посхемно, в порядке возрастания их индексов.

В кабельном журнале приводятся сводные данные по кабелям, сгруппированные по маркам, жильностям и сечениям в порядке возрастания последних.

Кабельные журналы к схемам трасс магистральных кабелей относятся к вспомогательной документации и являются справочным документом, а также исходным документом для разработки схем и журналов затяжки магистральных кабелей.

Ведомость маркировки служит для маркировки электрооборудования и разрабатывается на основании принципиальных схем и электромонтажных чертежей.

В ведомости маркировки перечисляется все электрооборудование, подлежащее маркировке в соответствии с принципиальными схемами, указывается место его установки, обозначение электромонтажного чертежа и номер позиции электрооборудования по спецификации.

Маркировка кабелей при необходимости производится по принципиальным схемам.

Подключение электрооборудования выполняется по принципиальным схемам или таблицам подключения, в которых по каждому прибору или аппарату указывается номер клеммы или контакта и номер жилы кабеля, подключаемой к данной клемме или контакту.

Состав электромонтажной документации и ее назначение приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Состав и назначение электромонтажной документации

Документы	Назначение
Совмещенные схемы канализации кабелей	Установка и крепление электрооборудования, прокладка и крепление местных кабельных трасс в помещениях судна
Совмещенные чертежи расположения электрооборудования и прокладки кабелей с их креплениями	
Чертежи размещения электрооборудования с его креплениями	
Чертежи прокладки кабелей с их креплениями	
Схемы трасс магистральных кабелей	
Чертежи прокладки трасс магистральных кабелей	
Ведомость маркировки электрооборудования	Маркировка электрооборудования на судне
Спецификация	Комплектация электрооборудования и проверка правильности его установки в помещениях судна
Кабельный журнал	Заготовка кабелей и контроль правильности их прокладки на судне

Глава 2.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ МОНТАЖА И СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУДОВ

Технологическая документация для монтажа и сдаточных испытаний электрооборудования судов содержит информацию, определяющую организацию подготовки производства и выполнения ЭМР и РСР, их объемы и трудоемкости, способы выполнения отдельных производственных процессов. По содержанию технологическую документацию делят на типовую и проектную.

К *типовой* технологической документации относят типовые технологические инструкции, основные положения и другие руководящие технические материалы, определяющие одинаковые для судов различных классов организационно-технологические методы выполнения ЭМР и РСР на судах, правила и нормы выполнения различных технологических процессов электромонтажного производства и технические средства их обеспечения, способы контроля качества электромонтажных работ, технологические требования к проектированию электрооборудования и электротехнической части судов, порядок разработки технологической документации и т. п. Эта документация разрабатывается специализированными предприятиями для отрасли в целом.

Проектная технологическая документация состоит из технического и рабочего проектов технологии монтажа и сдачи электрооборудования судна.

Технический проект технологии электромонтажа разрабатывается проектантом на основе материалов технического проекта судна по электротехнической части и технологии его постройки. Он, как правило, включает в себя:

- а) краткую характеристику судна по корпусно-механической части и состав основного электрооборудования и кабелей;
- б) краткое описание технологии постройки судна, в том числе состав строительных районов (блоков), способ формирования корпуса, технологические этапы постройки судна;
- в) технологический план выполнения ЭМР и РСР;
- г) основные положения по организации подготовки производства и выполнения ЭМР и РСР, в том числе количество этапов поставки электрооборудования и кабелей, разбивку судна на электромонтажные районы, последовательность прокладки кабелей и другие особенности организации производственного процесса электромонтажа, обусловленные принятым методом выполнения ЭМР и РСР;
- д) перечень специальной оснастки, инструмента и контрольно-измерительных приборов, необходимых для выполнения ЭМР и РСР на данном судне, в дополнение к имеющимся на предприятии;
- е) укрупненный расчет проектно-технической трудоемкости основных этапов ЭМР и РСР в целом по судну;
- ж) принципиальный технологический график выполнения ЭМР и РСР и поставок, устанавливающий последовательность, продолжительность и сроки выполнения основных этапов ЭМР и РСР по технологическим районам (I, II, ...), их удельные объемы, предельные сроки поставки электрооборудования и кабеля относительно общей готовности судна по месяцам его постройки (рис. 2.2);
- з) перечень мероприятий по обеспечению монтажа и сдачи электрооборудования судна со стороны проектанта, электромонтажного предприятия, судостроительного завода, а при необходимости и других предприятий.

Разрабатывается также укрупненный сетевой график выполнения работ по монтажу и сдаче электрооборудования, который, как правило, включается

в качестве фрагмента в общий сетевой график постройки судна, но при необходимости может быть включен отдельным документом и в технический проект технологии электромонтажа (например, для иллюстрации технологического плана выполнения ЭМР при большом количестве технологических районов, для отражения взаимосвязи между сроками выполнения этих работ и мероприятий по подготовке производства к ним и т. п.).

Технический проект технологии электромонтажа позволяет на ранней стадии проектирования судна определить основные организационно-технологические принципы выполнения ЭМР и увязать их с технологией общесудовых работ, уточнить на основе этих принципов технологические требования к проектированию электротехнической части судна, оценить объем ЭМР и РСР и наметить мероприятия по обеспечению подготовки электромонтажного производства к постройке судна, отдельные из которых (например, мероприятия по реконструкции производственных мощностей, по разработке технологии монтажа новых кабелей и т. п.) требуют для своей реализации длительного времени.

К документации рабочего проекта технологии электромонтажа относят большое количество разнообразных организационно-технологических документов, разрабатываемых электромонтажными предприятиями для конкретного судна на основе технического проекта технологии его электромонтажа и рабочего проекта по электротехнической части судна в обеспечение всех ЭМР и РСР. Разработка этой документации начинается с составления сетевой модели графика подготовки производства к ЭМР и РСР на судне, который включает мероприятия по подготовке документации, по обеспечению электромонтажного предприятия электрооборудованием, кабелем, материалами, оснасткой, инструментом, контрольно-измерительными приборами, по развитию цехового заготовительного производства.

Важнейшей частью рабочего проекта является планово-организационная технологическая документация, в состав которой входят:

- а) перечень технологических комплектов (табл. 2.4), на которые разбивается весь объем ЭМР и РСР на судне, являющийся основным планово-учетным и производственно-организационным документом (каждый из комплектов охватывает технически законченный объем работ, составляющий часть общего объема работ определенного вида, и входит в виде отдельной работы в сетевой график электромонтажа судна);
 - б) технологическо-нормировочные карты, устанавливающие трудоемкость и стоимость работ по каждому технологическому комплекту в отдельности, с поэлементной разбивкой этих работ;
 - в) структурная схема организации ЭМР и РСР на судне, устанавливающая количество, специализацию и закрепление бригад за мастерами;
 - г) принципиальный технологический график выполнения ЭМР и поставок, уточняющий аналогичный график технического проекта;
 - д) рабочий сетевой график выполнения ЭМР и РСР на судне.
- Для обеспечения подготовки документации составляют перечни: конструкторской документации по бригадным участкам; технологической документации по судну; технической документации для закрытия монтажных (швартовых) актов и удостоверений и обеспечения ходовых испытаний судна.
- Для обеспечения выполнения цеховых заготовительных работ составляют:
- а) ведомости работ, выполняемых на производственных участках цеха (например, ведомости изготовления электромонтажных заготовок, кабельных узлов, маркировочных бирок для кабелей и табличек для аппаратуры; ведомости заготовки кабеля; ведомости комплектации штепсельных разъемов, наконечников, материалов и т. п.); ведомости электрооборудования, получаемого электромонтажным цехом от судостроительного завода (передаваемого ему), и т. д.;

б) перечни: деталей, демонтируемых с электрооборудования (при их предмонтажной подготовке); аппаратуры, проходящей стендовую проверку; технологической оснастки для ЭМР и РСР (своего производства и покупной) и др.

В качестве технологических документов на технологическую комплектацию электрооборудования используют (после соответствующей доработки)

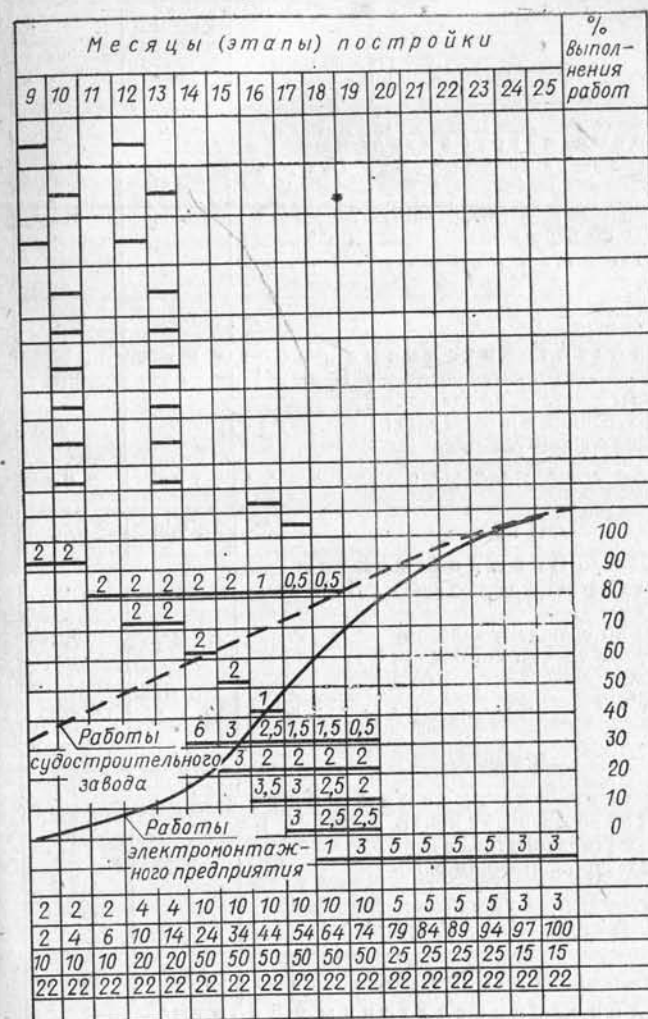
спецификации к чертежам установки электрооборудования. Для обеспечения выполнения ЭМР и РСР разрабатывают: схемы затяжки магистральных кабелей; перечни работ судостроительного завода и электромонтажного предприятия.

Поставляемое электрооборудование и выполняемые электромонтажные работы	Номера событий по сетевому графику	Удельное значение трудоемкости, %	Трудоемкость нормоч
1. Распределительные устройства крупногабаритные			
2. Распределительные устройства малогабаритные			
3. Электромашины и агрегаты крупногабаритные			
4. Электромашины и агрегаты малогабаритные			
5. Электровентиляторы			
6. Массовые изделия, коробки единой серии, трансформаторы			
7. Слаботочная аппаратура			
8. Аппаратура схем внешней связи и наблюдения			
9. Кабели и провода			
10. Аккумуляторы и прожекторы			
11. ЗИП			
12. Подготовительные работы		4	4000
13. Цеховые работы		12	12000
14. Слесарно-подготовительные работы на судне	I	4	4000
	II	2	2000
	III	2	2000
	IV	1	1000
15. Монтажные работы	I	15	15000
	II	11	11000
	III	11	11000
	IV	8	8000
16. Регулировочно-сдаточные работы		30	30000
Всего :		100	100000
17. Продвижение ЭМР за месяц, %			
18. Готовность ЭМР на конец месяца, %			
19. Потребное количество рабочих, чел.			
20. Продолжительность этапа, дней			

Рис. 2.2. Принципиальный технологический график выполнения электро

Итоговым документом рабочего проекта является пояснительная записка, в которой рассматривается технологический план выполнения ЭМР и РСР.

В составе рабочей технологической документации могут разрабатываться



монтажных работ и поставок.

тия к началу электромонтажных работ на судне; перечни РСР, выполняемых электромонтажным предприятием, и др. В качестве документации для учета законченных работ и контроля качества их выполнения составляют перечень схем и электромонтажных работ, требующих пооперационного контроля, журналы оформления законченных ЭМР и РСР и др.

и другие документы, учитывающие метод электромонтажа и особенности судна, местные специфические особенности производства и т. д. Правила и нормы разработки технического и рабочего проектов технологии монтажа и сдачи электрооборудования судов (в том числе состав и формы документов) устанавливаются соответствующими руководящими техническими материалами.

Таблица 2.4

Перечень технологических комплектов траулера

Технологический комплект		Цех-исполнитель	Трудоемкость работ, нормо-ч	Удельное значение работ, %
Номер	Наименование			
606.5.06.01	Цеховые заготовительные работы	Цех № 2	215	1,8
606.5.06.02	Изготовление сигнальных огней	» № 2	144	1,2
606.5.06.02	Изготовление монтажных заготовок по перечню	» № 2	144	1,2
Итого:			1440	12,0
623.6.11.01	Слесарно-подготовительные работы на судне	Цех № 1	72	0,6
623.6.11.01	Слесарно-подготовительные работы и установка электрооборудования в первом электромонтажном районе	Цех № 1	72	0,6
Итого:			1 200	10,0
622.6.00.01	Внешний монтаж	Цех № 1	840	7,0
622.6.00.01	Затяжка магистрального кабеля	Цех № 1	840	7,0
622.7.11.01	Работы по внешнему монтажу в первом электромонтажном районе	» № 1	1 200	10,0
Итого:			3 960	33,0
631.8.11.01	Внутренний монтаж	Цех № 1	42	0,35
631.8.11.01	Работы по внутреннему монтажу схем сильного тока в первом электромонтажном районе	Цех № 1	42	0,35
Итого:			1 320	11,0
0.17.11.301	Регулировочно-сдаточные работы	Цех № 1	840	7,0
0.17.11.301	Подготовка и сдача на швартовных и ходовых испытаниях схем сильного тока	Цех № 1	840	7,0
Итого:			4 080	34,0
Всего:			12 000	100,0

Глава 2.4. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА СУДНА

Автоматизация с использованием ЭВМ является важным направлением совершенствования технологического процесса проектирования. Она позволяет сократить трудоемкость проектирования, повысить качество документации и уменьшить трудоемкость и стоимость электромонтажных работ за счет оптимизации проектных решений.

В связи с тем что автоматизация проектирования еще не вышла из стадии разработки отдельных программ и их опытного внедрения, в настоящее время отсутствуют необходимые стандарты и нормы, определяющие правила проектирования, и стандартное математическое обеспечение для ЭВМ, позволяющее решать задачи, связанные с разработкой электротехнической части проекта судна. Однако это обстоятельство не может служить основанием для отказа от применения ЭВМ при разработке проектной документации.

В зависимости от технических средств, которыми располагает проектант, и типа судов, для проектирования которых предназначена система, ее программно-математическое обеспечение может быть различным, поэтому в настоящей главе излагаются только общие рекомендации и принципиальные вопросы, касающиеся систем автоматизации проектирования любого типа судна. В следующей главе рассмотрены математические модели и методы решения задач расчета кабельных трасс и схем затяжки кабелей с помощью ЭВМ.

§ 2.4.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Практика разработки электротехнической документации с помощью ЭВМ показала, что объем ручного труда по подготовке исходных данных для разработки различных документов по отдельности оказывается весьма значительным, сами исходные данные содержат множество цифровых и буквенных обозначений, при записи и перфорации которых возникает много ошибок, а проверка данных и исправление ошибок сопряжено со значительными, иногда непреодолимыми трудностями. Эти обстоятельства определяют необходимость комплексной автоматизации всего процесса проектирования электротехнической части судна.

Под комплексной автоматизацией понимается автоматизация процесса разработки конструкторских и технологических документов на основе единой информационной базы. Такой подход к автоматизации позволяет резко сократить объем исходных данных, что обеспечивает возможность их проверки и сокращения ручного конструкторского труда.

К системе комплексной автоматизации проектирования предъявляются следующие требования:

- 1) минимизация объема исходных данных, подготавливаемых вручную;
- 2) сокращение объема документации, разрабатываемой вручную;
- 3) минимизация в разумных пределах машинного времени, используемого ЭВМ для решения задачи и печати документов;
- 4) максимальное использование методов оптимизации при решении задач с целью сокращения трудоемкости электромонтажных работ и расхода электрооборудования и кабеля;
- 5) построение системы в виде «открытой» системы, допускающей расширение объема решаемых задач путем дополнения математического обеспечения необходимыми программами без переработки существующих.

§ 2.4.2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Рациональное построение базы исходных данных является основой успеха при разработке системы комплексной автоматизации проектирования и определяет эффективность ее функционирования. Эта задача решается подсистемой формирования базы исходных данных, пример структурной схемы которой применительно к ЭВМ ЕС показан на рис. 2.3. Подсистема представляет собой комплекс программ, позволяющий осуществить входной контроль и запись исходных данных на машинные носители информации, использование этих данных в процессе функционирования системы и их корректировку в процессе проектирования судна. Программы должны предусматривать:

1) экономичное использование машинных носителей для хранения информации;

2) простоту доступа к необходимой информации;

3) достоверность хранимой информации;

4) возможность и простоту корректировки исходных данных.

База исходных данных состоит из постоянных и проектных библиотек. В состав постоянных библиотек, содержащих информацию по техническим характеристикам и заказным реквизитам, взятую из нормалей, ГОСТов и технических условий, входят: библиотека кабеля; библиотека электрооборудования; библиотека деталей слесарного насыщения для крепления и прохода кабеля; библиотека деталей слесарного насыщения для крепления электрооборудования; библиотека типовых узлов крепления и заземления электрооборудования.

В состав проектных библиотек входят: библиотека электрооборудования и кабеля по схемам; библиотека характеристик судовых помещений; библиотека электросхем; библиотека электромонтажных чертежей с распределением судовых помещений по чертежам.

Особенностью библиотек является наличие в них текстовых реквизитов переменной длины, которые занимают много места на машинных носителях информации.

Для экономичного использования носителей должен быть принят ряд специальных мер. Например, рекомендуется включать в программно-математическое обеспечение подсистемы программы, обеспечивающие: плотную постановку информации на магнитный диск (для ЭВМ ЕС); создание и хранение словаря; хранение текстов; представление записей в виде ссылок на элементы словаря и тексты. Эти программы совместно с программами, восстанавливающими исходный вид информации по библиотечному номеру, образуют массив управления библиотечными.

В составе программно-математического обеспечения должен быть предусмотрен также комплекс программ для корректировки постоянных библиотек. Целесообразным принципом корректировки является поиск единицы хранения по библиотечному номеру с заменой всех реквизитов на новые. При этом может быть использован тот же комплекс программ, по которому библиотека формировалась. Удаление элементов библиотеки не должно приводить к изменению библиотечных номеров остающихся элементов. Библиотечные номера удаленных элементов при этом остаются вакантными.

Для проектных библиотек электрооборудования и кабелей по схемам характерным является их большой объем и частое обращение к ним в процессе решения задач. Это диктует необходимость обеспечения быстрого поиска нужной информации, для чего целесообразно предусмотреть иерархическую структуру построения библиотек, при которой все данные разбиваются на группы с различным уровнем подчиненности. Обращение из группы верхнего уровня к группе более низкого уровня при этом осуществляется прямым указанием адреса начала младшей группы.

Объединение в группы целесообразно организовывать с помощью ссылок на следующую запись в группе. Это позволяет перемещать записи из группы в группу, не меняя их физического адреса на носителе, путем замены ссылок, что в свою очередь позволяет использовать физический адрес на носителе в качестве уникального имени при работе с библиотекой в диалоговом режиме.

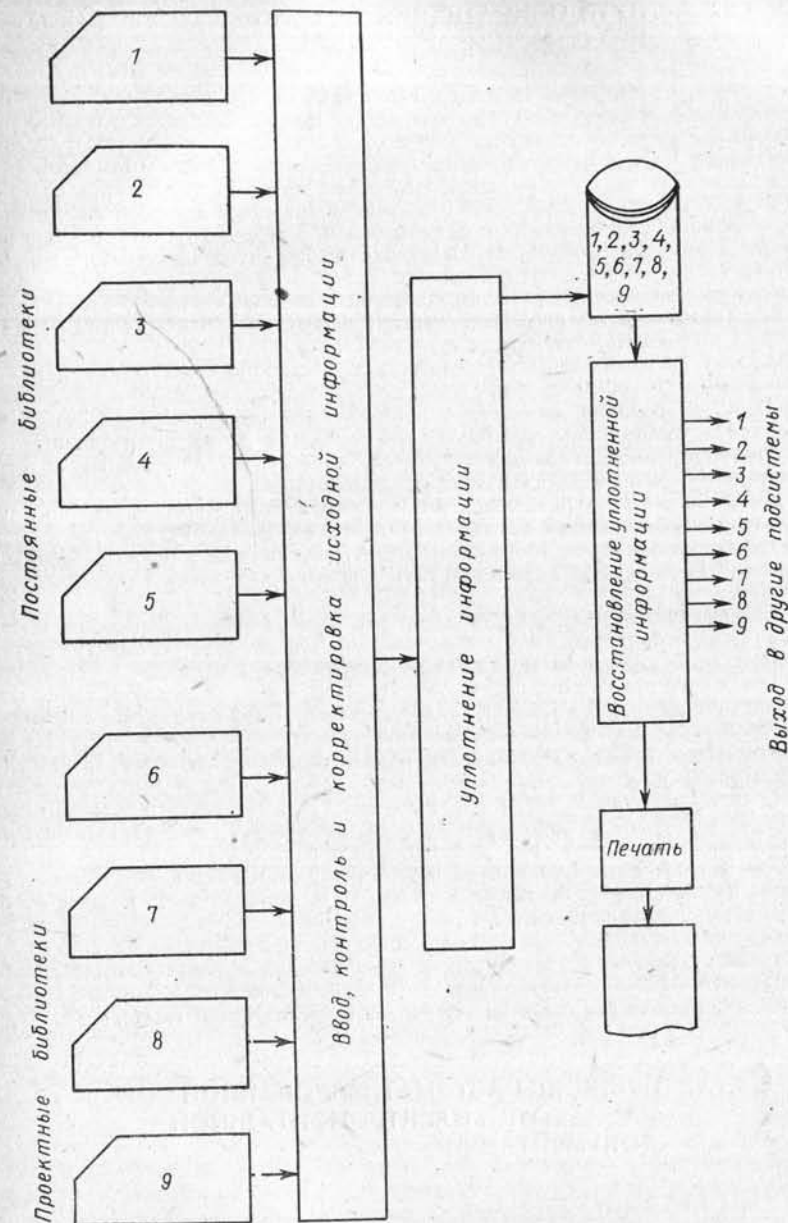


Рис. 2.3. Структурная схема подсистемы формирования базы исходных данных.

1 — характеристики электрооборудования; 2 — характеристики кабеля; 3 — детали крепления кабеля; 4 — детали крепления электрооборудования; 5 — узлы крепления и заземления электрооборудования; 6 — характеристики судовых помещений; 7 — разбивка помещений по чертежам; 8 — перечень электросхем; 9 — перечень электрооборудования и кабелей по схемам.

§ 2.4.3. ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ОБЪЕМА ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Наиболее трудоемким и сложным процессом при подготовке исходной информации является создание проектных библиотек электрооборудования и кабелей по схемам на основе схем соединений электрооборудования. Сокращение затрачиваемого ручного труда может быть достигнуто автоматизацией разработки электросхем, поскольку объем выходной информации, содержащейся в электросхемах, в 50—100 раз превосходит объем исходной информации, необходимой для их разработки. К числу задач, решаемых проектантом при разработке электросхем, относятся следующие: выбор типов электрооборудования, построение структуры связей элементов схемы и распределение электрооборудования по помещениям судна, выбор марок и сечений кабелей с определением особых требований по прокладке кабеля, индексация электрооборудования и кабелей, подключение электрооборудования.

Структура наиболее разветвленных электросхем на судне может быть сведена к двум основным типам:

- 1) структура типа «дерево», к которой приводятся схемы силовой сети, авральной сигнализации, первичной сети освещения и ряд других схем;
- 2) последовательно-узловая структура, характерная для вторичных сетей освещения, пожарной сигнализации и схем внутрисудовой связи.

Типизация структур электросхем определяет возможность создания типовых программных модулей для построения оптимальной структуры, размещения электрооборудования по помещениям судна, индексации электрооборудования и кабелей. Расчет сечений кабеля по току и падению напряжения также является типовым.

Специфичными для каждого типа электросхем являются задачи выбора типов электрооборудования и марок кабелей, определение особых требований по прокладке кабелей и подключение электрооборудования.

В качестве примерного перечня электросхем, которые целесообразно разрабатывать с помощью ЭВМ, можно указать схемы питания судовых потребителей электроэнергии, освещения, внутрисудовой связи, общесудовой сигнализации. Целесообразно также разрабатывать альбом привязки типовых электросхем к конкретному судну.

Сокращение ручного труда, затрачиваемого при подготовке исходной информации, может быть достигнуто также использованием того обстоятельства, что в информации по данной схеме имеется, как правило, значительное количество повторяющихся реквизитов или их частей (например, общая марка, а часто и сечение кабелей, общая статья нагрузки масс, постоянная часть индекса оборудования и кабеля и т. д.).

Сокращение объема записываемой информации достигается за счет записи электрооборудования и подходящих к нему кабелей в одном блоке (при этом исключается запись адресов кабелей) и записи повторяющейся информации в начале списка со ссылками на эту запись в последующем тексте.

§ 2.4.4. ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В объем работ по разработке электромонтажной документации входят: расчет на ЭВМ кабельных трасс магистральных и местных кабелей, выпуск кабельных журналов, журналов затяжки кабелей и спецификаций к электромонтажным чертежам, подсчет сводных данных по расходу кабеля, крепежных изделий и изделий слесарного насыщения для крепления кабеля и электрооборудования, а также расчет нагрузки масс по электрооборудованию и кабелю.

В отличие от традиционных методов проектирования, предусматривающих разработку журналов затяжки кабелей в период подготовки производства после окончания разработки электромонтажных чертежей, автоматизированное проектирование позволяет разрабатывать эти документы на более раннем этапе, так как вся необходимая информация имеется в системе и хранится в памяти ЭВМ. Такая последовательность разработки документов обеспечивает повышение технологичности выпускаемой документации и соответственно повышение эффективности и качества электромонтажных работ.

В дальнейшем тексте понятие «расчет сечения кабельной трассы» включает в себя определение порядка затяжки кабелей.

Пример структурной схемы подсистемы, обеспечивающей разработку электромонтажных чертежей крупного судна с выделением в отдельные чертежи трасс магистральных кабелей, показан на рис. 2.4.

Подсистема работает по следующему алгоритму:

1. Производится сортировка кабелей на местные и магистральные. Исходными данными при этом служат перечень кабелей с адресами начал и концов, получаемый из проектной библиотеки электрооборудования и кабелей по схемам, и разбивка помещений по электромонтажным чертежам, получаемая из проектной библиотеки электромонтажных чертежей.

2. Выполняется расчет маршрутов магистральных кабелей. В качестве исходных данных для расчета используется массив магистральных кабелей, получаемый в результате сортировки, задаваемые конструктором координаты трассы магистральных кабелей и перечень узлов входа магистральной трассы в помещения.

При расчете маршрутов за конец магистрального кабеля принимается место входа этого кабеля в помещение. Результатом расчета являются перечни кабелей в узлах входа магистральных кабелей в помещения, маршруты кабелей в виде последовательности узлов кабельной сети, через которые проходит кабель от одного помещения до другого, и длины кабелей по выбранному маршруту.

3. Рассчитывается сечение трассы на всех участках между соседними (смежными) узлами, а также в местах прохода трассы через корпусные конструкции и производится выбор деталей для крепления и прохода кабелей. Исходными данными для расчета являются перечни кабелей в узлах, полученные на предыдущем этапе, маршруты кабелей и данные о диаметрах кабелей и деталях для крепления и прохода кабелей, взятые из постоянных библиотек. Результаты расчета сечения трасс выводятся на печать.

4. Производится проверка возможности размещения выбранной трассы исходя из конструктивных соображений, и при необходимости корректируются координаты узлов кабельной сети. В случае корректировки расчет маршрутов и сечений повторяется до получения удовлетворительного результата.

5. Выполняется разбивка электрооборудования по электромонтажным чертежам. Исходными данными для этого служат перечень электрооборудования из проектной библиотеки электрооборудования и кабеля по схемам и библиотека электромонтажных чертежей.

6. Формируются исходные данные для разработки электромонтажных чертежей помещений судна. Эти данные состоят из перечня местных и магистральных кабелей, прокладываемых в помещениях, чертежа и перечня электрооборудования, устанавливаемого в пределах чертежа.

7. Разрабатывается электромонтажный чертеж, на котором указываются координаты и размещение электрооборудования, пути прохода кабельной трассы и координаты точек разветвления трассы (узлы кабельной сети).

8. На основании перечня магистральных и местных кабелей и координат узлов кабельной сети аналогично расчету трассы магистральных кабелей производится расчет трассы кабелей по каждому электромонтажному чертежу. По результатам расчета производится печать кабельного журнала с маршрутами кабелей, длинами местных кабелей, сводными данными по местным кабелям и таблицей нагрузки масс, учитывающей местный кабель и все детали для крепления и прохода кабелей. Длины отрезков магистральных кабелей от мест входа в по-

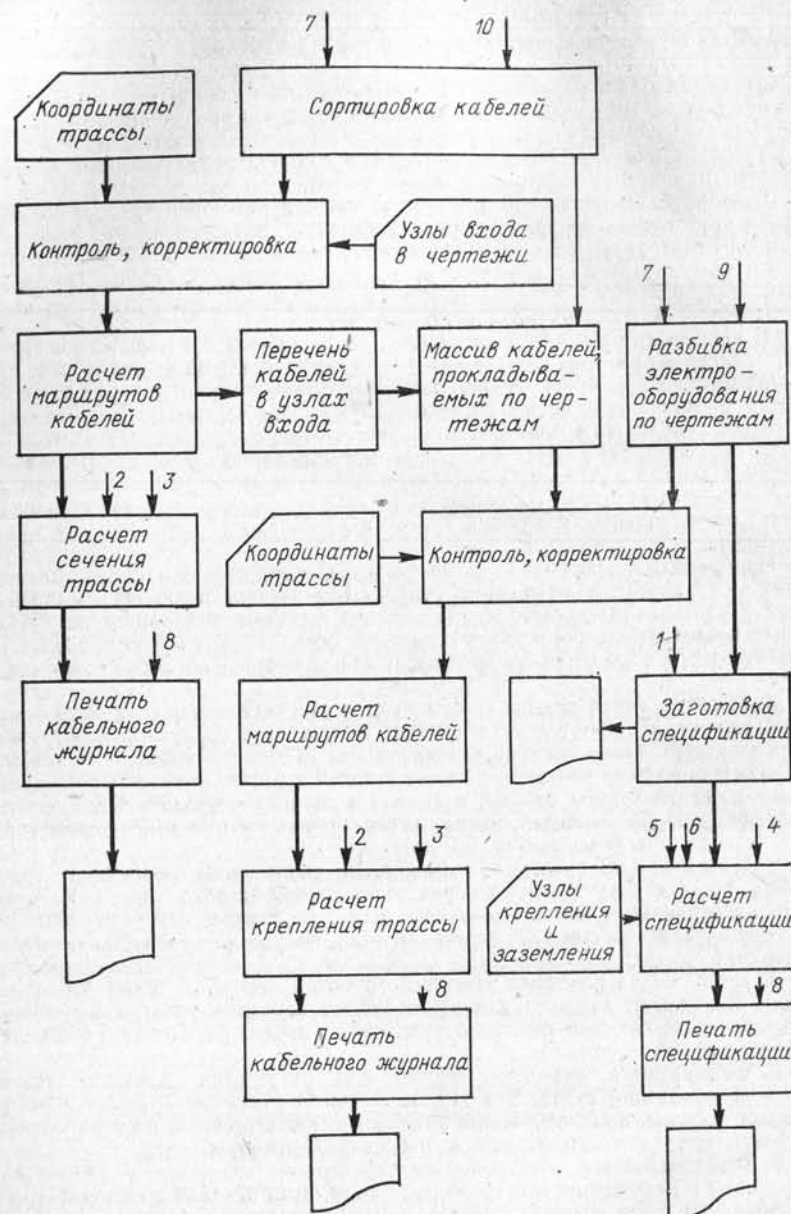


Рис. 2.4. Структурная схема подсистемы разработки электромонтажных чертежей.

1 — характеристики электрооборудования; 2 — характеристики кабеля; 3 — информация о деталях крепления кабеля; 4 — информация о деталях крепления электрооборудования; 5 — информация об узлах крепления и заземления электрооборудования; 6 — характеристики судовых помещений; 7 — информация о разбивке помещений по чертежам; 8 — перечень электросхем; 9 — перечень электрооборудования по схемам; 10 — перечень кабелей по схемам.

мещения до мест подключения запоминаются для последующего суммирования с длинами кабелей между помещениями, полученными при расчете трассы магистральных кабелей. Производится также печать сводных данных по деталям слесарного насыщения для крепления и прохода кабелей.

9. Производится печать заготовок спецификаций к электромонтажным чертежам. При этом электрооборудование сортируется по схемам и технологическим комплектам и указываются рекомендуемые узлы его крепления и заземления. Исходными данными для заготовок спецификаций служат перечни электрооборудования к чертежам и постоянная библиотека электрооборудования.

10. Выполняется расчет и печать спецификаций с учетом окончательно выбранных конструктором узлов крепления и заземления электрооборудования. При этом используются постоянные библиотеки узлов крепления и заземления и деталей слесарного насыщения для крепления электрооборудования.

11. Производится печать кабельного журнала и журнала затяжки магистральных кабелей, при этом суммируются длины кабелей, полученные при расчете магистральной трассы, и длины концов магистральных кабелей, полученные при расчете трасс кабелей по электромонтажным чертежам.

Описанный алгоритм в зависимости от количества кабелей и сложности кабельной сети может изменяться. В частности, для малых судов можно задавать единую сеть для местных и магистральных кабелей по всему судну сразу. В этом случае расчет выполняется аналогично расчету трасс магистральных кабелей с единым кабельным журналом по всему судну.

§ 2.4.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Технология автоматизированной разработки электротехнической части проекта судна отличается от традиционной тем, что она должна обеспечить до выпуска документации на ЭВМ подготовку достоверной базы исходных данных. В противном случае при корректировке исходных данных в процессе выпуска документации потребуются значительные затраты ручного труда на исправление ранее выпущенных документов и их увязку с документами, выпускаемыми после корректировки.

Для обеспечения эффективного использования методов автоматизации проектирования разработка электротехнической части проекта должна проводиться в следующем порядке:

- 1) разработка полного комплекта схем кабельных соединений;
- 2) создание базы исходных данных;
- 3) расчет трасс магистральных кабелей с печатью данных о слесарном насыщении для крепления и прохода трассы через корпусные конструкции;
- 4) подготовка на ЭВМ исходных данных для разработки электромонтажных чертежей;
- 5) разработка электромонтажных чертежей;
- 6) корректировка базы исходных данных на основании окончательного размещения электрооборудования в электромонтажных чертежах;
- 7) расчет и печать кабельных журналов и спецификаций к электромонтажным чертежам;
- 8) окончательный расчет трассы магистральных кабелей с печатью всех выходных документов.

При разработке проекта в такой последовательности возможен своевременный обмен данными, необходимыми для разработки чертежей, между подразделениями предприятия, что обеспечивает высокое качество и полную машинную увязку всех документов между собой.

Глава 2.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

§ 2.5.1. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ КАБЕЛЬНЫХ ТРАСС

Общий процесс проектирования кабельных трасс представляет собой последовательное решение взаимосвязанных частных задач, приведенных на рис. 2.5. Решение проектных задач в указанной последовательности позволяет добиться высокой технологичности выпускаемой конструкторской документации по монтажу судовых кабельных сетей.

1. Разработку структуры кабельной сети производят на основе опыта проектирования кабельных сетей судов-прототипов и на базе информации, содержащейся в принципиальных схемах и схемах общего расположения. Результатом этого является первоначальный вариант маршрутной схемы.

На маршрутной схеме указываются, там где это необходимо, максимально допустимая площадь поперечного сечения кабельных трасс и максимальное количество параллельных трасс. Эти величины задаются в фиксированных точках (узлах) или на участках маршрутной схемы.

Точки, определяющие структуру кабельной сети: места пересечений трасс с переборками и палубами, места отводов и разветвлений трасс, приборы либо условные точки подсоединения кабелей — фиксируются на маршрутной схеме и нумеруются. Эти точки получили название узлов, а участки трасс между ними — звеньев. Определение на маршрутной схеме множества узлов и множества соединяющих их звеньев дает возможность представить схему в виде графа, что в свою очередь позволяет дать эффективное формальное описание этой информации, осуществить ее ввод и машинную обработку при решении задач размещения кабелей.

2. Задача определения оптимальных маршрутов кабелей состоит в нахождении маршрутов кабелей от начального адреса на сети до конечного с учетом ограничений, накладываемых как на пропускную способность узлов либо звеньев сети, так и на условия прокладки отдельных кабелей. Оптимальным вариантом размещения кабелей на судне может считаться вариант, удовлетворяющий всем ограничениям и минимизирующий значение принятого критерия оптимизации (длины, массы, стоимости размещаемых кабелей или некоторой композиции этих характеристик).

Математическая модель задачи размещения и методы ее решения излагаются в § 2.5.2.

3. Задача разделения кабелей на группы состоит в следующем. При разработке принципиальных положений технологии электромонтажных работ на судне выделяют районы, блоки либо другие электромонтажные зоны, которые могут быть готовы к монтажу одновременно, и определяют последовательность выполнения электромонтажа в этих районах — одним или несколькими сразу. В соответствии с этим все размещаемые на судне кабели (рассматриваются в основном магистральные кабели) следует разделить на группы, в каждую из которых входят кабели, целиком размещающиеся в блоках, районах, соответствующих определенному этапу выполнения электромонтажных работ. Разделение кабелей на группы преследует цель разместить их таким образом, чтобы монтаж кабелей одной группы как можно меньше зависел от монтажа кабелей других групп.

Решение задачи основано на последовательном просмотре маршрутов кабелей и анализе соответствия расположения узлов маршрута каждого кабеля данному сочетанию блоков или районов. Для этого в информации об узлах сети должен быть указан номер помещения, к которому относится каждый узел а в информации о блоках или районах — перечень помещений, входящих в со-

ответствующий район или блок. Если все узлы маршрута кабеля, включая начальный и конечный, расположены в пределах рассматриваемого сочетания блоков или районов, то соответствующий кабель включается в формируемую группу.

Для большей эффективности последующей обработки информации о размещаемых кабелях кабели группы объединяются в пучки — совокупности кабелей с полностью совпадающими маршрутами.

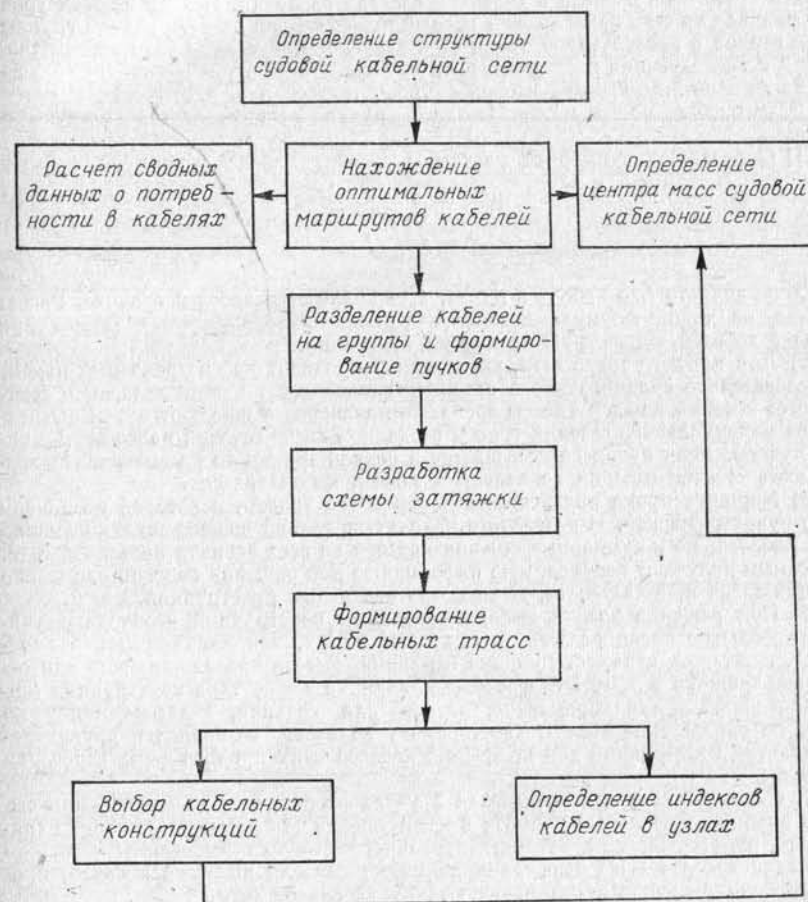


Рис. 2.5. Последовательность решения прикладных задач по проектированию кабельных трасс.

4. Схема затяжки является конструкторско-технологическим документом, определяющим последовательность затяжки каждого магистрального кабеля. Схема предусматривает: 1) разделение всех кабелей на очереди — совокупности пучков одной группы, объединенных исходя из некоторых технологических соображений; 2) установление определенного порядка затяжки указанных совокупностей пучков. Разработка схемы затяжки представляет собой сложную информационно-логическую задачу, связанную с учетом значительного количества технологических условий и ограничений. Математические модели и методы решения задач излагаются в § 2.5.3.

5. Задача формирования кабельных трасс решается следующим образом. Вначале для каждого звена сети определяют максимально допустимое количество трасс и максимальный размер трассы. Для этого анализируют значения пропускных способностей начального и конечного узлов звена.

Далее начинается наложение кабелей на сеть по ранее найденным маршрутам в соответствии с уровнями упорядоченности, определяемыми делением кабелей на группы по этапам выполнения электромонтажных работ, делением кабелей группы на очереди и делением очереди на пучки. Исходя из этих уровней, вначале на сеть накладывают первый пучок первой очереди первой группы, затем второй и последующие пучки этой очереди. Аналогично размещают пучки второй и последующих очередей первой группы. Далее в том же порядке осуществляют наложение кабелей второй группы, третьей и т. д.

Размещение по трассам каждого пучка осуществляется следующим образом:

1) Определяют суммарное расчетное сечение кабелей пучка по формуле

$$S_p = \sum_{i=1}^k D_i^2,$$

где D_i — диаметр i -го кабеля в пучке; k — количество кабелей в пучке. Расчет сечения по такой формуле позволяет учитывать межкабельные зазоры при укладке кабелей в конструкции для их крепления.

2) Для каждого звена сети, по которому проходит рассматриваемый пучок, последовательно сравнивают его суммарное сечение с текущим значением «свободного» сечения каждой трассы звена. Это значение вычисляют путем вычитания из максимального сечения трассы на данном звене сечений ранее проложенных пучков. Если пучок не помещается в первой трассе, то рассматривают возможность его размещения во второй и последующих трассах.

3) Маршрут пучка индексируют номером той трассы, в которой на данном звене пучок размещен. В результате находят не только индексированные маршруты кабелей, но и суммарные сечения кабелей на всех звеньях кабельной сети. Тем самым получают необходимую информацию для решения целого ряда последующих задач и, в частности, для выбора кабельных конструкций.

6. При решении задачи выбора кабельных конструкций необходимо учитывать большое число различных факторов, таких, как характеристика помещений, переборки и палуб, толщина изоляции, высота набора, наличие или отсутствие зашивки и т. п. Эти факторы влияют на выбор типа конструкции (кабельная коробка или обрамление, втулка или сальник, подвеска или скоб-мост), на определение высоты хвостовика у подвески, материала и других характеристик конструкций для крепления кабелей и их прохода через переборки и палубы.

7. Определение индексов кабелей в узлах необходимо, во-первых, для выпуска альбомов кабельных коробок и изготовления так называемых таблиц гравировок, во-вторых, для автоматизированного выпуска выносок к чертежам прокладок кабелей. Под выносками понимают перечни индексов кабелей, проходящих через любую произвольную точку кабельной сети.

Задача решается путем последовательного просмотра индексированных маршрутов кабелей с накоплением информации о составе кабелей в каждом узле, если этот узел есть место пересечения с переборкой или палубой, либо на каждом звене.

8. Координаты центра масс кабелей (по статьям, районам или в целом по судну) определяют в прямоугольной системе координат, образованной пересечением трех плоскостей: основной, диаметральной и мидель-шпангоута.

Для нахождения центра масс кабелей предварительно вычисляют массу кабелей на каждом звене сети по формуле

$$m_{ij} = l_{ij} \sum_k a_k,$$

где m_{ij} — масса кабелей на звене между i -м и j -м узлами, кг; l_{ij} — длина звена, м; a_k — масса 1 м k -го кабеля, кг/м.

Массу кабелей на каждом звене заменяют массой, сосредоточенной в центре масс звена. Координаты центра масс каждого звена в прямоугольной системе координат определяют по формулам

$$X_{ij} = \frac{X_i + X_j}{2} - X_0; \quad Y_{ij} = \frac{Y_i + Y_j}{2} - Y_0; \quad Z_{ij} = \frac{Z_i + Z_j}{2} - Z_0.$$

Здесь (X_i, Y_i, Z_i) , (X_j, Y_j, Z_j) — координаты узлов, инцидентных звену (i, j) , а (X_0, Y_0, Z_0) — координаты точки пересечения трех основных плоскостей относительно выбранного начала отсчета.

Координаты центра масс размещенных кабелей определяют по формулам, применимым к любой механической системе с сосредоточенными параметрами. Например, координата по оси абсцисс X_c может быть вычислена по формуле

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} X_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij}},$$

где n — количество узлов сети.

Аналогично вычисляют координаты Y_c и Z_c .

9. Для составления ведомости заказа на кабель необходимо рассчитать суммарную длину кабелей по всем маркам и сечениям, применяемым на судне. Задача носит чисто расчетный характер. Вычисляют длины всех звеньев сети, просматривают маршруты всех кабелей и определяют их проектные длины. Эти длины суммируют по маркам и сечениям применяемых кабелей.

§ 2.5.2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ КАБЕЛЕЙ

Задача нахождения маршрутов кабелей формулируется следующим образом. Заданы маршрутная схема судовой кабельной сети и некоторый вариант размещения электрооборудования. Кроме того, зафиксированы пары элементов электрооборудования, которые должны быть соединены кабелями известных марок и сечений. Следует разместить кабели на сети так, чтобы: 1) габаритные размеры трасс на некоторых участках кабельной сети не превосходили вперед заданных значений; 2) были соблюдены особые требования на прокладку некоторых кабелей (обеспечение дублированного питания, прокладка кабелей через фиксированные узлы и т. п.); 3) расход кабеля был минимальным.

В качестве критерия оптимизации при размещении кабелей на сети принимается суммарная длина, масса или стоимость кабелей либо композиция этих величин с определенными весовыми коэффициентами. Остальные требования выступают в виде ограничивающих условий. Конкретный вид критерия оптимизации устанавливается в зависимости от типа судна и его назначения.

Общая постановка задачи нахождения маршрутов кабелей. Пусть заданы сеть (N, M) , где N — множество узлов сети, а M — множество ее звеньев; множество V адресов элементов электрооборудования на судне и множество W пар вида (i, j) , $i, j \in V$, устанавливающих кабельные связи между наперед заданными элементами электрооборудования (назовем W множеством кабелей).

Множество адресов V может являться подмножеством множества N узлов сети (N, M) , а может и не принадлежать ему. В последнем случае каждую пару адресов необходимо подсоединить к некоторой паре узлов сети (N, M) . Тем

самым для каждого узла может быть определен вектор интенсивности $b_i = (b_i^1, b_i^2, \dots, b_i^w)$, где w — количество элементов множества W :

$$b_i^k = \begin{cases} S_k, & \text{если } i\text{-й узел является начальным для } k\text{-го кабеля } (S_k \text{ — сечение } k\text{-го кабеля}); \\ -S_k, & \text{если } i\text{-й узел является конечным для } k\text{-го кабеля}; \\ 0, & \text{если } i\text{-й узел не является начальным или конечным для } k\text{-го кабеля}. \end{cases}$$

Следовательно, для каждого кабеля на сети $\Gamma(N, M)$ выделены два узла: i_0 — исток k -го кабеля, для которого $b_{i_0}^k = S_k$; i_t — сток k -го кабеля, для которого $b_{i_t}^k = -S_k$.

Далее, пусть $d[N]$ — вектор пропускных способностей узлов сети (N, M) , каждый элемент которого d_i есть пропускная способность i -го узла по сечению.

Обозначим через x_{ij}^k поток k -го кабеля из узла i в узел j , полагая

$$x_{ij}^k = \begin{cases} S_k, & \text{если маршрут } k\text{-го кабеля содержит звено } (i, j); \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Задача нахождения маршрутов кабелей на сети (N, M) с ограниченными пропускными способностями ее узлов состоит в минимизации суммарной стоимости размещаемых на судне кабелей, т. е. в определении

$$\min \sum_{k=1}^w \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}^k x_{ij}^k \quad (2.1)$$

при ограничениях

$$\sum_{k=1}^w \sum_{j=1}^n x_{ij}^k \leq d_i, \quad i = \overline{1, n}; \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^k - \sum_{j=1}^n x_{ji}^k = b_i^k, \quad i = \overline{1, n}, k = \overline{1, w}; \quad (2.3)$$

$$x_{ij}^k \geq 0, \quad i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, w}. \quad (2.4)$$

Здесь n — количество элементов множества N ; c_{ij}^k — стоимость k -го кабеля на звене (i, j) , приведенная к единице поперечного сечения кабеля.

Условие (2.2) означает, что суммарное сечение кабелей, маршрут которых проходит через узел i ($i \in N$), не должно превышать пропускную способность этого узла.

Условие баланса (2.3) требует обязательного наложения всех кабелей на сеть (N, M) , т. е. для каждого узла разность между суммой входящих и выходящих потоков должна равняться интенсивности узла.

Условие (2.4) является условием неотрицательности потока k -го кабеля на любом звене (i, j) .

Аналогично могут быть сформулированы задачи, в которых в качестве целевой функции выступали бы длина или масса кабелей. Различие состоит лишь в том, что в выражение для целевой функции вместо матриц стоимостей должны быть введены матрица расстояний $L[N, N]$ либо матрицы массы $A^k[N, N]$ ($k = \overline{1, w}$).

Задача (2.1)–(2.4) относится к классу задач линейного программирования транспортного типа, причем каждый кабель выступает здесь как отдельный продукт.

Задача нахождения кратчайших маршрутов кабелей. Большое практическое значение имеет задача нахождения маршрутов без учета ограничений на про-

пускную способность — задача нахождения кратчайших маршрутов. Она определяется теми же выражениями (2.1)–(2.4), за исключением условия (2.2). Величины x_{ij}^k и b_i^k в данном случае определяются иначе:

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-й кабель проходит от узла } i \text{ до узла } j; \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$b_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й узел является истоком } k\text{-го кабеля}; \\ -1, & \text{если } i\text{-й узел является стоком } k\text{-го кабеля}; \\ 0, & \text{если } i\text{-й узел является промежуточным для } k\text{-го кабеля.} \end{cases}$$

Для решения этой задачи разработан ряд методов, которые можно свести к двум группам. Первую группу составляют матричные методы, позволяющие находить кратчайшие расстояния и маршруты между любой парой узлов графа одновременно. Эти методы очень эффективны в вычислительном отношении, но могут быть использованы для решения задач с относительно небольшим числом узлов графа, так как требуют большого объема оперативной памяти ЭВМ. Вторую группу составляют сетевые методы, которые требуют большего объема вычислений, чем матричные, но позволяют значительно расширить размерность графа при использовании ЭВМ той же вычислительной мощности.

Матричные методы нахождения кратчайших маршрутов кабелей. В основу различных матричных методов нахождения кратчайших маршрутов положен следующий общий принцип. Исходную сеть (N, M) представляют в виде матрицы смежности $B[N, N]$ и каждому звену (i, p) этой матрицы приписывают неотрицательную меру μ_{ip} (мерой может быть стоимость, масса, длина звена и т. п.). Матрицу кратчайших по мере расстояний $B^*[N, N]$ находят путем последовательного преобразования исходной матрицы $B[N, N]$, которую последовательно умножают на себя до тех пор, пока при очередном умножении матрица не останется неизменной. Вместо обычных арифметических операций сложения и умножения при преобразовании матриц смежности используют две операции. Первая из них — это нахождение минимального расстояния между одной и той же парой узлов, соединенных различными маршрутами. С помощью второй операции осуществляют последовательное формирование более длинных по числу звеньев маршрутов. Например, если каждому звену (i, p) приписано неотрицательное число l_{ip} — длина звена, то при умножении полученной таким образом исходной матрицы расстояний $L[N, N]$ на себя на месте (i, j) окажется число

$$\min_p (l_{ip} + l_{jp}).$$

равное кратчайшему расстоянию от узла i до узла j . При реализации данного метода на ЭВМ необходимо на каждом k -м шаге преобразования хранить в памяти вычислительной машины две матрицы: вновь формируемую и полученную на $(k-1)$ -м шаге.

Может быть предложен метод, предусматривающий хранение в памяти ЭВМ одной матрицы и, кроме того, обеспечивающий построение матрицы кратчайших расстояний за один шаг. По этому алгоритму просмотр матрицы $L[N, N]$ ведут по столбцам сверху вниз. Как только встретится элемент l_{ij} , отличный от 0 или ∞ , находят минимум из двух элементов $l_{ij} + l_{jp}$ и l_{ip} , т. е.

$$\min_{1 \leq p \leq n} (l_{ij} + l_{jp}, l_{ip}),$$

где n — число узлов сети.

Если $l_{ip} > l_{ij} + l_{jp}$, то элемент l_{ip} заменяют суммой $l_{ij} + l_{jp}$ и следующее неравенство проверяют по измененной матрице. При этом для $l_{ip} = 0$, $l_{jp} = \infty$ и $p = j$, $p = i$ справедливость неравенства можно не проверять, так как в этом случае l_{ip} уменьшить невозможно. В результате исходная матрица расстояний $L[N, N]$ преобразуется в матрицу кратчайших расстояний $L^*[N, N]$ за один

шаг применения алгоритма. На пересечении i -й строки и j -го столбца матрицы $L^* [N, N]$ находится элемент l_{ij}^* — кратчайшее расстояние от узла i до узла j .

Для того чтобы установить кратчайший маршрут между любой парой узлов, необходимо кроме матрицы $L^* [N, N]$ построить матрицу маршрутов $R^* [N, N]$. Для этого предложен следующий вычислительный алгоритм.

Строят исходную матрицу $R [N, N]$, помещая в каждую строку числа, соответствующие номеру столбца, т. е. $r_{ij} = j$ для любой i -й строки. Как только элемент матрицы $L [N, N]$, например l_{ip} , заменяется суммой $l_{ij} + l_{jp}$, соответствующий элемент матрицы $R [N, N]$, а именно r_{ip} , сразу же заменяется элементом r_{ij} . Матрица маршрутов $R^* [N, N]$, так же как и матрица кратчайших расстояний, строится за один шаг. Определение кратчайших маршрутов между любой парой узлов, например от узла i до узла p , с помощью матрицы $R^* [N, N]$ производят следующим образом. Находят число, стоящее на пересечении i -й строки и p -го столбца, — номер первого узла в кратчайшем маршруте от узла i до узла p . Пусть это узел f . Тогда на пересечении f -й строки и p -го столбца будет стоять номер второго узла в кратчайшем маршруте от узла i до узла p . Вычисления продолжают до тех пор, пока в p -м столбце не встретится номер узла p .

Сетевые методы нахождения кратчайших маршрутов кабелей. Сетевые методы позволяют находить кратчайшие маршруты на сетях с большим числом узлов (несколько сотен или тысяч). В данном случае формируется n -мерный вектор расстояний $\rho [N]$, i -я компонента которого есть кратчайшее расстояние от рассматриваемого узла i_0 до узла i . Процесс формирования вектора $\rho [N]$ заключается в следующем.

Рассматриваемому узлу i_0 присваивают потенциал $E_0 = 0$ и некоторую метку, остальным узлам — потенциал $E_i = \infty$, $i \neq i_0$. Последовательно, в порядке нумерации, просматривают узлы сети (N, M) . В общем случае, если некоторый i -й узел имеет метку, то для каждого инцидентного звена проверяют соотношение

$$l_{ij} + E_i < E_j,$$

где l_{ij} — длина звена, соединяющего i -й и j -й узлы.

Если это условие выполняется, то производят следующие операции:

- 1) потенциалу узла j присваивают новое значение, равное $E_j = l_{ij} + E_i$;
- 2) узел j помечают;
- 3) запоминают номер узла i , по которому вычислено новое значение потенциала узла j .

После того как все инцидентные узлу i звенья просмотрены, метку узла i ликвидируют. Далее проверяют, имеются ли еще помеченные узлы. Если такие узлы имеются, то их просмотр продолжают с учетом полученных на предыдущих итерациях потенциалов. В противном случае задача решена, и в результате каждому узлу сети будет сопоставлено положительное число — его потенциал, равный кратчайшему расстоянию от начального узла i_0 . Номера узлов, которые запоминались в процессе решения задачи, позволяют проследить кратчайший маршрут от узла i_0 до любого узла $i \in N$.

При нахождении кратчайших расстояний и маршрутов по приведенному алгоритму можно рассматривать не все узлы сети (N, M) , а лишь узлы, входящие в состав некоторой связной подсети (N_0, M_0) , содержащей начальный и конечный узлы рассматриваемого кабеля.

Методы решения общей задачи нахождения маршрутов кабелей. К решению задачи (2.1) — (2.4) — задачи нахождения маршрутов кабелей на сети с учетом ограниченных пропускных способностей ее узлов — возможны два подхода. Первый из них состоит в том, чтобы использовать уже разработанные итеративные алгоритмы линейного программирования. Такой подход позволяет получить точное решение, однако требует проведения огромного объема вычислений. Это предполагает применение ЭВМ большой вычислительной мощности и затрат значительного количества машинного времени.

Второй подход состоит в разработке приближенного метода, основанного на применении одного из изложенных выше методов нахождения кратчайших маршрутов в сочетании с так называемым методом изолирования. В методе изолирования использованы идеи приближенного метода выключения загруженных

звеньев, который применяется для решения многопродуктовых транспортных задач с ограничениями, накладываемыми на звенья.

Основная идея приближенного метода изолирования состоит в исключении из сети (N, M) узлов по мере их заполнения кабелями, которые размещаются на сети по кратчайшим маршрутам.

При использовании метода изолирования большую роль играет порядок наложения кабелей на сеть (N, M) . Одним из критериев упорядочения кабелей, т. е. выбора порядка их наложения, может служить стоимостная характеристика кабелей в пересчете на один узел маршрута, а именно отношение стоимости одного метра кабеля ρ_k к числу r_k узлов, входящих в его кратчайший маршрут на сети (N, M) :

$$\lambda_k = \frac{\rho_k}{r_k}. \quad (2.5)$$

В соответствии с выбранным критерием может быть предложена следующая вычислительная схема решения задачи нахождения маршрутов кабелей на сети (N, M) методом изолирования:

1) одним из рассмотренных выше методов определяют кратчайшие маршруты кабелей;

2) по формуле (2.5) вычисляют значения λ_k , $k = \overline{1, w}$;

3) выполняют сортировку кабелей по убыванию значений λ_k , $k = \overline{1, w}$;

4) производят повторное наложение кабелей на сеть (N, M) в указанном порядке по кратчайшим маршрутам, причем по мере того, как пропускные способности узлов будут исчерпаны, их условно исключают из сети вместе с инцидентными им звеньями, т. е. узлы становятся изолированными. Дальнейшее наложение кабелей осуществляется, таким образом, на модифицированную сеть (N, M) .

Другим критерием упорядочения кабелей может служить удельная стоимостная характеристика кабеля в пересчете на один метр его априорной длины, вычисляемая по формуле

$$\gamma_k = \frac{\rho_k}{l_k}, \quad (2.6)$$

где l_k — длина кабеля, определяемая по начальному и конечному адресам.

Вычислительная схема нахождения маршрутов кабелей на сети (N, M) в данном случае будет следующей:

1) определяют длины всех размещаемых кабелей;

2) выполняют сортировку кабелей по убыванию значений γ_k , $k = \overline{1, w}$;

3) производят наложение кабелей на сеть с последовательным изолированием переполненных узлов, как и в предыдущем случае.

Вторая вычислительная схема проще и требует меньших затрат машинного времени, однако критерий упорядочения менее информативен с точки зрения особенностей реального размещения кабелей, и соответственно в этом случае можно ожидать менее качественного решения задачи. В тех случаях, когда ограничения на пропускную способность сети (N, M) носят существенный характер и охватывают значительное число узлов или звеньев, следует отдавать предпочтение первой вычислительной схеме. В остальных случаях можно использовать вторую.

§ 2.5.3. МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ЗАТЯЖКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Для разработки схемы затяжки необходимо:

- 1) сформировать очереди и установить порядок затяжки кабелей в очереди;
- 2) составить план работ (последовательность затяжки кабелей разных очередей);

3) выпустить журнал затяжки кабелей.

Затяжка кабелей отдельной очереди. Для обеспечения затяжки кабелей некоторой очереди рабочих расставляют, как схематично показано на рис. 2.6, а и 2.7, а, вдоль маршрута прохождения кабелей этой очереди (рабочие на рисунках условно обозначены символами Δ и $\blacktriangle$). Плотность распределения рабочих по маршруту зависит от архитектуры судна, конфигурации и габаритных размеров кабельных трасс, массовых характеристик кабелей. Количество рабочих должно быть достаточным для затяжки самого длинного из кабелей данной очереди. Затяжку кабелей осуществляют путем последовательного перемещения и укладки каждого кабеля в кабельные конструкции по трассе до тех пор, пока он не будет уложен от начального адреса до конечного.

Из практики известно, что при затяжке кабелей имеют место простои рабочих (назовем их технологическими), которые связаны с уменьшением загруженности рабочих по мере удаления их рабочего места от пункта затяжки, что, в свою очередь, является следствием непрерывного уменьшения суммарной длины кабелей, прокладываемых рабочими в направлениях от пункта затяжки до конечных адресов. Продолжительность технологических простоев существенно зависит от параметров очереди и способа затяжки кабелей, т. е. от положения кабелей очереди относительно пунктов подачи и затяжки.

В настоящее время на практике применяют односторонний и двусторонний способы затяжки кабелей с несколькими пунктами подачи кабелей на трассу. Организация работ по этим способам схематично показана на рис. 2.6, а и 2.7, а. На рисунках в кружках указана суммарная длина кабеля, прокладываемого каждым рабочим, в процентах от общей длины кабелей в очереди. Эту величину можно считать пропорциональной времени работы каждого рабочего.

Графики изменения загрузки рабочих в зависимости от их расположения относительно пункта затяжки изображены на рис. 2.6, б и 2.7, б, где L — длина самого длинного кабеля в очереди, а t_1 и t_2 — продолжительность работы наиболее загруженного рабочего (на рис. 2.6, а и 2.7, а отмечены символами $\blacktriangle$) в случае одностороннего и двустороннего способов затяжки соответственно. Продолжительность работы выражена в процентах от продолжительности работы наиболее загруженного рабочего при одностороннем способе затяжки кабеля. Как следует из графиков, самыми загруженными являются рабочие, расположенные в зоне пункта затяжки, наименее загруженными — в зонах конечных адресов кабелей. Кроме того, поскольку величины t_1 и t_2 пропорциональны суммарной длине кабеля, затягиваемой наиболее загруженным рабочим, то справедливо соотношение $t_2 = t_1/2$. Отсюда следует, что относительная загруженность рабочих при двустороннем способе затяжки будет выше, чем при одностороннем, а продолжительность технологических простоев соответственно ниже.

Общая схема организации процесса затяжки. Наиболее простая схема организации процесса затяжки магистральных кабелей состоит в том, что в каждый момент времени осуществляется затяжка кабелей одной очереди. Однако такой схеме соответствуют наибольшая длительность работ и наиболее неравномерная загрузка рабочих, входящих в состав бригады, так как количество занятых рабочих меняется при переходе от затяжки кабелей некоторой очереди к затяжке кабелей следующей очереди.

Значительно эффективней оказывается схема организации работ, в соответствии с которой в каждый момент времени с разных пунктов затяжки осуществляется параллельная затяжка кабелей, входящих в некоторый набор. Каждый набор может содержать одну или несколько очередей, для которых выполняются следующие условия, называемые условиями технологической совместности очередей:

- 1) с одного пункта затяжки нельзя затягивать одновременно кабели более чем одной очереди;
- 2) нельзя затягивать параллельно кабели разных очередей, маршруты которых содержат один или несколько общих узлов.

Очевидно, что такая схема организации работ позволяет обеспечить более равномерную загрузку рабочих бригады и сократить время затяжки магистральных кабелей.

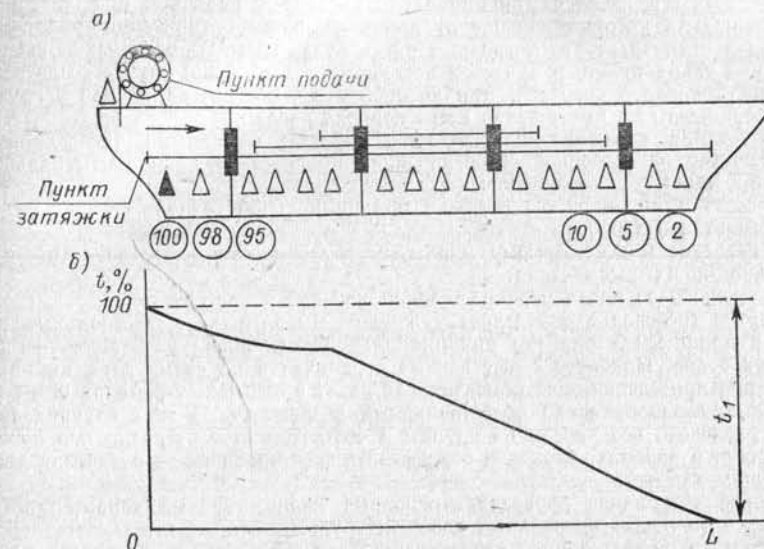


Рис. 2.6. Односторонний способ затяжки кабелей.

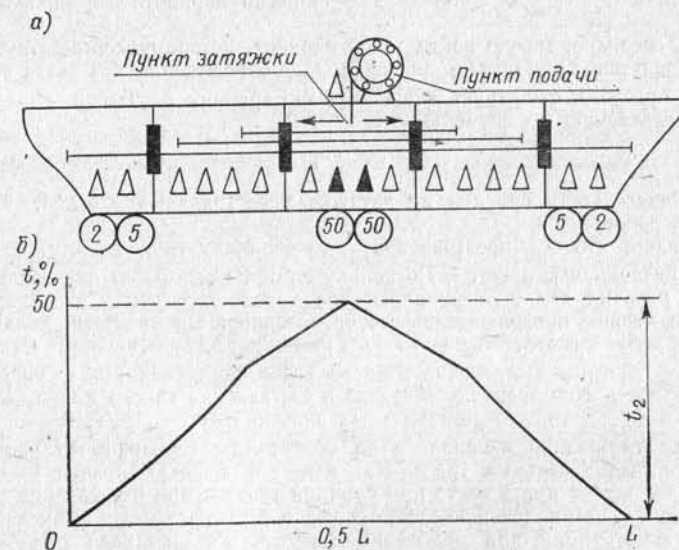


Рис. 2.7. Двусторонний способ затяжки кабелей.

Из анализа рассмотренных выше схем организации работ следует, что проведение затяжки кабелей принципиально связано с наличием простоев, продолжительность которых зависит от принятой схемы организации работ. Эти простои в отличие от рассмотренных ранее будем называть организационными. Причиной таких простоев является невозможность в общем случае создать совокупность наборов очередей, при которой будет обеспечена полная загрузка рабочих бригады на протяжении всего периода работ.

Требования к организации затяжки кабелей. Основными требованиями, вытекающими из особенностей организации процесса затяжки магистральных кабелей, являются следующие:

- 1) соответствие процесса затяжки принципиальной технологии проведения электромонтажных работ;
- 2) сведение к достижимому минимуму трудоемкости работ по затяжке и длительности их выполнения;
- 3) уменьшение числа перекрещиваний кабелей в трассах.

Первое требование определяет увязку схемы затяжки магистральных кабелей с принятым вариантом принципиальной технологии электромонтажных работ на судне. Наиболее существенные ограничения на схему затяжки налагаются при проведении электромонтажных работ в отдельных районах или блоках судна, неодновременно подготовляемых к монтажу. В этих случаях требуется разделить все кабели на группы в соответствии с очередностью проведения работ в районах, блоках и осуществить формирование очередей для каждой группы кабелей.

Второе требование определяет основные количественные характеристики процесса затяжки магистральных кабелей: трудоемкость и длительность работ, проводимых в соответствии с разработанной схемой затяжки. Как было показано выше, на расчетную трудоемкость работ по затяжке кабелей влияет качество решения задачи формирования очередей, а на длительность выполнения этих работ — качество решения задачи составления плана.

Определим Q_{Ti} как технологическую трудоемкость работ по затяжке кабелей i -й очереди. Величина Q_{Ti} , а следовательно, и суммарная технологическая трудоемкость $Q_{T\Sigma} = \sum_i Q_{Ti}$ являются функциями варианта формирования оче-

редей, и, очевидно, можно найти такой вариант, которому соответствует минимальное значение $Q_{T\Sigma}$. Однако значение $Q_{T\Sigma}$, определенное без учета организационных простоев, фиксирует лишь нижнюю границу расчетной трудоемкости $Q_{p\Sigma}$, определяемую по формуле

$$Q_{p\Sigma} = RT,$$

где R — численность бригады по затяжке магистральных кабелей; T — длительность работ.

Очевидно, что $Q_{p\Sigma}$ превышает $Q_{T\Sigma}$ на величину трудоемкости, покрывающей организационные простои. Поскольку длительность работ при заданном количестве рабочих является функцией плана работ, то чем удачнее составлен план, тем меньше продолжительность организационных простоев, меньше длительность работ и соответственно меньше разность между значениями $Q_{p\Sigma}$ и $Q_{T\Sigma}$.

Таким образом, выполнение второго требования сводится к нахождению такого варианта формирования очередей и составления такого плана, для которых $Q_{T\Sigma}$ и $Q_{p\Sigma}$ достигают минимальных значений.

Третье требование направлено на обеспечение необходимого уровня качества монтажа кабельных трасс. Как известно, перекрещивание магистральных кабелей может иметь место при слиянии трасс и при ответвлении кабелей. Это приводит к возникновению сложных узлов и необходимости применения громоздких конструкций для крепления кабелей. Устанавливая рациональную последовательность затяжки кабелей разных очередей и порядок затяжки кабелей в очереди, количество перекрещиваний можно свести к минимуму.

Исходя из особенностей организации процесса затяжки и требований к схеме затяжки, целесообразно принять в качестве критерия оптимизации ва-

рианта формирования очередей технологическую трудоемкость работ $Q_{T\Sigma}$, а в качестве критерия оптимизации плана — длительность этих работ. Другие требования, предъявляемые к схеме затяжки и имеющие качественный характер, должны учитываться при разработке оптимальной схемы затяжки путем включения их в алгоритмы формирования очередей и составления плана работ в виде ограничивающих условий.

Математическая модель процесса формирования очередной затяжки. Математическая модель процесса формирования очередей затяжки определяется следующим образом.

Пусть V — множество адресов элементов электрооборудования на судне; W — множество кабелей, связывающих различные наперед заданные пары адресов из множества V ; v и w — количество элементов множеств V и W ; w_{ij} — кабельная связь между i -м и j -м адресами из V .

Обозначим через W_l некоторое подмножество множества W ($W_l \subset W$) или очередь, через Q_{Tl} — технологическую трудоемкость работ по совместному затягиванию кабелей из подмножества W_l , которую определим как некий функционал $F(W_l)$, заданный на множестве параметров, характеризующих W_l .

Пусть имеется некоторое разбиение множества кабелей W на q подмножеств

$$W_1, W_2, \dots, W_l, \dots, W_q, \quad (2.7)$$

удовлетворяющее следующим условиям:

- 1) все подмножества (2.7) попарно непересекающиеся, т. е.

$$W_p \cap W_l = \emptyset \quad (p, l = \overline{1, q}; p \neq l); \quad (2.8)$$

$$2) \quad \sum_{l=1}^q |W_l| \leq w, \quad (2.9)$$

причем число q при разных вариантах разбиения множества W различно. Заданному разбиению множества соответствует определенное значение суммарной технологической трудоемкости работ по затяжке всех кабелей из W

$$Q_{T\Sigma} = \sum_{l=1}^q Q_{Tl}. \quad (2.10)$$

Задача формирования оптимальных очередей сводится к нахождению такого удовлетворяющего условиям (2.8) и (2.9) варианта разбиения множества W на подмножества (2.7), которому соответствует минимальное значение $Q_{T\Sigma}$:

$$\sum_{l=1}^q Q_{Tl} \rightarrow \min. \quad (2.11)$$

$$\{W_l\}, \quad 1 \leq l \leq q$$

Естественно, что перебор вариантов разбиения W на W_l для нахождения указанного минимума необходимо вести с учетом требований и технологических ограничений, рассмотренных выше.

Выражения (2.7)–(2.11) могут рассматриваться в качестве математической модели при условии формализации представления очереди общего вида, определения круга характеризующих ее параметров, установлении функциональной связи между параметрами очереди и технологической трудоемкостью затяжки кабелей, входящих в очередь. С целью такой формализации разработана вероятностная модель очереди, определяющая некоторый формализованный объект, адекватно отражающий интересующие нас свойства реальных очередей произвольного вида. Исследования показали, что кабели, входящие в очередь, расположены в пространстве обычно так, что условно можно выделить в очереди три участка: начальный, средний и конечный (рис. 2.8). Средний участок отличается неизменным составом кабелей в любом сечении вдоль оси x , в то время как на крайних участках состав кабелей и их количество k изменяются от

сечения к сечению в соответствии с расположением конечных адресов кабелей. Это расположение носит случайный характер, в силу чего можно представить его в виде некоторого распределения вероятностей с функциями распределения $F_1(x)$ и $F_2(x)$ (см. рис. 2.8). Статистические исследования показали, что в расчетах с достаточной точностью можно пользоваться равномерным законом распределения. Такое представление очереди позволяет установить совокупность параметров, определяющих очередь, и создает условия для аналитического исследования объекта и получения требуемых закономерностей.

К числу основных параметров очереди относятся: количество кабелей в очереди k_0 ; координата расположения пункта затяжки относительно выбранного начала отсчета x ; средняя длина кабелей в очереди l_{cp} ; средний массовый

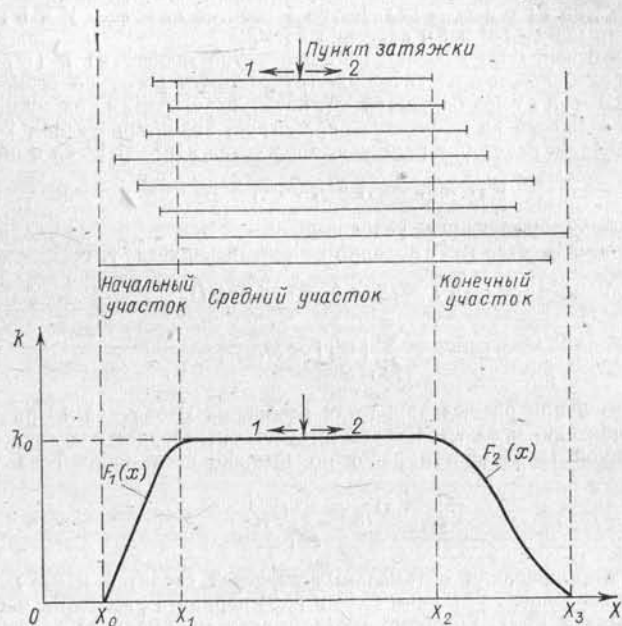


Рис. 2.8. Модель очереди общего вида.

коэффициент кабелей очереди k_m ; параметры распределения, которые необходимы для определения значений $F_1(x)$ и $F_2(x)$ в любой точке интервала их задания (достаточно знать средние значения длин кабелей, затягиваемых в направлениях по стрелкам 1 и 2, l_1 , l_2 и дисперсии на крайних участках s_1^2 и s_2^2).

Аналитические исследования очередей по их вероятностным моделям позволили вывести выражения, связывающие значение технологической трудоемкости i -й очереди с ее основными параметрами

$$Q_{Ti} = f(k_0^{(i)}, x^{(i)}, l_{cp}^{(i)}, k_m^{(i)}, \bar{l}_1^{(i)}, \bar{l}_2^{(i)}, S_1^{2(i)}, S_2^{2(i)}),$$

и полностью доопределить математическую модель задачи формирования очереди затяжки.

Метод формирования очередей затяжки. Сформулированная задача представляет собой дискретную задачу математического программирования, состоящую в нахождении условного экстремума (совокупности очередей, которой соответствует минимум расчетной трудоемкости работ) на конечном множестве размещенных на судне кабелей. К дискретности приводит условие включения в каждую очередь всегда целого числа кабелей. Для решения данной задачи разработан специальный метод, существенно использующий ее специфику.

Основная идея метода формирования очередей состоит в следующем. Из множества кабелей выбирают некоторый j -й кабель. Затем, исходя из технологических соображений, рассматриваемых ниже, формируют множество $W_{sj} \subset W$, которое является множеством кабелей, технологически совместимых с j -м. Далее осуществляют пошаговое формирование очереди V_j с оценкой целесообразности присоединения последующего кабеля из W_{sj} к очереди на каждом шаге. В качестве оценки может быть использовано следующее соотношение:

$$Q_{Ti} \leq Q_{Ti-1} + Q_T^{(i)}, \quad (2.12)$$

где Q_{Ti} и Q_{Ti-1} — технологическая трудоемкость затяжки кабелей очереди, сформированной на i -м и $(i-1)$ -м шаге соответственно; $Q_T^{(i)}$ — технологическая трудоемкость затяжки кабеля, присоединяемого к очереди на i -м шаге.

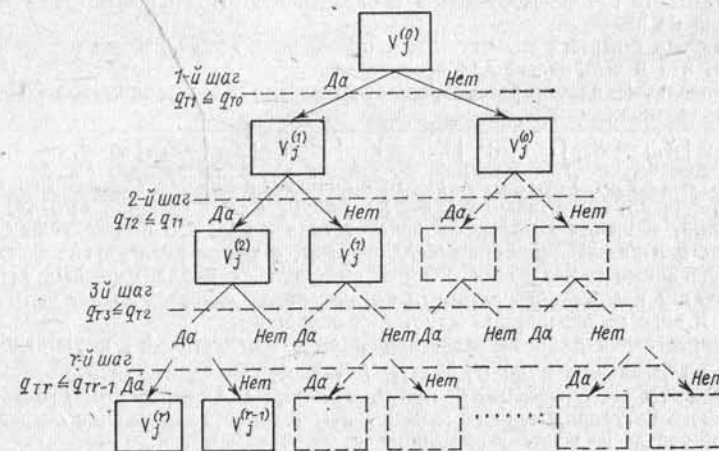


Рис. 2.9. Дерево решений для процесса формирования очереди.

Если условие (2.12) выполняется, то проверяемый кабель присоединяется к очереди. В противном случае проверяемый кабель в формируемую очередь не включается.

Наряду с выражением (2.12) для оценки целесообразности присоединения кабеля к очереди может быть использовано условие

$$q_{Ti} \leq q_{Ti-1}, \quad (2.13)$$

где $q_{Ti-1} = Q_{Ti-1}/L_{i-1}$ — удельная технологическая трудоемкость затяжки кабелей очереди, сформированной на $(i-1)$ -м шаге; $q_{Ti} = Q_{Ti}/L_i$ — то же на i -м шаге; L_{i-1} и L_i — суммарная длина кабелей очереди на $(i-1)$ -м и i -м шагах ее формирования соответственно.

Таким образом, процесс формирования очереди может быть представлен в виде некоторого дерева решений, изображенного на рис. 2.9. На начальном (нулевом) шаге формируемая очередь состоит из одного, j -го кабеля, который называется основанием очереди. Далее строят вероятностную модель очереди и определяют значение q_{T0} . На первом шаге оценивают целесообразность присоединения к основанию следующего кабеля из множества W_{sj} , которые некоторым образом упорядочены. Для этого вновь строят вероятностную модель очереди, подсчитывают значение q_{T1} и, сравнивая величины q_{T0} и q_{T1} , решают вопрос о присоединении рассматриваемого кабеля к основанию и т.д. За конечное число шагов, не превосходящее числа элементов множества W_{sj} , будут рассмотрены все кабели из W_{sj} и очередь V_j будет сформирована. Как видно из

рис. 2.9, на каждом i -м шаге в силу эффективности оценки и упорядоченности перебора кабелей рассматривают лишь две возможные альтернативы из 2^i альтернатив, соответствующих прямому перебору. Отбрасывание неперспективных продолжений на каждом шаге резко сокращает количество рассматриваемых вариантов формирования очереди V_j и обеспечивает быструю сходимость метода.

Другим существенным фактором, сокращающим количество вариантов, рассматриваемых при формировании очереди, являются технологические ограничения. Рассмотрение этих ограничений позволяет перейти от множества кабелей W к более узкому подмножеству W_{sj} . Комплекс технологических ограничений G высекает в пространстве судовых координат некоторую область, охватывающую основание. Тогда любой кабель, полностью расположенный в этой области, войдет в множество W_{sj} и далее может быть включен в очередь V_j .

В зависимости от типа судна и технологии его постройки комплекс G может охватывать различные условия и ограничения. Ниже рассмотрены наиболее общие из них:

- 1) кабель считается совместимым с основанием, если он имеет тот же пункт затяжки, что и выбранный для основания;
- 2) начальные адреса рассматриваемого кабеля и основания должны быть связаны соотношениями

$$|X_{ni} - X_{nj}| \leq nsh; |Y_{ni} - Y_{nj}| \leq ns; |Z_{ni} - Z_{nj}| \leq nd,$$

где X_{ni} , X_{nj} , Y_{ni} , Y_{nj} , Z_{ni} , Z_{nj} — координаты начальных адресов i -го и j -го кабелей, фиксирующие шпангоут, борт и палубу соответственно; nsh , ns , nd — постоянные, значения которых зависят от типа судна, его водоизмещения, насыщенности и разветвленности кабельной сети, а также ряда других факторов.

Аналогичные соотношения должны выполняться и для конечных адресов. С учетом изложенного алгоритм формирования очередей может быть представлен в виде последовательности таких операций:

- 1) определение длин кабелей, входящих в множество W , и упорядочение кабелей по убыванию длин ($l_j \geq l_{j+1}$, $j = \overline{1, w}$);
- 2) нахождение оптимального пункта затяжки для очередного, j -го кабеля, выбираемого из упорядоченного множества W в качестве основания очереди V_j , если этот кабель не вошел в сформированные ранее очереди;
- 3) построение множества кабелей W_{sj} , совместимых с j -м основанием, на базе последовательной проверки для каждого кабеля выполнения условий, входящих в комплекс технологических ограничений G ;
- 4) последовательная проверка целесообразности присоединения всех кабелей из множества W_{sj} к основанию по изложенному выше методу, а именно: на i -м шаге к множеству $V_j^{(i-1)}$ присоединяется i -й кабель, строится вероятностная модель множества $V_j^{(i)}$, определяется q_{ti} и с использованием соотношения (2.13) решается вопрос о целесообразности присоединения i -го кабеля к множеству $V_j^{(i-1)}$;
- 5) исключение из множества W кабелей, вошедших в множество V_j , и переход к формированию следующего множества V_{j+1} для очередного $(j+1)$ -го основания.

Процесс формирования очередей продолжается до тех пор, пока не будут исчерпаны все возможные основания из W .

Математическая модель процесса составления плана затяжки. Для разработки математической модели процесса составления технологического плана в целях большей общности постановки задачи введем следующие термины, которыми будем называть определенные ранее объекты.

Деталь — подмножество кабелей или очередь.

Станок — пункт затяжки, зафиксированный для каждой очереди.

Обработка детали на заданном станке — затягивание кабелей очереди при фиксированном пункте затяжки.

Потребляемый ресурс — количество рабочих, занятых при затяжке кабелей очереди.

План — любая последовательность обработки деталей при ограниченном ресурсе.

Технологически допустимый план — план, удовлетворяющий условиям взаимной совместимости деталей и технологическим требованиям, сформулированным выше.

Оптимальный план — технологически допустимый план, обеспечивающий минимальную длительность обработки всех деталей.

С учетом введенных терминов задача составления оптимального плана обработки деталей может быть сформулирована следующим образом.

Пусть $D = \{i = \overline{1, d}\}$ — множество деталей (d — количество деталей); $S = \{k = \overline{1, s}\}$ — множество станков (s — количество станков); $D_k \subset D$ — упорядоченное множество деталей, обрабатываемых на k -м станке. Каждой детали $i \in D$ сопоставим два числа: $r[i]$ и $t[i]$, означающие соответственно ресурс, потребляемый при обработке i -й детали, и длительность ее обработки.

Далее, пусть J — множество допустимых технологий, т. е. наборов деталей, которые можно обрабатывать параллельно на разных станках:

$$J = \{j | j = (i_1, i_2, \dots, i_s)\},$$

где $i_p \in D_p$ ($p = \overline{1, s}$) либо $i_p = 0$, когда на p -м станке в j -й технологии деталь не обрабатывается.

Каждая технология $j \in J$ считается допустимой в том случае, если все входящие в нее детали удовлетворяют условиям взаимной совместимости и ограниченности ресурса:

$$u[i_p, i_l] = 1, \quad i_p, i_l \in j, \quad p, l = \overline{1, s},$$

где $u[i_p, i_l]$ — элементы матрицы совместимости деталей $U[d, d]$, построенной по следующему правилу:

$$u_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я деталь совместима с } k\text{-й;} \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$\sum_{p=1}^s r[i_p] \leq R,$$

где R — имеющийся ресурс.

Для каждого станка $k \in S$ и каждой детали $i \in D_k$ определим подмножество J_{ki} технологий из J таких, в которых на k -м станке обрабатывается i -я деталь: $J_{ki} = \{j | i_k = i\}$.

Обозначим через $X[j]$ интенсивность j -й технологии (время реализации). Очевидно, что технология считается реализованной, когда закончится обработка хотя бы одной входящей в нее детали. Тогда условия баланса, определяющие необходимость обработки всех деталей, будут иметь вид

$$\sum_{j \in J_{ki}} X[j] = t[i], \quad i = \overline{1, d}.$$

Кроме того, очевидно, что

$$X[j] \geq 0, \quad j \in J.$$

На переменные $X[j]$ накладывается также ограничение дискретности, т. е. $X[j]$ могут принимать лишь такие значения из некоторой области P , при которых выполняется требование непрерывности обработки каждой детали.

Целевая функция задачи составления плана, имеющая вид $\sum_j X[j]$, должна

быть минимизирована, т. е. необходимо найти такую совокупность технологий с учетом всех сформулированных ограничений, чтобы сумма их интенсивностей была минимальной. Это обеспечит минимальную продолжительность обработки всех деталей при заданном ресурсе R .

Итак, при заданных множествах D, S, D_k необходимо найти совокупность технологий $J_{\text{опт}}$, на которой достигается

$$\min \sum_j X[j] \quad (2.14)$$

при условиях

$$u[i_p, i_l] = 1, \quad i_p, i_l \in j, \quad p, l = \overline{1, s}; \quad (2.15)$$

$$\sum_{l=1}^s r[i_l] \leq R \text{ для всех } j \in J; \quad (2.16)$$

$$\sum_{k \in I} X[j] = t[i], \quad i = \overline{1, d}; \quad (2.17)$$

$$X[j] \geq 0, \quad j \in J; \quad (2.18)$$

$$X[j] \in P, \quad j \in J. \quad (2.19)$$

Технологические требования к последовательности обработки деталей можно формализовать назначением для каждой i -й детали приоритета $\text{pr}[i]$ — числа, пропорционального желаемому уровню очередности обработки детали. Тогда приоритет технологии $j \in J$ определится как

$$\text{pr } t(j) = \sum_{i=1}^s \text{pr}[i], \quad (2.20)$$

и очередность технологии следует устанавливать в соответствии со значением приоритета.

Совокупность выражений (2.14)–(2.20) определяет математическую модель задачи составления оптимального плана обработки деталей. Эту задачу можно рассматривать как дискретную задачу линейного программирования с дополнительным условием на очередность реализации технологий.

Метод составления плана затяжки. Для решения задачи составления плана затяжки разработан метод, состоящий из двух этапов:

1) решается задача линейного программирования (2.14)–(2.18), получающаяся из исходной путем отбрасывания условий дискретности (2.19) и очередности обработки технологий (2.20), в результате чего определяется некоторая совокупность технологий и оценки относительной «ценности» обработки деталей (двойственные переменные задачи линейного программирования);

2) на основе полученных результатов и с учетом условий (2.19), (2.20) строится дискретный план обработки деталей путем специального «сшивания» как полученных на первом этапе, так и формируемых (если это необходимо) новых оптимальных технологий.

На первом этапе применяется модифицированный симплекс-метод с автоматической выработкой векторов (технологий), вводимых в базис на каждой итерации. Разработаны два метода автоматической выработки технологий. Первый метод основан на применении элементов теории динамического программирования. Его идея состоит в последовательном определении элементов двух специальных матриц, с помощью которых затем находится вектор, удовлетворяющий необходимым условиям. Второй метод автоматической выработки технологий, использующий идеи известного метода ветвей и границ, состоит в переборе и оценке сверху допустимых частных решений. На каждой итерации симплекс-алгоритма решается следующая задача целочисленного программирования: найти

$$\max \sum_{j=1}^d \lambda_j Y[j] \quad (2.21)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^d r[j] Y[j] \leq R; \quad (2.22)$$

$$0 \leq Y[j] \leq 1, \quad j = \overline{1, d}; \quad (2.23)$$

$$Y = (Y[j]), \quad j = \overline{1, d}, \quad (2.24)$$

$$u[i, j] = 1, \quad \{i, j \in D \mid Y[i] = Y[j] = 1\}. \quad (2.25)$$

Здесь Y — искомый целочисленный вектор (технология), причем на его компоненты наложены условия ограничения по ресурсу (2.22), неотрицательности и ограниченности (2.23), целочисленности (2.24) и взаимной совместимости (2.25).

На втором этапе используется специально разработанный метод «сшивания» технологий в план с учетом требований непрерывности и очередности обработки деталей.

Решению вопроса об очередности обработки деталей способствует, как уже отмечалось, назначение для каждой детали приоритета. Наивысший приоритет устанавливают для деталей, которые целесообразно обрабатывать в первую очередь, наименьший — для деталей, обработка которых может быть осуществлена в последнюю очередь. Всем остальным деталям присваивают некоторые промежуточные значения приоритетов. Числа, определяющие приоритет обработки деталей, устанавливают произвольно, но таким образом, чтобы технологии, содержащие детали высших приоритетов, реализовывались в первую очередь.

Назначение приоритетов можно осуществлять двояко: на основе анализа результатов решения задачи формирования очередей и путем априорного задания. В последнем случае приоритеты фактически устанавливают только для станков, а всем деталям, обрабатываемым на данном станке, присваивают тот же приоритет. Очевидно, что более достоверное назначение приоритетов может быть получено в первом случае.

Требование дискретности, заключающееся в обеспечении непрерывности обработки деталей, может быть удовлетворено следующим образом. Пусть выбрана для реализации некоторая оптимальная технология. Ее интенсивность принимают равной минимальной длительности обработки детали из числа входящих в эту технологию. Затем к данной технологии «пристыковывается» следующая оптимальная технология из полученного на первом этапе набора, содержащая, кроме прочих, те детали, обработка которых должна быть продолжена. Если такой технологии в имеющейся совокупности не оказывается, то строят новую технологию. Таким образом удастся сформировать технологически допустимый план, а поскольку этот план «сшивается» из оптимальных технологий, то можно считать, что он является оптимальным при заданных начальных условиях: характеристиках деталей, станков, принятых приоритетах, располагаемом ресурсе.

РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ТРАСС КАБЕЛЕЙ

Удобство и безопасность эксплуатации электрооборудования и трасс кабелей в значительной мере определяются правильностью размещения их на судне. От регламентированного проектной документацией взаимного расположения оборудования, трасс кабелей и корпусных конструкций зависят также удобство выполнения и качество монтажных работ и способы крепления электрооборудования и кабелей.

Глава 3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛНЕНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 3.1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Согласно Правилам Регистра СССР (1977 г.) судовые помещения подразделяются на сухие, с повышенной влажностью, влажные, особо сырые, заливаемые водой, затопляемые, опасные и взрывоопасные.

К сухим помещениям относятся: жилые, общественные помещения, закрытые рулевые, штурманские, радио- и трансляционные рубки, специальные электротехнические помещения и другие служебные помещения, а также относящиеся к ним коридоры, вестибюли, тамбуры и трапы.

К помещениям с повышенной влажностью относятся: умывальные, туалетные, уборные, раздевалки, камбузы, сушильные, провизионные кладовые и т. п. К этой же категории относятся помещения аварийных дизель-генераторов и пожарных насосов, а также машинные и котельные отделения.

К влажным помещениям относятся: кладовые шкиперского имущества, запчастей, прозодежды, фонарные, малярные, а также тамбуры и коридоры, примыкающие к этим помещениям.

К особо сырým помещениям относятся: бани, душевые, ванные, прачечные, посудомоечные, заготовительные, помещения по обработке продуктов промысла и лова и т. п. К этой же категории относятся и грузовые трюмы, не предназна-

ченные для перевозки и хранения сухого и жидкого топлива и легковоспламеняющихся грузов, рефрижераторные трюмы и кладовые.

К заливаемым водой помещениям относятся открытые палубы.

К затопляемым относятся помещения и пространства, в которых электрооборудование должно работать под водой.

К опасным относятся помещения и пространства, где имеется горючая пыль в концентрации, угрожающей взрывом.

Взрывоопасные помещения на судах подразделяются на три категории.

К первой категории относятся отсеки и цистерны для воспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки паров ниже 60° С и сжиженных газов, а также грузовые трюмы, предназначенные для перевозки таких жидкостей и газов в таре. Сюда же относятся коффердамы, отделяющие отсеки и цистерны для воспламеняющихся жидкостей и сжиженных газов от смежных помещений, и помещения, смежные с этими отсеками, не отделенные от них коффердами и не имеющие принудительной вентиляции.

Ко второй категории относятся помещения и пространства, в которых могут образоваться скопления воспламеняющихся газов во взрывоопасной концентрации (насосные отделения, помещения для хранения грузовых шлангов, компрессорные помещения для сжиженных газов, аккумуляторные помещения, фонарные и малярные кладовые, места выхода газов из газоотводных труб и шахт, ангары, грузовые трюмы для перевозки угля, автотранспорта в заправленном состоянии и т. п.).

К третьей категории относятся трюмы и помещения, в которых возможно образование воспламеняющейся смеси пыли или волокна с воздухом.

§ 3.1.2. СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

С целью защиты обслуживающего персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями электрооборудования, а также защиты электрооборудования от попадания внутрь посторонних твердых тел и воды корпуса электрооборудования в зависимости от условий имеют различные степени защиты.

Условное обозначение степени защиты содержит следующие данные:

а) условные буквы IP;

б) условное цифровое обозначение степени защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями электрооборудования и защиты электрооборудования от попадания внутрь посторонних твердых тел;

в) условное цифровое обозначение степени защиты электрооборудования от попадания внутрь корпуса воды.

Ниже приводятся условные цифровые обозначения степени защиты персонала и электрооборудования и раскрывается содержание этих обозначений.

Степени защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и от попадания внутрь электрооборудования посторонних твердых тел:

0 — защита отсутствует;

1 — защита от случайного соприкосновения большого участка поверхности человеческого тела с токоведущими или движущимися частями (защита от преднамеренного доступа к этим частям отсутствует), а также от попадания крупных посторонних твердых тел диаметром не менее 52,5 мм;

2 — защита от возможности соприкосновения пальцев с токоведущими или движущимися частями, а также от попадания твердых тел диаметром не менее 2,5 мм;

3 — защита от соприкосновения инструмента, проволоки или других подобных предметов толщиной более 2,5 мм с токоведущими или движущимися частями, а также защита от попадания тел диаметром не менее 2,5 мм;

4 — защита от соприкосновения инструмента, проволоки или других подобных предметов толщиной более 1 мм с токоведущими или движущимися частями, а также защита от попадания твердых тел толщиной не менее 1 мм;

5 — полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и полная защита электрооборудования от вредных отложений пыли;

6 — полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и полная защита электрооборудования от попадания пыли.

Степени защиты от проникновения воды внутрь корпуса электрооборудования:

0 — защита отсутствует;

1 — защита от капель сконденсировавшейся воды, вертикально падающих на корпус;

2 — защита от капель воды, падающих на корпус, наклоненный под углом не более 15° к вертикали;

3 — защита от дождя, падающего под углом не более 60° к вертикали;

4 — защита от брызг воды, падающих на корпус в любом направлении;

5 — защита от водяной струи, падающей на корпус в любом направлении;

6 — защита электрооборудования, расположенного на палубе судна при захлестывании морской волной;

7 — защита при погружении в воду, которая при давлении, указанном в стандартах или в технических условиях на отдельные виды электрооборудования, не должна проникать внутрь корпуса в течение времени, указанного в тех же документах;

8 — защита при погружении в воду, которая при давлении, указанном в стандартах или технических условиях на отдельные виды электрооборудования, не должна проникать внутрь корпуса в течение неограниченно длительного времени.

Предпочтительные степени защиты электрооборудования указаны в табл. 3.1. В технически обоснованных случаях могут быть применены дополнительные степени защиты, не предусмотренные этой таблицей.

Таблица 3.1

Предпочтительные степени защиты электрооборудования

Степени защиты персонала от прикосновения к токоведущим или движущимся частям и защиты электрооборудования от попадания посторонних тел	Степени защиты от проникновения воды								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00	IP01	—	—	—	—	—	—	—
1	IP10	IP11	IP12	IP13	—	—	—	—	—
2	IP20	IP21	IP22	IP23	—	—	—	—	—
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	—	—	—	—
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	—	—	—	—
5	IP50	IP51	—	—	IP54	IP55	IP56	—	—
6	IP60	—	—	—	—	IP65	IP66	IP67	IP68

§ 3.1.3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛНЕНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Исполнение электрооборудования, которое может устанавливаться в судовых помещениях, определяется характеристикой этого помещения.

В сухих помещениях может устанавливаться оборудование в исполнениях IP20, IP30 (в каютах, салонах, детских комнатах) и IP22 (в рулевых, штурман-

ских рубках и т. п.). В сухих специальных электротехнических помещениях допускается установка электрооборудования в исполнении IP10.

В помещениях с повышенной влажностью может устанавливаться электрооборудование в исполнении IP23, за исключением умывальных, туалетных, уборных, раздевалных, камбузов, сушильных, где должно устанавливаться электрооборудование в исполнении IP44.

Во влажных помещениях устанавливается электрооборудование в исполнении IP23. В особо сырых помещениях должно устанавливаться электрооборудование в исполнении IP55, в заливаемых водой — IP56, в затопляемых и опасных помещениях — IP68.

Во взрывоопасных помещениях первой категории установка электрооборудования не допускается, за исключением установки датчиков уровня и температуры в искробезопасном исполнении, установки вибраторов эхолотов, установки в грузовых трюмах устройств сигнализации обнаружения пожара во взрывозащищенном исполнении (рекомендуется искробезопасное исполнение).

Во взрывоопасных помещениях и пространствах второй категории допускается устанавливать: светильники во взрывозащищенном исполнении; устройства сигнализации обнаружения пожара во взрывозащищенном исполнении (рекомендуется искробезопасное исполнение); вибраторы эхолота; электроприводы вентиляторов насосных отделений во взрывозащищенном исполнении при условии размещения их в хорошо вентилируемых и газонепроницаемых выгородках, расположенных внутри насосного помещения; электродвигатели вентиляторов малярных и фонарных кладовых, устанавливаемые в этих помещениях, во взрывозащищенном исполнении.

Во взрывоопасных помещениях третьей категории допускается установка электрооборудования в исполнении не ниже IP65, причем это электрооборудование должно располагаться таким образом, чтобы скопление на нем пыли было затруднено.

На судах, предназначенных для постоянного базирования и плавания в тропических условиях, должно устанавливаться оборудование в исполнении ТМ, которое обеспечивает надежную его работу при длительных неблагоприятных воздействиях высокой температуры и большой влажности окружающей среды, солнечной радиации, морской воды, тумана, а также плесневых грибковых образований.

Глава 3.2. РАЗМЕЩЕНИЕ И УСТАНОВКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 3.2.1. РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Размещение электрооборудования следует производить с учетом определенных эксплуатационных и монтажных требований.

Эксплуатационные требования направлены на обеспечение удобства и безопасности эксплуатации электрооборудования и смежного с ним оборудования, проведения профилактических осмотров и ремонтов, а также на обеспечение защищенности электрооборудования от возможных повреждений. Общие эксплуатационные требования: а) удобное расположение измерительных и сигнализирующих приборов, оптимальные условия для считывания показаний индикаторов, свободный доступ к органам управления и регулирования; б) свободный доступ ко всем элементам, расположенным как снаружи, так и внутри корпусов с целью профилактического осмотра и ремонта (доступ к подшипникам, возможность открывания крышек, выдвижения блоков и т. п.); в) возможность нормальной эксплуатации конструктивных элементов судна (открывание люков,

дверей и т. п.); г) исключение возможности ударов амортизированных приборов друг о друга или о корпусные конструкции; д) удаленность от мест, подверженных возможному разрушительному действию агрессивных жидкостей, газов и других неблагоприятных факторов (не рекомендуется, а иногда и не допускается установка электрооборудования вблизи люков, арматуры и мест соединений трубопроводов, вблизи горячих трубопроводов и других устройств, из которых могут поступать пар, вода, масло, топливо).

Монтажные требования направлены на обеспечение возможности выполнения монтажа электрооборудования и трасс кабелей в соответствии с требованиями действующих стандартов и технологических инструкций. Они учитывают также особенности монтажа применительно к технологии постройки данного судна и возможности снижения трудоемкости монтажных работ. В частности, должна быть обеспечена возможность разводки и ввода кабелей в электрооборудование с соблюдением установленных радиусов изгиба (см. § 5.1.2), а в случае применения штепсельных разъемов — возможность свободного сочленения колодки и вставки. При обеспечении доступа к элементам электрооборудования — объекту монтажных, регулировочных и ремонтных работ (места разводки и ввода кабелей, узлы крепления и заземления, контактные платы, штепсельные разъемы, сальники и т. п.) — следует учитывать размеры рабочей зоны электро-монтажника (табл. 3.2) и объем пространства для размещения применяемого монтажного инструмента. Трассы кабелей не должны мешать демонтажу и выгрузке электрооборудования.

Таблица 3.2

Размеры, м, рабочей зоны электромонтажника

Положение при работе	Высота	Глубина	Протяженность по фронту
Стоя	1—1,65	0,65	1,1
Сидя	0,6—1,2	0,65	1,1
На коленях	0,5—1,1	0,8	1,1

Наряду с выполнением требований Правил Регистра СССР распределительные устройства следует размещать в районах сосредоточения потребителей; электрооборудование, к которому подключается значительное количество магистральных кабелей, целесообразно размещать в районах прохождения их трасс. Следует уменьшать количество кабельных связей между помещениями судна и длину кабелей в пределах данного помещения. Распределительные устройства не должны располагаться в забойной зоне.

§ 3.2.2. АГРЕГАТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Агрегатирование — это конструктивно-технологический принцип компоновки оборудования (в том числе электротехнического) в виде сборочных единиц (СЕ), обеспечивающий их монтаж в цеховых условиях с последующей установкой на судне на штатные места (см. § 1.1.1).

Агрегат может содержать один или несколько монтажных узлов, монтажный блок — один или несколько монтажных узлов и агрегатов. Электрооборудование и кабели могут входить в состав СЕ любого уровня, образуя в одном случае чисто электротехническую СЕ, в другом — электромеханическую СЕ.

Агрегатирование целесообразно применять при всех методах постройки судов. Так, при модульно-агрегатном методе постройки (электромонтажные работы выполняются по принципам агрегатно-блочной технологии) в СЕ выполняется основной объем работ; при этом постройка судна представляет собой процесс

изготовления и постепенного укрупнения СЕ с последующей стыковкой блок-модулей на стапеле. В результате сокращается трудоемкость монтажных работ и продолжительность стапельного периода, повышается качество монтажных работ благодаря выполнению их на более ранних этапах постройки судна в более комфортных условиях специализированных цехов и участков; кроме того, сокращаются сроки, а также стоимость ремонта и модернизации судов благодаря возможности предварительного изготовления подлежащих замене СЕ.

Эффективность агрегатирования электрооборудования возрастает с увеличением уровня агрегатирования $У_{а.э.}$, определяемого по формуле

$$У_{а.э.} = \frac{T_{а.э.}}{T_{а.э.} + T_{н.э.}} \cdot 100\%,$$

где $T_{а.э.}$ — трудоемкость монтажа СЕ в цехе и установки их на штатное место, нормо-ч; $T_{н.э.}$ — трудоемкость монтажа электрооборудования и кабелей, не вошедших в состав СЕ, нормо-ч.

Из формулы следует, что уровень агрегатирования характеризуется объемом электромонтажных работ, выполняемых в СЕ.

В условиях разветвленных судовых кабельных сетей задача формирования СЕ с большим объемом электромонтажных работ оказывается достаточно сложной. Поэтому вопросы агрегатирования целесообразно учитывать еще в процессе разработки новых изделий и систем. Например, для удобства монтажа и обеспечения сохранности электронной аппаратуры в период монтажа СЕ и транспортировки их с участка сборки на штатное место приборы следует выполнять в виде монтажных комплектов (корпус прибора с элементами подключения кабелей и отдельно функциональные блоки-вставки).

Проектирование СЕ необходимо производить с учетом следующих общих рекомендаций.

Одним из основных требований к размещению электрооборудования с учетом его агрегатирования (наряду с указанными выше эксплуатационными и монтажными требованиями) является обеспечение минимального количества кабельных связей между СЕ и минимальной длины кабелей между приборами. Это может быть достигнуто путем локализации приборов электротехнических систем (или их функционально самостоятельных частей) в пределах возможно меньшей территориальной зоны судна. Для выполнения данного требования в процессе разработки электрических схем выполняется анализ кабельных связей между приборами каждой конкретной системы и между системами. В результате выявляются группы приборов, которые по условиям эксплуатации можно, а по соображениям проектирования целесообразно разместить вместе (внутри-системное и межсистемное агрегатирование). В результате анализа связей электрооборудования с обслуживаемыми механизмами выявляются группы изделий, которые целесообразно разместить вместе с механическим оборудованием (комплексное агрегатирование). В крупные СЕ включаются также групповые распределительные щиты, питающие входящие в СЕ изделия.

Полученный таким путем предварительный состав СЕ учитывается при компоновке помещений судна и формировании СЕ, что (с учетом аналогичных проработок по другим специализациям) упрощает процесс агрегатирования оборудования в помещении, повышает его качество.

При формировании и размещении кабельных трасс на судне учитываются следующие требования (для обеспечения законченности электромонтажных работ в СЕ разного уровня): а) раздельное формирование трасс кабелей — внутренних связей СЕ (расположенных внутри СЕ), внутрирайонных внешних связей СЕ (расположенных внутри технологического района монтажа) и межрайонных внешних связей СЕ (проходящих несколько районов); б) размещение трасс кабелей внутренних связей СЕ по всей длине на конструкциях СЕ (развязка их от конструкций, сопрягаемых с данной СЕ).

При компоновке помещений судна комплексы сложных электросистем с оборудованием для их автономного энергоснабжения размещаются в смежных помещениях с целью создания на их основе зональных блоков или блок-модулей.

Типы и назначение конструкций для установки электрооборудования малой (до 10 кг) и средней (до 100 кг) массы

Конструкции	Тип	Назначение	Номер рисунка
Лапки:			
приварные	1	Крепление электрооборудования	3.1
закрепляемые заклепками или винтами	2	То же	3.2
Мосты:			
приварные	3	»	3.3
приварные с двумя перфорированными отверстиями	4	Крепление штепселей с выключателями типов РШВ2 и РШВ3, выключателей типов Т-4 и Т-5 и соединительных коробок типа Т-9	3.4, а
закрепляемые винтами	5	То же	3.4, б
Бонки	6	Крепление электрооборудования	3.7
Стойки:			
приварные	7	То же	3.5
приварные под амортизаторы	8	Крепление электрооборудования на амортизаторах типов АКСС-10М, АКСС-15М, АКСС-25М	3.6
Втулки:			
цилиндрические	9	Установка электрооборудования на амортизаторах типа А—С в случаях несовпадения размеров крепежных отверстий	3.8, а
ступенчатые	9	Установка электрооборудования на амортизаторах типов АКЦЮ и АКСС-М в случаях несовпадения размеров крепежных отверстий	3.8, б
Примечание. Конструкции типов 1, 2, 3, 7 применяются для установки электрооборудования в помещениях без зашивки и с зашивкой изоляции, типов 4, 5, 6, 8 — в помещениях без зашивки изоляции.			

В крупных СЕ (например, в надстройках судов) предусматривается выделение специальной монтажной зоны, в которой с помощью кабельных соединителей производится соединение внутренних и внешних частей кабелей, выходящих из такой СЕ, что позволяет почти полностью закончить электромонтажные работы при сборке СЕ.

С целью создания типовых СЕ и их последующей стандартизации следует обеспечивать типизацию компоновки функционально однородных СЕ.

§ 3.2.3. КОНСТРУКЦИИ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СВЕТИЛЬНИКОВ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Конструкции для установки электрооборудования. Установка электрооборудования производится с применением конструкций девяти типов: лапок (типы 1 и 2), мостов (типы 3, 4, 5), бонков (тип 6), стоек (типы 7 и 8) и втулок (тип 9). Общие сведения о них приведены в табл. 3.3, а общие виды — на рис. 3.1—3.8.

Лапки, мосты и стойки приварные изготавливают из стали марок Ст3 по ГОСТ 380—71, 10 или 20 по ГОСТ 1050—74 (сортамент по ГОСТ 103—76, ГОСТ 503—71, ГОСТ 104—74 и ГОСТ 2590—71) или из сплава АМг5 по ГОСТ 4784—74 (сортамент по ГОСТ 21631—76, ГОСТ 13737—68, ГОСТ 21488—76). Лапки для оснований из легкого сплава, закрепляемые заклепками или винтами, и мосты, закрепляемые винтами, изготавливают из сплава АМг5.

Допускаемая нагрузка на одно крепление: для стальных конструкций 200 Н, для конструкций из легкого сплава 100 Н. У всех конструкций варьируемым параметром является высота H (табл. 3.4). Условное обозначение конструкций состоит из названия и набора цифр: первая цифра соответствует типу конструкции, вторая — материалу (1 — сталь, 2 — легкий сплав), далее через тире указывается высота конструкции в миллиметрах (для мостов приварных в помещениях без зашивки изоляции указывается также длина); в обозначениях конструкций, устанавливаемых в помещениях с зашивкой изоляции, после цифр, соответствующей материалу, дополнительно пишется ноль. Например, мост приварной стальной высотой 100 мм и длиной 120 мм для помещения без зашивки изоляции условно обозначается «мост 31-100-120»; мост приварной из легкого сплава высотой 100 мм для помещения с зашивкой изоляции — «мост 320-100».

Бонки изготавливают из стали марки 20 по ГОСТ 1050—74 или из сплава АМг5 по ГОСТ 4784—74. Допускаемая нагрузка на одно крепление 100 Н. Размеры бонков приведены в табл. 3.5. Цифры в условном обозначении бонки соответствуют типу конструкции (6), материалу (1 или 2), высоте бонки и диаметру резьбы. Например, бонка из легкого сплава высотой 25 мм с резьбой М10 условно обозначается «бонка 62-25-10».

Втулки изготавливают из стали марки 20 по ГОСТ 1050—74 (сортамент по ГОСТ 2590—71). Размеры втулок приведены в табл. 3.6 (цилиндрические втулки) и табл. 3.7 (ступенчатые втулки). Цифры в условном обозначении цилиндрических втулок соответствуют типу конструкции (9), материалу (1), внутреннему и наружному диаметрам и длине, в условном обозначении ступенчатых втулок — типу, материалу, диаметру отверстия, наименьшему и наибольшему наружным диаметрам. В конце условного обозначения цилиндрических втулок ставится индекс «ц», ступенчатых — «с». Например, втулка цилиндрическая с отверстием диаметром 7 мм, наружным диаметром 12 мм и длиной 10 мм обозначается «втулка 91-7-12-10ц».

Лапки, мосты, стойки, бонки и втулки изготавливают в исполнениях У, ХЛ, М, ОМ по ГОСТ 15150—69 и в морском тропическом исполнении по ГОСТ 15151—69. Стальные конструкции исполнений У, ХЛ, М и ОМ грунтуют железным суриком по ГОСТ 8135—74, а исполнения ТМ — фосфатируют с по-

следующим нанесением грунта ФЛ-03-К по ГОСТ 9109—76. Конструкции, изготовленные из легкого сплава, независимо от исполнения оксидируют и покрывают грунтом марки ФЛ-03-Ж по ГОСТ 9109—76.

После установки на судне конструкции окрашивают под цвет помещения. Конструкции для установки светильников. Установка светильников производится с применением мостов или держателей (табл. 3.8 и рис. 3.9—3.11). Мосты крепятся непосредственно к несущей конструкции в помещениях как с зашивкой, так и без зашивки изоляции, а держатели светильников — с помощью специальных деталей на внутренних стальных конструкциях, а также на холодных стальных конструкциях и конструкциях из легкого сплава. Для изготовления конструкций и деталей применяют сталь марок Ст3 и 10 или сплав АМг5.

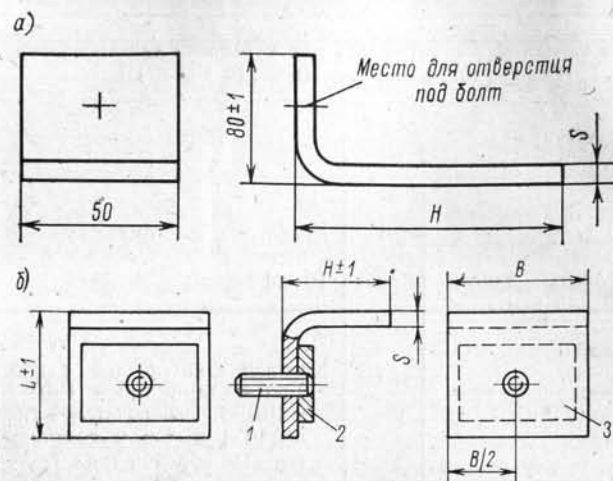


Рис. 3.1. Лапки приварные: а — для помещений без зашивки изоляции; б — для помещений с зашивкой изоляции.
1 — винт М6×25; 2 — приварыш; 3 — лапка.
Размеры: для лапок стальных $S = 4, 5$ мм, $B = 40, 50$ мм, $L = 35$ мм; для лапок из легкого сплава $S = 6$ мм, $B = L = 40$ мм

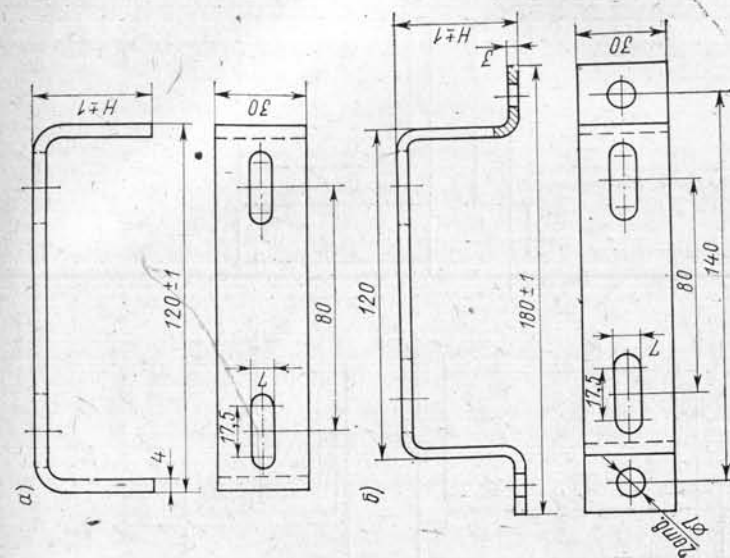


Рис. 3.4. Мосты для крепления установочной арматуры: *a* — приварные с двумя перфорированными отверстиями; *б* — закрепляемые винтами, изготовляемые из легкого сплава.

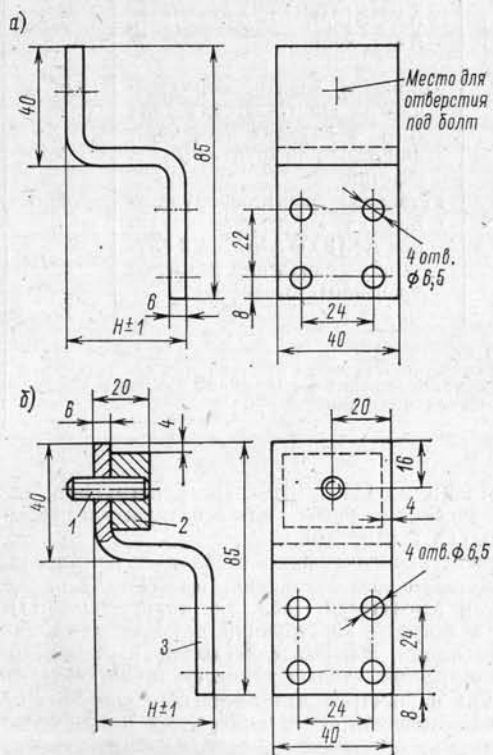


Рис. 3.2. Лапки для оснований из легкого сплава, закрепляемые заклепками или винтами: *а* — для помещений без зашивки изоляции; *б* — для помещений с зашивкой изоляции.

1 — винт М6×25; 2 — приварыш; 3 — лапка

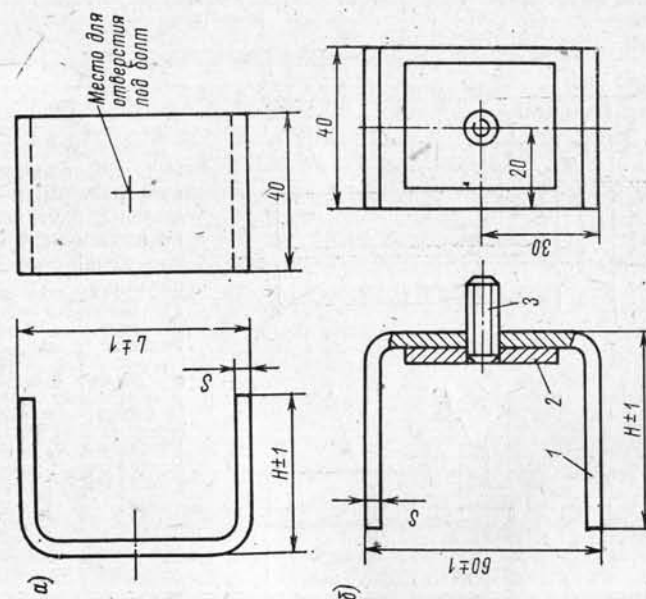


Рис. 3.3. Мосты приварные для крепления электрооборудования: *a* — для помещений без зашивки изоляции; *b* — для помещений с зашивкой изоляции.

1 — мост; 2 — приварыш; 3 — винт М6 × 25.

Размеры: *L* = 60, 100, 120, 140 мм; для мостов стальных *S* = 4 мм; для мостов из легкого сплава *S* = мм

Таблица 3.4

Высота H , мм, лапок, мостов и стоек

Тип кон- струк- ции	Номер рисунка	Материал	
		Сталь	Легкий сплав
Для помещений без зашивки изоляции			
1	3.1, а	30, 40, 50, 60, 80, 100, 130, 150	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
2	3.2, а	—	30, 40, 50, 60, 80, 100
3	3.3, а	30, 40, 50, 60, 80, 100, 110, 130, 150	30, 40, 60, 80, 100
4	3.4, а	30, 40, 50, 60, 80, 100, 130, 150	30, 50, 80, 100, 130, 150
5	3.4, б	—	30, 50, 80
7	3.5, а	110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250	100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250
8	3.6, а	60, 80, 100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250	60, 80, 100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250
Для помещений с зашивкой изоляции			
1	3.1, б	40, 50, 60, 80, 90, 110, 130, 150	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
2	3.2, б	—	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
3	3.3, б	40, 50, 60, 80, 90, 110, 130, 150	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
7	3.5, б	60, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250	110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250
8	3.6, б	60, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250	60, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250

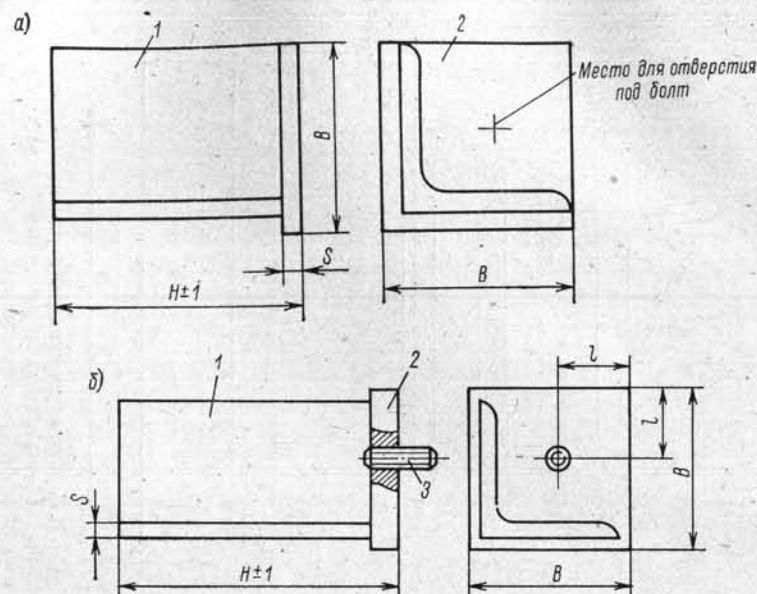


Рис. 3.5. Стойки приварные: а — для помещений без зашивки изоляции; б — для помещений с зашивкой изоляции.

1 — стойка; 2 — планка; 3 — винт М6×25.

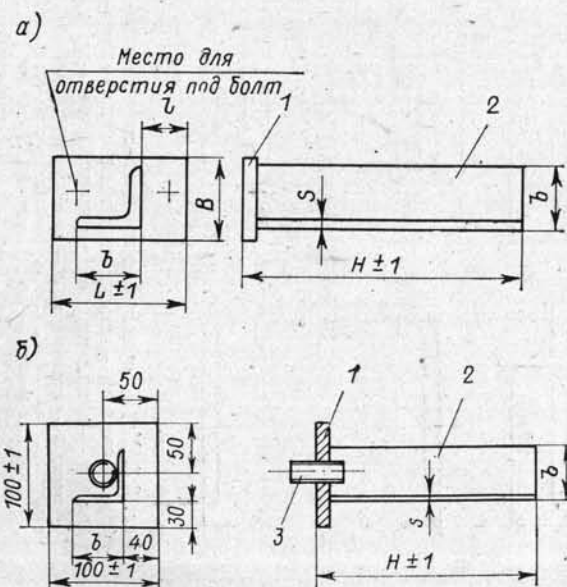
Размеры: для стоек стальных $S = 4, 5$ мм, $B = 40, 50$ мм, $l = 17$ мм; для стоек из легкого сплава $S = 4$ мм, $B = 55$ мм, $l = 25$ мм.

Рис. 3.6. Стойки под амортизаторы: а — для помещений без зашивки изоляции; б — для помещений с зашивкой изоляции.

1 — планка; 2 — стойка; 3 — винт.

Размеры: для стоек стальных $L = 80$ мм, $l = 30$ мм, $B = 50$ мм, $S = 4, 5$ мм, $b = 40, 50$ мм, $S_1 = 8$ мм; для стоек из легкого сплава $L = 90$ мм, $l = 35$ мм, $B = 60$ мм, $S = 4$ мм, $b = 50$ мм, $S_1 = 20$ мм.

Таблица 3.5

Размеры, мм, бонок (рис. 3.7)

H	d	D	H	d	D
Бонки стальные			Бонки из легкого сплава		
10	M6	18	10	M6	20
15	M6	18	20	M6	20
15	M8	20	20	M8	24
20	M6	18	30	M8	24
20	M8	20	30	M10	30
25	M8	20	30	M12	30
25	M10	26			
25	M12	26			
30	M8	20			
30	M10	26			
30	M12	26			

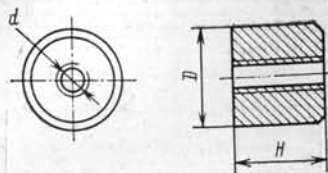


Рис. 3.7. Бонка.

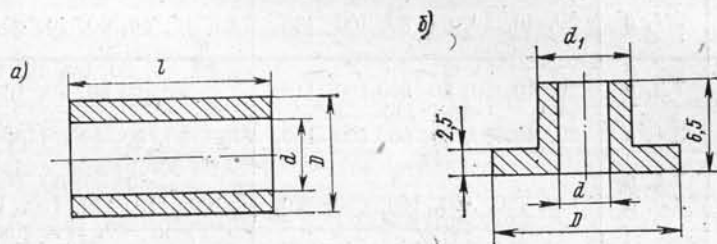


Рис. 3.8. Втулки: а — цилиндрическая; б — ступенчатая.

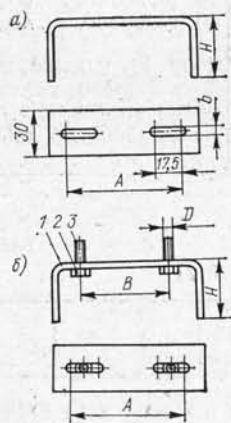


Рис. 3.9. Приварные мосты для установки светильников: а — на конструкциях без зашивки изоляции; б — на конструкциях под зашивку изоляции.

1 — мост; 2 — гайка; 3 — винт.

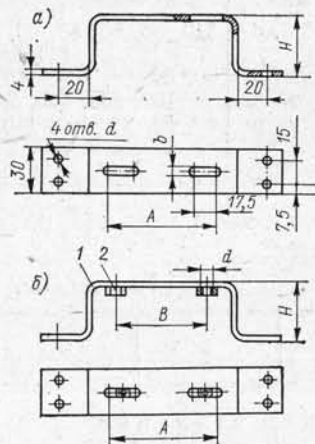


Рис. 3.10. Мосты для установки светильников, закрепляемые винтами: а — на конструкциях без зашивки изоляции; б — на конструкциях под зашивку изоляции.

1 — мост; 2 — гайка.

Размеры, мм, втулок цилиндрических (рис. 3.8, а)

Таблица 3.6

Размеры, мм, втулок цилиндрических (рис. 10)						
d	D	l	d	D	l	
5	8	6	9	16	14	
		10			18	
		12		18	14	
	9	6	11	14	14	
		10			18	
	10	4		16	10	
6		14				
10		18				
7	12	4		18	10	
		8			18	
		10			10	
	14	14		20	10	
	9	12		4	14	18
			6	20		14
10			22	10		
14		14	22	14		
14		10	16	22	8	
		14		14		
	18	14				

Мосты приварные изготовляют из стали или легкого сплава, закрепляемые винтами — из стали. Основные размеры мостов даны в табл. 3.9 и на рис. 3.9, 3.10. Условное обозначение моста, устанавливаемого в помещениях без зашивки изоляции, включает в себя цифры, характеризующие тип (1), материал (1 — сталь, 2 — легкий сплав), максимальный установочный размер светильника A и высоту моста H . Для мостов, устанавливаемых под зашивку изоляции, после

Типы и назначение конструкций для установки светильников

Конструкция	Тип	Назначение	Номер рисунка
Мосты:			
приварные	1	Крепление светильников по чертежам 10, 12, 14А, 65, 90М, 128, 398, 407, 547М, 740, 755, 756, 767, СС-774М, 843, 854, 901	3.9
закрепляемые винтами	1	То же	3.10
Держатели:			
фланцевые	2	Крепление светильников по чертежам СС-49А, 56А, 95М, 235, 328, 381У, 383У, 413П, 433У, 537, 815, 815Ш, СС-853, СС-868	3.11, а
фланцевые с лапками	3	Крепление светильников по чертежам 373М, 434У, 622, СС-821, СС-833, СС-834, СС-837, 838, 839, 840, ВЗГ-100, В4А-60	3.11, б
с планками	4	Крепление светильников по чертежам 621, СС-835, 856, 967М	3.11, в
Крючок приварной	9	Крепление подвесных светильников	—
Ушко приварное	9	То же	—

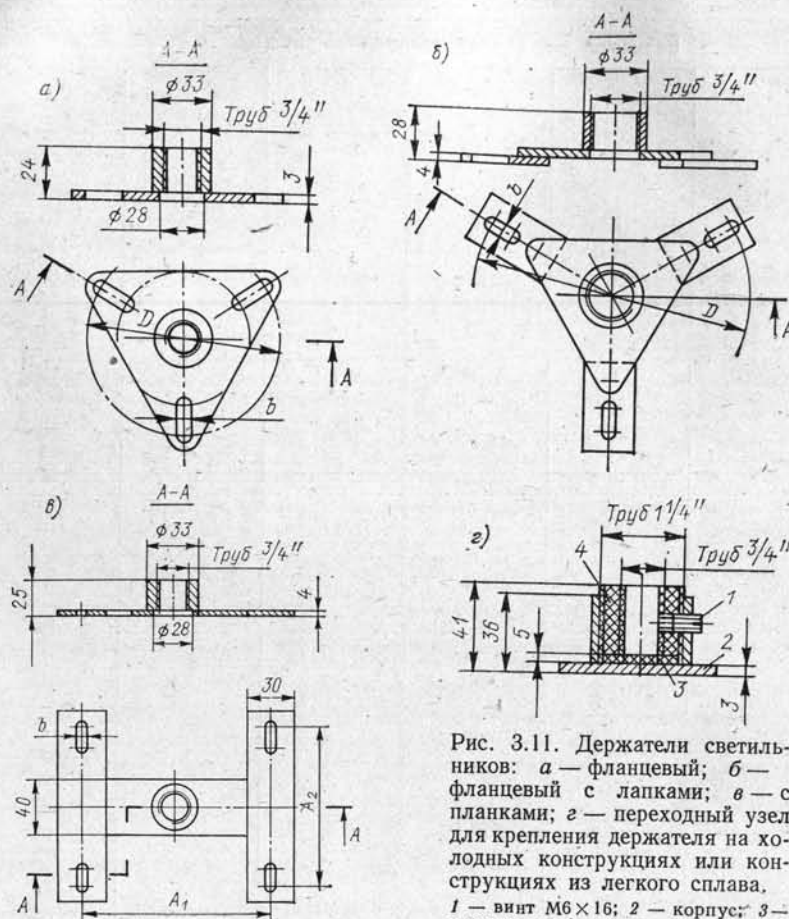


Рис. 3.11. Держатели светильников: а — фланцевый; б — фланцевый с лапками; в — с планками; г — переходный узел для крепления держателя на холодных конструкциях или конструкциях из легкого сплава. 1 — винт М6×16; 2 — корпус; 3 — прокладка; 4 — втулка.

Размеры, мм, втулок ступенчатых (рис. 3.8, б)

Таблица 3.7

d	d ₁	D
7	10,5	22
7	12	28
7	14	26
7	16	26
9	12,5	28
9	14	38
9	16	26
11	14,5	38
11	16	26
13	16	26
15	18	26

Таблица 3.9

Размеры, мм, мостов для осветительной арматуры приварных и закрепляемых винтами (рис. 3.9 и 3.10)

Способ установки	А	В	b, D	Н	
				Мосты приварные	Мосты, закрепляемые винтами
Без зашивки изоляции	75, 120, 170, 145	—	7 11		
С зашивкой изоляции	75 120 170 145	{ 62 45, 55, 60, 70 90, 115 156 112, 130 145	M4 M6 M6 M8 M10	30, 40, 50, 60, 80, 100, 130, 150, 200, 250, 350	60, 80, 100, 130, 150, 200, 250, 300, 350

Примечание. При креплении моста винтами $d = 7$ мм, при креплении заклепками $d = 5,2$ мм.

Таблица 3.10

Размеры, мм, держателей светильников (рис. 3.11)

Держатели типов 2 и 3		Держатели типа 4	
<i>D</i>	<i>b</i>	<i>A</i> ₁	<i>A</i> ₂
155, 185, 240, 280	7	140	120
175, 265	9	194	145
205	11	215	125, 195, 265
270	13		

цифр, соответствующих типу и материалу, указываются размер *A*, высота *H* и установочный размер *B* светильника.

Держатели светильников (рис. 3.11, *a—e*) изготавливают из стали. Все типы держателей имеют патрубок с внутренней резьбой $\frac{3}{4}$ " для соединения с деталью крепления к несущей конструкции. Если несущая конструкция холодная или изготовлена из легкого сплава, то вместо стального патрубка используется втулка из пресс-материала АГ-4-8 по ГОСТ 20437—75, также имеющая внутреннюю резьбу $\frac{3}{4}$ " (рис. 3.11, *g*). Основные размеры держателей даны в табл. 3.10 и на рис. 3.11. В условное обозначение держателей входят цифры,

Таблица 3.11

Типы и назначение деталей узлов заземления корпусов электрооборудования

Детали	Тип	Номер рисунка	Назначение
Стойка из легкого сплава стальная	СА } СС }	3.12, а	Для подключения проводника заземления
Планка: из легкого сплава стальная	ПЛА } ПЛС }	3.12, б	
Бонка: из легкого сплава стальная	БА } БС }	3.12, в	
Шпилька	ШС	3.12, г	
Перемычка: плоская мед- ная	ПпМ	3.13, а	
плоская ла- тунная	ПпЛАКС	3.13, б	
гибкая мед- ная	ПгМ	3.13, в	

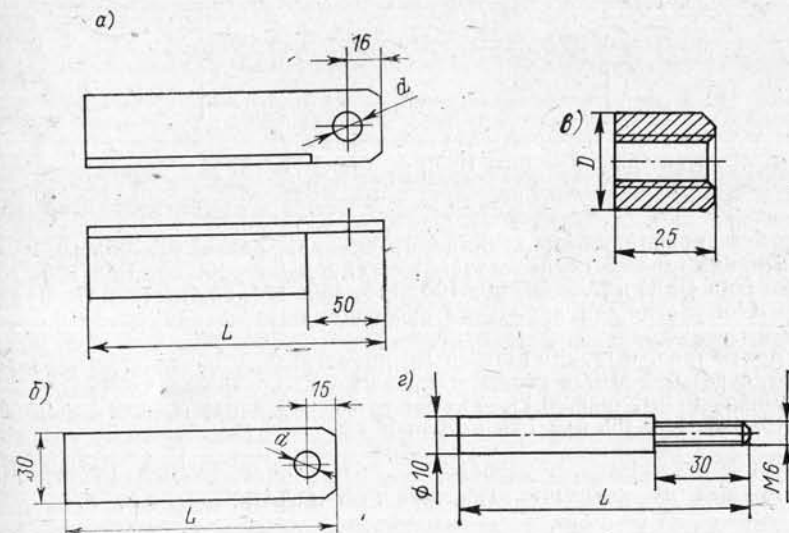
Таблица 3.12

Размеры, мм, перемычек заземления плоских медных типа ПпМ (рис. 3.13, *a*)

Сечение, мм ²	<i>L</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂
10, 16	170, 220, 320	6,5	6,5
25	172, 222, 322	6,5	10,5
35	175, 225, 325	8,5	10,5
50	175, 225, 325	10,5	10,5
70	178, 228, 328	10,5	10,5

характеризующие тип (2, 3 или 4), вид несущей конструкции (1 — внутренняя стальная, 2 — холодная или из легкого сплава), максимальный установочный размер светильника (размер *D* на рис. 3.11, *a* и *б* или размеры *A*₁ и *A*₂ на рис. 3.11, *g*) и ширину крепежного отверстия *b*.

В качестве деталей для крепления держателей светильников используют трубы и консоли с патрубками (с наружной резьбой $\frac{3}{4}$ "). Каждый тип этих деталей имеет разновидности для крепления к несущей конструкции приваркой

Рис. 3.12. Детали для заземления корпусов электрооборудования: *a* — стойка; *б* — планка; *в* — бонка; *г* — шпилька.

или винтами. Выбор деталей определяется видом несущей конструкции и способом установки светильника.

Изделия для заземления корпусов электрооборудования. Общие сведения о функциях заземляющих устройств приведены в гл. 1.4 первого тома настоящего справочника. Заземление корпусов электрооборудования производится с помощью типовых деталей узлов заземления (табл. 3.11). Стойки СА, планки ПЛА и бонки БА изготавливают из сплава АМг5 по ГОСТ 4784—74, сортамент по ГОСТ 21488—76, ГОСТ 21631—76 и ГОСТ 13737—68. Стойки СА и планки ПЛС изготавливают из стали Ст3 по ГОСТ 535—79, сортамент по ГОСТ 103—76

и ГОСТ 6009—74, ГОСТ 104—74, бонки БС и шпильки ШС изготавливают из стали 15 по ГОСТ 1050—74, сортамент по ГОСТ 2590—71. Все детали имеют антикоррозионное покрытие.

Стойки (рис. 3.12, а) выпускают длиной $L = 170, 180, 220, 240, 260, 270, 290$ мм (тип СА) и $L = 220, 240, 260, 270, 290, 400$ мм (тип СС); диаметр d отвер-

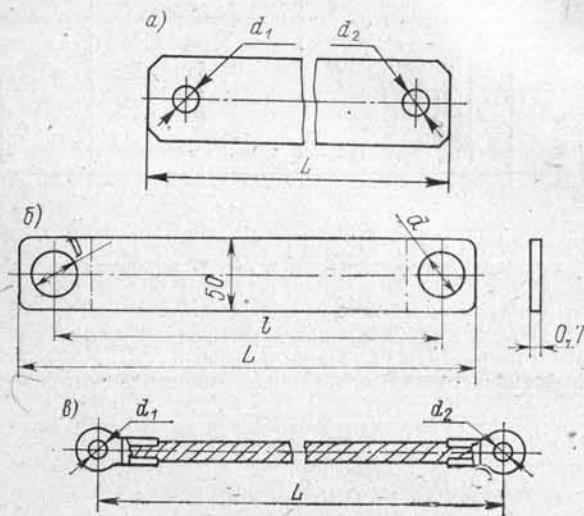


Рис. 3.13. Перемычки для заземления корпусов электрооборудования: а — типа ПпМ; б — типа ПпЛАКС; в — типа ПгМ.

стия для крепления проводника заземления равен 6,5 или 10,5 мм.

Планки (рис. 3.12, б) выпускают длиной $L = 40, 80, 100, 120, 130, 150$ мм (тип ПпА) и $L = 50, 80, 100, 125, 150, 175, 200$ мм (тип ПпС); диаметр d отверстия для крепления проводника заземления равен 6,5 или 10,5 мм.

Бонки (рис. 3.12, в) с резьбой М6 имеют наружный диаметр D , равный 20 мм, с резьбой М10 — соответственно 28 мм.

Шпильки ШС (рис. 3.12, г) имеют резьбу М6; длина шпилек $L = 75, 85, 95, 115, 125, 145, 165$ или 185 мм.

Таблица 3.13

Размеры, мм, перемычек заземления типа ПпЛАКС (рис. 3.13, б)

Амортизатор	L	D	d	t
АКСС-10, АКСС-15	90	9	7	75
АКСС-25, АКСС-40	105	11	9	85
АКСС-60	115	13	9	90
АКСС-85	140	15	11	110
АКСС-120	155	17	13	120
АКСС-160	145	19	13	110
АКСС-220	155	23	15	115
АКСС-300	170	25	15	125
АКСС-400	185	28	17	135

Перемычки типа ПпМ (рис. 3.13, а) изготавливают из меди марки М1 по ГОСТ 859—78, сортамент по ГОСТ 434—78. Их выпускают сечением 10, 16, 25, 35, 50 или 70 мм². Размеры перемычек приведены в табл. 3.12.

Перемычки типа ПпЛАКС (рис. 3.13, б) изготавливают из латуни марки ЛС63 по ГОСТ 15527—70, сортамент по ГОСТ 2208—75. Размеры этих перемычек приведены в табл. 3.13.

Перемычки типа ПгМ (рис. 3.13, в) изготавливают из провода марки МГ по ГОСТ 20685—75. Их выпускают сечением от 2,5 до 70 мм². Размеры перемычек приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Размеры, мм, перемычек заземления типа ПгМ (рис. 3.13, в)

Сечение, мм ²	L	d_1	d_2
2,5; 4	150, 200, 300	4,5; 6,5	6,5
	500, 800	6,5	
6, 10	150, 200, 300	6,5; 8,5	
	500, 800	6,5	10,5
16	150, 200, 300	6,5; 8,5; 10,5	
	500, 800	6,5	
25	150, 200, 300	6,5; 8,5; 10,5	10,5
35, 50, 70	150, 200, 300,	10,5	
	500, 800		

§ 3.2.4. АМОТИЗАТОРЫ

Амортизаторы предназначены для защиты судовых механизмов, электрооборудования, аппаратуры и приборов от возмущающих воздействий, вызванных ходовой вибрацией, ударами и т. д.

В зависимости от назначения различают:

а) защитную амортизацию, обеспечивающую снижение возмущающих воздействий при передаче их от корпуса к амортизируемому объекту;

б) звукоизолирующую амортизацию, обеспечивающую перепад звуковых вибраций между амортизируемым объектом (источник звуковой вибрации) и корпусом судна (судовым фундаментом).

При выборе амортизаторов учитывают характер и параметры внешних механических воздействий, условия работы систем амортизации, а также статические и динамические характеристики амортизаторов. При монтаже электрооборудования в основном применяются резинометаллические амортизаторы типа АКСС-М, одновитковые пружинные амортизаторы типа АКПО и армированные резинометаллические амортизаторы типов А1 и А2.

Амортизаторы типа АКСС-М применяются, как правило, для амортизации крупногабаритного электрооборудования, когда статическая нагрузка на один амортизатор превышает 500—600 Н, а также при необходимости обеспечить снижение передачи звуковых вибраций. Эти амортизаторы используются в качестве опорных и упорных для амортизации электрооборудования, устанавливаемого на горизонтальных, наклонных и вертикальных фундаментах. Амортизаторы данного типа допускают длительную эксплуатацию при температуре окружающей среды от -5 до $+70^\circ\text{C}$ в присутствии паров масла и дизельного топлива, а также в условиях возможного обливания их маслом, дизельным топливом, пресной и морской водой.

Амортизаторы типа АКПО применяются для амортизации электрооборудования в местах, где ходовая вибрация судна с частотой первого порядка относительно частоты вращения гребных винтов не превышает по амплитуде 0,5 мм, а вибрация с частотой выше первого порядка не превышает по амплитуде 0,2 мм.

Эти амортизаторы используются в основном для амортизации мелкого и среднего электрооборудования, когда статическая нагрузка на один амортизатор находится в пределах 3—300 Н.

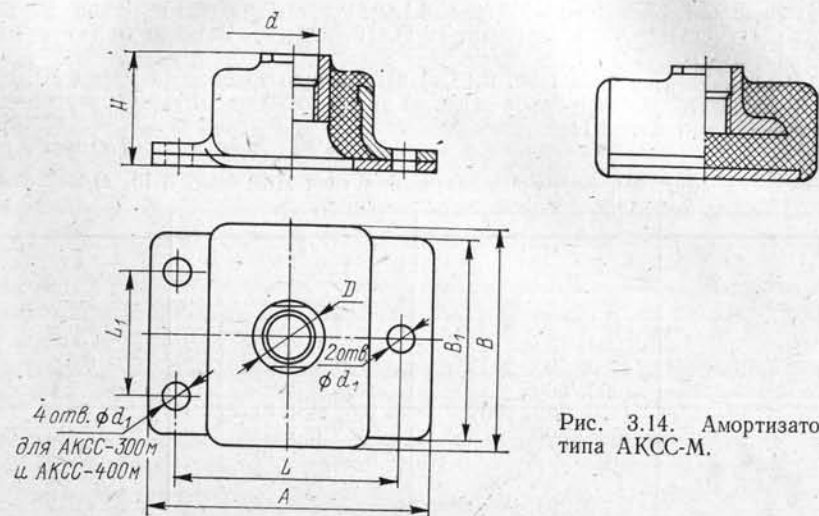


Рис. 3.14. Амортизатор типа АКСС-М.

Амортизаторы данного типа допускают длительную эксплуатацию в местах, где они могут подвергаться воздействию атмосферных осадков, ветра, минеральных масел, дизельного топлива.

Амортизаторы типов А1 и А2 применяются для амортизации электрооборудования, имеющего небольшую массу, когда статическая нагрузка на один амортизатор находится в пределах 4,5—112,5 Н.

Типоразмер, размеры и масса амортизаторов типов АКСС-М, АКПО, А1 и А2 (рис. 3.14—3.16) приведены в табл. 3.15, а размеры буферных колпачков к амортизаторам типа АКПО — в табл. 3.16.

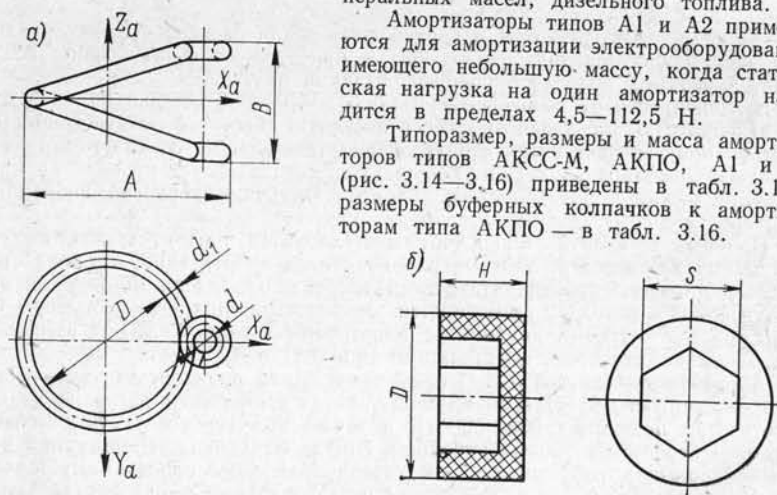


Рис. 3.15. Амортизатор типа АКПО (а) и резиновый буферный колпачок к нему (б).

Типоразмеры амортизаторов определяются по массе амортизируемого электрооборудования и схеме расположения амортизаторов в амортизирующем креплении. Нагрузка на амортизаторы должна быть по возможности близка к номинальной; превышение номинальной нагрузки не рекомендуется. При необходимости снижения указанной нагрузки она должна составлять не менее половины номинальной.

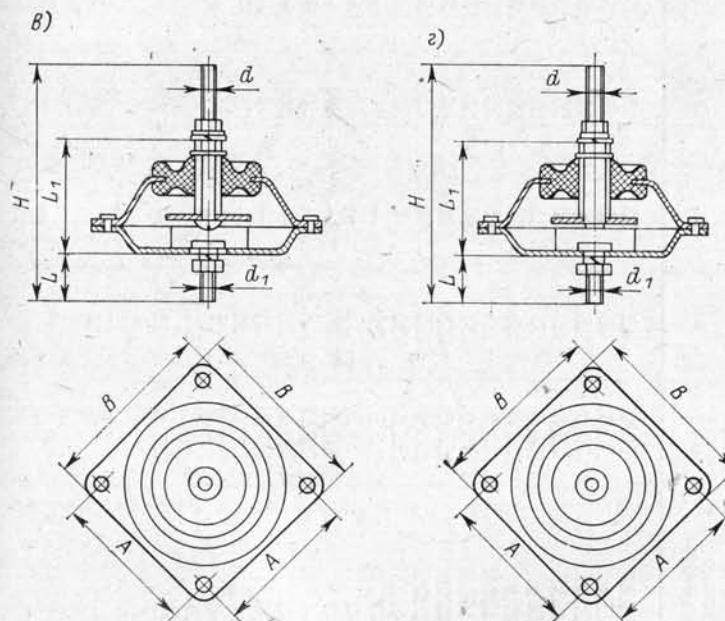
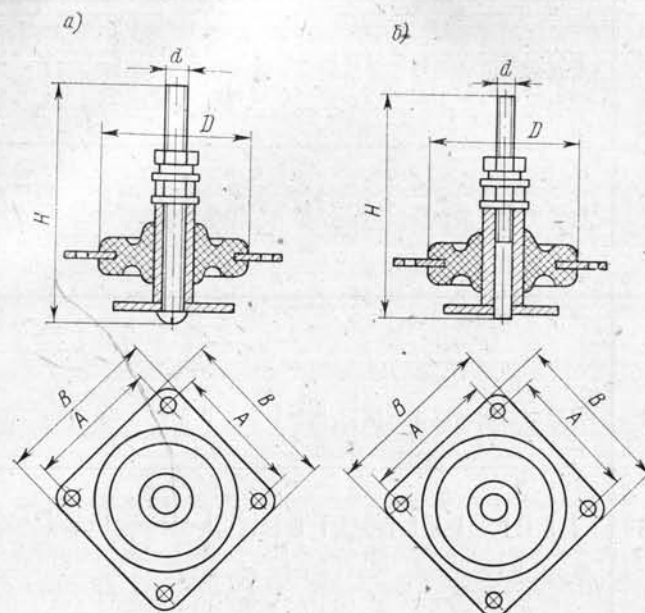


Рис. 3.16. Амортизаторы типа А1 серии 2 (а), серии 3 (б) и типа А2 серии 2 (в) и серии 3 (г).

Основные размеры, мм, и масса амортизаторов типов АКСС-М, АКПО, А₁ и А₂ (рис. 3.14 — 3.16)

Типоразмер амортизатора	A	B	B ₁	D	L	L ₁	H	d	d ₁	Масса амортизатора, кг
АКСС-10М	70,0	43	35	16	54	—	40	M8	7,0	0,240
АКСС-15М	70,0	48	40	16	54	—	40	M8	7,0	0,240
АКСС-25М	70,0	48	40	16	54	—	40	M8	7,0	0,240
АКСС-40М	85,0	63	55	20	68	—	46	M10	9,0	0,440
АКСС-60М	100,0	73	65	25	80	—	50	M12	11,0	0,750
АКСС-85М	120,0	80	70	32	100	—	60	M14	13,0	1,200
АКСС-120М	140,0	95	85	35	112	—	65	M16	15,0	1,650
АКСС-160М	145,0	108	90	35	115	—	60	M18	13,0	2,020
АКСС-220М	150,0	118	100	40	120	60	65	M22	15,0	2,450
АКСС-300М	155,0	125	105	45	125	60	65	M24	15,0	3,000
АКСС-400М	175,0	130	110	50	140	65	65	M27	17,0	3,500
АКПО-1	53,0	30	—	40	—	—	—	7	2,0	0,006
АКПО-2	54,5	36	—	40	—	—	—	7	2,5	0,008
АКПО-3	69,5	40	—	50	—	—	—	9	3,5	0,015
АКПО-4	86,0	45	—	60	—	—	—	11	5,0	0,040
АКПО-5	89,0	50	—	60	—	—	—	11	6,0	0,060
АКПО-6	107,0	55	—	70	—	—	—	13	8,0	0,135
АКПО-7	118,0	60	—	75	—	—	—	13	10,0	0,200
АКПО-8	136,0	65	—	85	—	—	—	15	12,0	0,400
А1-2-0,45	35,0	45	—	38	—	—	65	M6	—	0,071
А1-2-1,35	45,0	57	—	50	—	—	82	M10	—	0,206
А1-2-2,7	8,0	60	—	—	21,0	45,0	92	M6	M8	0,150
А1-2-5,4	9,5	76	—	—	25,0	55,5	114	M10	M12	0,360
А1-3-11,25										
А2-2-0,45										
А2-2-1,35										
А2-2-2,7										
А2-2-5,4										
А2-3-11,25										

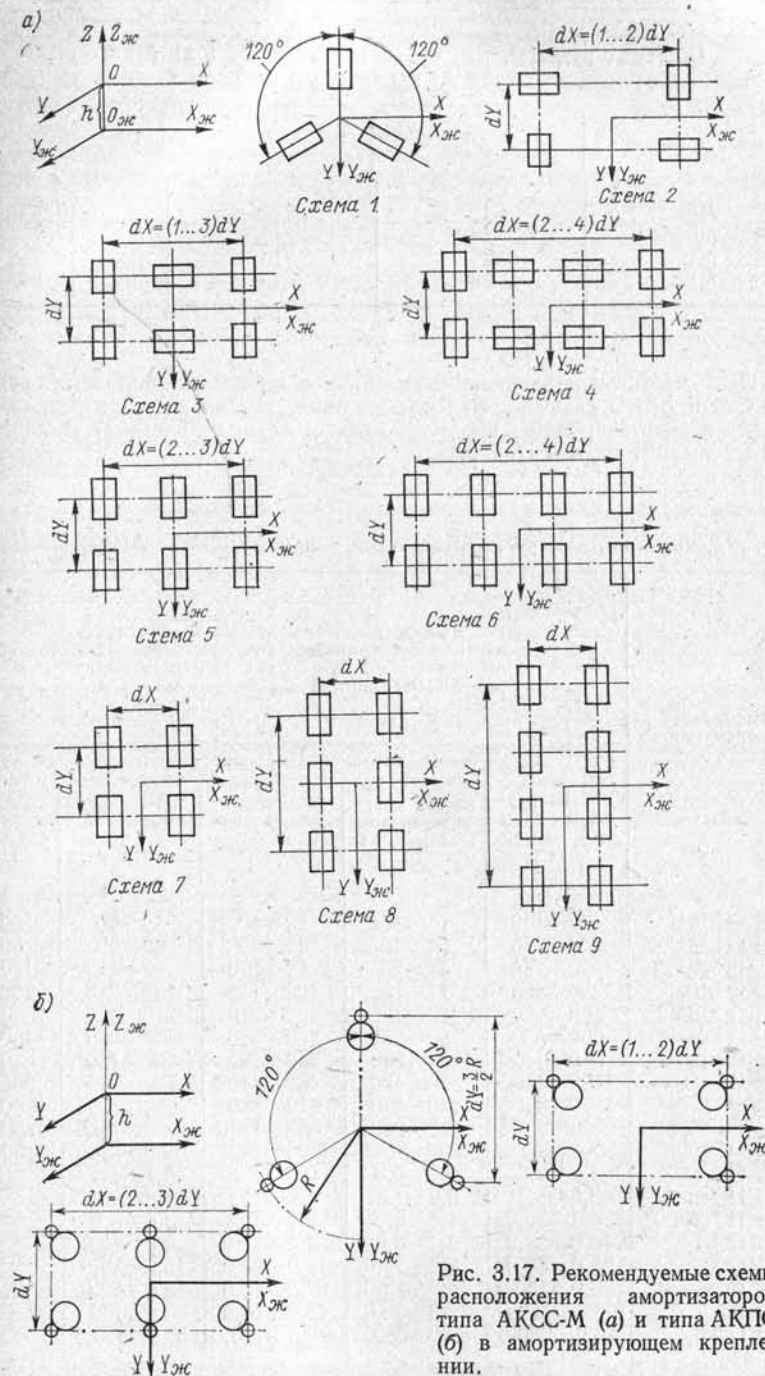


Таблица 3.16

Основные размеры, мм, буферных колпачков к амортизаторам
типа АКПО (рис. 3.15, б)

Диаметр болта	D	H	S
M6	15	12	9,0
M8	18	14	12,5
M10	22	16	15,5
M12	28	18	18,0

При амортизации электрооборудования с помощью амортизаторов типов АКСС-М и АКПО рекомендуется пользоваться схемами расположения амортизаторов в амортизирующем креплении, показанными на рис. 3.17, и данными, приведенными в табл. 3.17 и 3.18.

Данные для выбора амортизаторов типов АКСС-М и АКПО в зависимости

Типоразмер амортизатора	АКСС-М: для $n \leq 600$ при $h/dy \leq 1/3$ для $n \leq 500$ при $h/dy \leq 2/3$ для $n \leq 300$ при $h/dy \leq 1$ АКПО: для $n \leq 300$ при $h/dy \leq 1/2$				
	Рекомендуемая нагрузка на один амортизатор, Н	Масса, кг, амортизируемого объекта при его установке			
		на три амортизатора по схемам 1, 10	на четыре амортизатора по схемам 2, 7, 11	на шесть амортизаторов по схемам 5, 3, 8, 12	на восемь амортизаторов по схемам 4, 6, 9
АКСС-10М	50—100	15—30	20—40	30—60	40—80
АКСС-15М	100—150	30—45	40—60	60—90	80—120
АКСС-25М	150—250	45—75	60—100	90—150	120—200
АКСС-40М	250—400	75—120	100—160	150—240	200—320
АКСС-60М	400—600	120—180	160—240	240—360	320—480
АКСС-85М	600—850	180—250	240—340	360—500	480—680
АКСС-120М	850—1200	250—360	340—480	500—720	680—960
АКСС-160М	1200—1600	360—480	480—640	720—960	960—1300
АКСС-220М	1600—2200	480—660	640—880	960—1300	1300—1760
АКСС-300М	2200—3000	660—900	880—1200	1300—1800	1760—2400
АКСС-400М	3000—4000	900—1200	1200—1600	1800—2400	2400—3200
АКПО-1	1,2—2,5	0,4—0,8	0,5—1,0	0,7—1,5	—
АКПО-2	2,5—5,0	0,8—1,5	1,0—2,0	1,5—3,0	—
АКПО-3	5,0—10,0	1,5—3,0	2,0—4,0	3,0—6,0	—
АКПО-4	10,0—25,0	3,0—8,0	4,0—11,0	6,0—15,0	—
АКПО-5	25,0—50,0	8,0—16,0	11,0—22,0	15,0—30,0	—
АКПО-6	50,0—100,0	16,0—32,0	22,0—44,0	30,0—60,0	—
АКПО-7	100,0—180,0	32,0—55,0	44,0—70,0	60,0—110,0	—
АКПО-8	180,0—280,0	55,0—85,0	70,0—120,0	110,0—170,0	—

На рис. 3.17 приняты следующие обозначения:
X, Y, Z — главные центральные оси инерции амортизируемого оборудования;
 $X_{ж}$, $Y_{ж}$, $Z_{ж}$ — главные центральные оси жесткости амортизирующего крепления;

O — центр тяжести амортизируемого объекта;
 $O_{ж}$ — центр жесткости амортизирующего крепления;
h — расстояние центра тяжести от центра жесткости или от плоскости размещения амортизаторов.

Порядок выбора амортизаторов:

- 1) определить по наибольшей частоте вращения гребных винтов и по отношению h/dy часть таблицы, по которой должны быть выбраны амортизаторы;
- 2) выбрать по числу крепежных отверстий амортизируемого объекта схему размещения амортизаторов в амортизирующем креплении;
- 3) найти по массе амортизируемого объекта типоразмер амортизатора;
- 4) если масса амортизируемого объекта не позволяет подобрать количество амортизаторов по числу крепежных отверстий, следует применить переходные конструкции; в этом случае при выборе амортизаторов масса амортизируемого объекта и его центр тяжести необходимо определять с учетом переходных конструкций.

Таблица 3.17

от частоты вращения гребного винта и геометрии крепления (рис. 3.17)

Типоразмер амортизатора	АКСС-М: для $500 < n \leq 600$ при $1/3 < h/dy \leq 2/3$ для $300 < n \leq 500$ при $2/3 < h/dy \leq 1$ АКПО: для $300 \leq n \leq 500$ при $h/dy \leq 1/2$ для $n \leq 300$ при $1/2 < h/dy \leq 2/3$				
	Рекомендуемая нагрузка на один амортизатор, Н	Масса, кг, амортизируемого объекта при его установке			
		на три амортизатора по схемам 1, 10	на четыре амортизатора по схемам 2, 7, 11	на шесть амортизаторов по схемам 3, 5, 8, 12	на восемь амортизаторов по схемам 4, 6, 9
50—100	15—30	20—40	30—60	40—80	—
100—150	30—45	40—60	60—90	80—120	—
150—250	40—75	60—100	90—150	150—200	—
250—400	75—120	100—160	150—240	200—320	—
400—600	120—180	160—240	240—360	320—480	—
600—850	180—250	240—340	360—500	480—680	—
850—1000	250—300	340—400	500—600	680—800	—
1000—1600	300—480	400—640	600—960	800—1300	—
1600—2200	480—660	640—800	960—1300	1300—1760	—
2200—2800	660—850	880—1100	1300—1700	1760—2200	—
2800—3600	880—1000	1100—1500	1700—2200	2200—2900	—
0,65—1,2	0,20—0,35	0,25—0,45	0,4—0,7	—	—
1,2—2,5	0,35—0,80	0,45—1,00	0,7—1,6	—	—
2,5—5,0	0,80—1,50	1,00—2,00	1,6—3,5	—	—
5,0—13,0	1,50—4,00	2,00—5,00	3,5—8,0	—	—
13,0—23,0	4,00—7,00	5,00—10,00	8,0—15,0	—	—
23,0—50,0	7,00—15,00	10,00—20,00	15,0—30,0	—	—
55,0—80,0	15,00—25,00	20,00—35,00	30,0—50,0	—	—
8,0—13,0	25,00—40,0	35,00—50,00	50,0—80,0	—	—

Таблица 3.18

Номинальные статические нагрузки и величины свободного хода амортизаторов типов АКСС-М, АКПО, А1 и А2

Типоразмер амортизатора	Номинальные статические нагрузки в направлении осей X, Y, Z амортизатора, Н			Величины свободного хода амортизатора по осям X, Y, Z, мм		
	P_X	P_Y	P_Z	δ_X	δ_Y	δ_Z
АКСС-10М	100	50	100	7	7	8
АКСС-15М	150	100	150	7	7	8
АКСС-25М	250	100	250	7	7	8
АКСС-40М	400	150	400	9	9	10
АКСС-60М	600	250	600	10	10	10
АКСС-85М	850	350	850	9	9	11
АКСС-120М	1100	500	1200	12	12	12
АКСС-160М	1500	700	1600	11	11	12
АКСС-220М	1900	800	2200	10	10	12
АКСС-300М	2100	900	3000	10	10	12
АКСС-400М	2600	1000	4000	10	10	12
АКПО-1	3	3	3	—	—	—
АКПО-2	6	6	6	—	—	—
АКПО-3	12	12	12	—	—	—
АКПО-4	30	30	30	—	—	—
АКПО-5	60	60	60	—	—	—
АКПО-6	120	120	120	—	—	—
АКПО-7	200	200	200	—	—	—
АКПО-8	300	300	300	—	—	—
А1-2-0,45	4,5	—	—	—	—	—
А1-2-1,35	13,5	—	—	—	—	—
А1-2-2,7	27,0	—	—	—	—	—
А1-2-5,4	54,0	—	—	—	—	—
А1-3-11,25	112,5	—	—	—	—	—
А2-2-0,45	4,5	—	—	—	—	—
А2-2-1,35	13,5	—	—	—	—	—
А2-2-2,7	27,0	—	—	—	—	—
А2-2-5,4	54,0	—	—	—	—	—
А2-3-11,25	112,5	—	—	—	—	—

§ 3.2.5. УСТАНОВКА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Электрооборудование обычно крепится на специальных конструкциях. Сведения о типовых конструкциях для крепления электрооборудования (за исключением тяжеловесного) и осветительной арматуры приведены в § 3.2.3; тяжеловесное электрооборудование устанавливается на фундаментах и кронштейнах, проектируемых в индивидуальном порядке.

Контактные поверхности корпусов перед установкой электрооборудования зачищают до металлического блеска, при этом зачистка корпусов и деталей из легкого сплава во избежание окисления производится под слоем технического вазелина. Усики амортизаторов типа АКПО зачищают и облуживают припоем ПОС-61. Детали, имеющие кадмиевое или цинковое (без фосфатирования) покрытие, а также луженые не зачищают. Для защиты контактных поверхностей от коррозии узел заземления окрашивают по периметру грунтом ФЛ-03-К по ГОСТ 9109—76 с последующим покрытием двумя слоями эмали ПФ-115 по ГОСТ 6465—76.

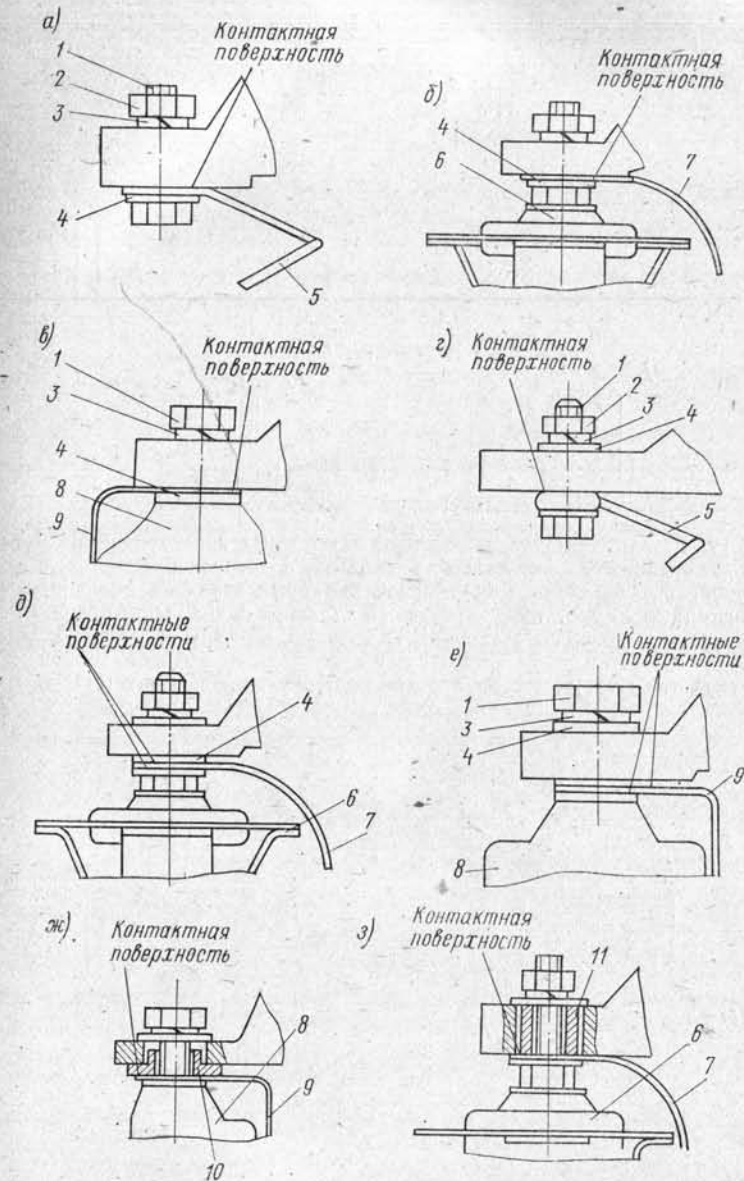


Рис. 3.18. Узлы крепления корпусов электрооборудования к амортизаторам: стальных к амортизаторам типа АКПО (а), типов А1 и А2 (б), типа АКСС-М (в); из легкого сплава к амортизаторам типа АКПО (г), типов А1 и А2 (д), типа АКСС-М (е); с применением ступенчатой втулки (ж) и цилиндрической втулки (з). 1 — болт по ГОСТ 7798—70; 2 — гайка по ГОСТ 5915—70; 3 — шайба пружинная по ГОСТ 6402—70; 4 — шайба по ГОСТ 11371—78; 5 — амортизатор типа АКПО; 6 — амортизатор типа А1 или А2; 7 — переключатель; 8 — амортизатор типа АКСС-М; 9 — переключатель; 10 — втулка ступенчатая; 11 — втулка цилиндрическая.

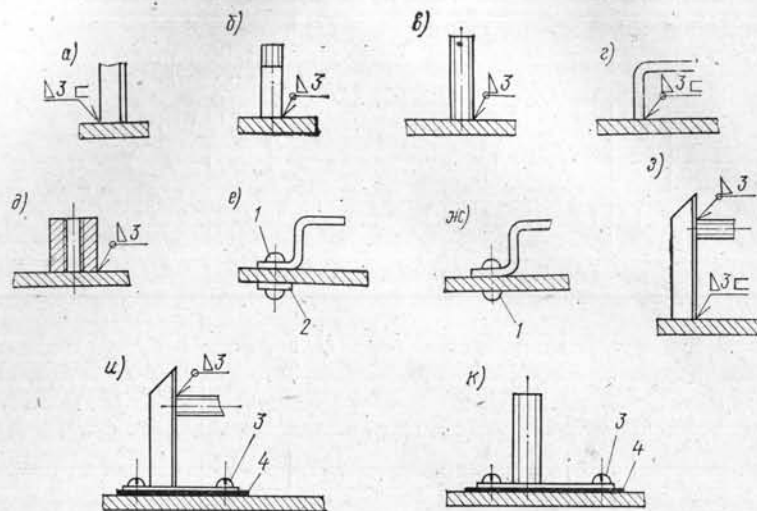


Рис. 3.19. Детали для установки электроустановочных конструкций на металлических основаниях: а — стойка; б — шпилька; в — труба приварная; г — мост приварной; д — бонка; е — мост приклепываемый стальной оцинкованный с прокладкой; ж — мост приклепываемый стальной оцинкованный; з — консоль приварная; и — консоль, закрепляемая винтами; к — труба, закрепляемая винтами.

1 — заклепка по ГОСТ 10299—68; 2 — прокладка; 3 — винт по ГОСТ 17473—72; 4 — прокладка.

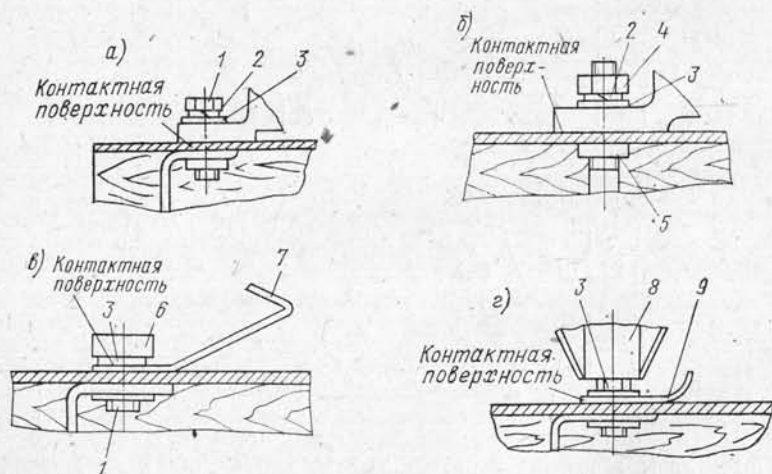


Рис. 3.20. Узлы крепления и заземления корпусов на переборках с металлической обшивкой: а, б — неамортизированных; в — с амортизатором типа АКПО; г — с амортизатором типа А1 или А2.

1 — болт по ГОСТ 7798—70; 2 — шайба пружинная по ГОСТ 6402—70; 3 — шайба по ГОСТ 11371—78; 4 — гайка по ГОСТ 5915—70; 5 — гайка круглая; 6 — колпачок; 7 — амортизатор типа АКПО; 8 — амортизатор типа А1 или А2; 9 — перемычка.

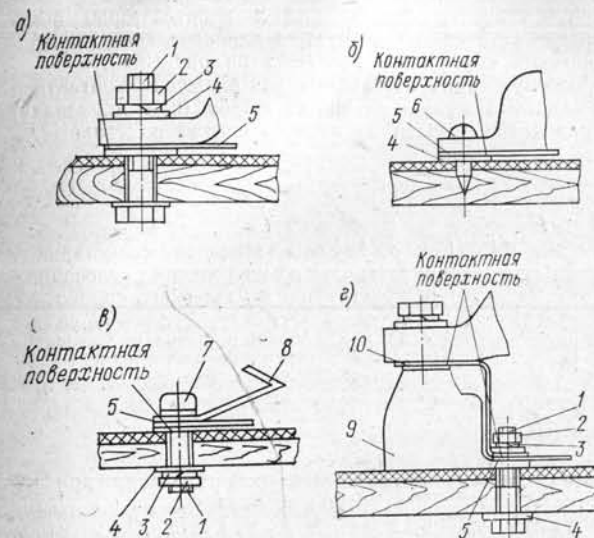


Рис. 3.21. Узлы крепления и заземления корпусов на деревянных основаниях с декоративной обшивкой и без обшивки: а, б — неамортизированных; в — с амортизатором типа АКПО; г — с амортизатором типа АКСС-М.

1 — болт по ГОСТ 7798—70; 2 — гайка по ГОСТ 5915—70; 3 — шайба пружинная по ГОСТ 6402—70; 4 — шайба по ГОСТ 11371—78; 5 — лента заземления; 6 — шуруп по ГОСТ 1144—70; 7 — колпачок; 8 — амортизатор типа АКПО; 9 — амортизатор типа АКСС-М; 10 — перемычка.

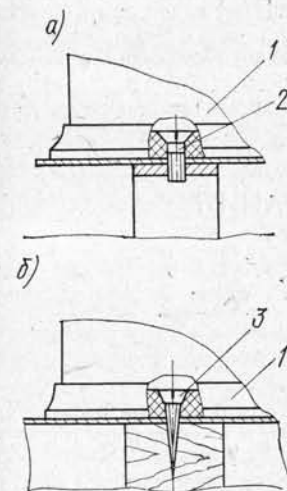


Рис. 3.22. Узлы крепления штепсельных розеток типов Р1 и Р2 и выключателя типа В: а — на металлических основаниях с зашивкой; б — на деревянных основаниях с зашивкой.

1 — розетка штепсельная; 2 — винт М4×16 по ГОСТ 17475—72; 3 — шуруп 4×35 по ГОСТ 1145—70.

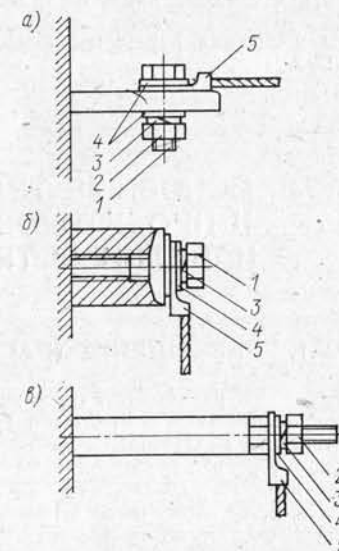


Рис. 3.23. Узлы крепления перемычки заземления к корпусу судна: а — на планку; б — на бонку; в — на шпильку.

1 — болт М6×20 по ГОСТ 7798—70; 2 — гайка М6 по ГОСТ 5916—70; 3 — шайба пружинная; 4 — шайба 6 по ГОСТ 11371—78; 5 — перемычка заземления.

Узлы крепления корпусов электрооборудования к амортизаторам показаны на рис. 3.18. Детали для установки конструкций для крепления электрооборудования на металлических основаниях показаны на рис. 3.19.

При установке электрооборудования необходимо для снижения контактной разности потенциалов помещать луженую латунную шайбу (или прокладку) между контактными поверхностями деталей из легкого сплава и стальных.

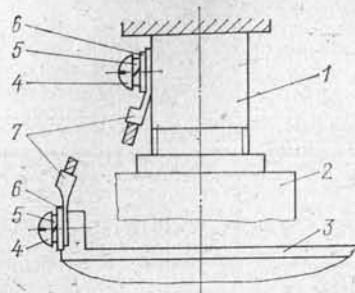


Рис. 3.24. Узлы заземления светильников при установке их на холодных основаниях или конструкциях из легкого сплава.

1 — труба; 2 — держатель; 3 — светильник; 4 — винт; 5 — шайба пружинная; 6 — шайба плоская; 7 — перемычка заземления.

Узлы крепления и заземления корпусов электрооборудования при их установке на переборках с металлической обшивкой показаны на рис. 3.20; на рис. 3.21 представлены узлы крепления и заземления при установке электрооборудования на деревянных основаниях.

Примеры узлов крепления установочной арматуры приведены на рис. 3.22. Следует учесть, что для закрепления откинутых крышек штепсельных розеток на необходимом расстоянии устанавливается дополнительный скоб-мост.

Узлы крепления перемычек заземления к корпусу судна приведены на рис. 3.23—3.24.

Глава 3.3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КАБЕЛЬНЫХ ТРАСС

§ 3.3.1. РАЗМЕЩЕНИЕ ТРАСС

К размещению трасс магистральных и местных кабелей наряду с эксплуатационными и монтажными требованиями предъявляются требования конструкторского характера.

Конструкторские требования: а) возможность размещения электрооборудования, аппаратуры и механизмов в помещениях судна, насыщенных кабельными трассами; б) обеспечение эстетического вида трасс (прямолинейность, по возможности отсутствие пересечений трасс, ортогональность ответвлений и основной трассы, прокладка кабелей под зашивкой изоляции); в) учет вопросов живучести судна при определении маршрутов кабелей дублирующего питания.

Эксплуатационные и монтажные требования: а) трассы по возможности должны проходить в открытых или доступных местах; должна быть исключена прокладка за или под тяжелым и крупногабаритным оборудованием, если его требуется снимать при монтаже трасс; следует избегать скрытых способов разводки кабелей около тяжелого и крупногабаритного электрооборудования; б) в местах поворота трассы радиусы ее изгиба должны быть не менее допусти-

мых радиусов изгиба кабелей; в) по возможности должна предусматриваться пучковая прокладка; г) в местах наиболее вероятных механических повреждений должны быть предусмотрены меры защиты трасс; д) трассы должны быть удалены от мест возможного воздействия воды, пара, масла и топлива или должны иметь соответствующую защиту; е) последнее крепление у места ввода следует размещать так, чтобы был обеспечен допустимый радиус изгиба кабеля и длина прямолинейного участка кабеля в месте ввода была не менее удвоенной высоты гнезда сальника; ж) расположение трасс должно удовлетворять требованиям технологии электромонтажных работ.

Трассы, как правило, размещаются на бортах и переборках, а также на подволоках, в отдельных случаях — на палубах, под настилом. Если позволяют конструктивные особенности судна, целесообразна их прокладка в специальных кабельных коридорах или подпалубных каналах, при этом освобождаются полезные площади на бортах, сокращается число ответвлений от трасс, создается возможность более рационального размещения оборудования.

§ 3.3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАСС

Обычно предусматривается пучковая прокладка кабелей. Отдельными пучками необходимо прокладывать высокочастотные кабели и кабели, идущие от источников электроэнергии к главному распределительному щиту или к гребной электрической установке. По возможности в отдельные пучки должны быть выделены кабели систем, обеспечивающих безопасность судна в аварийных ситуациях; систем, требующих длительного цикла регулировочно-сдаточных работ и определяющих продолжительность этапа швартовных испытаний; систем, проверка и регулировка которых возможны только на твердом основании — стапеле; кабели с легко повреждаемой изоляцией; кабели, допускающие повышенную температуру нагрева. В отдельные пучки следует выделять междублочные кабели при блочной технологии постройки судна.

Проектирование трасс выполняют в такой последовательности (с учетом соблюдения изложенных требований к пучковой прокладке):

1. Определяют количество отдельных групп, на которые должны быть разделены все магистральные кабели на обоих бортах и вертикальных подъемах.
2. Определяют количество кабелей в каждой группе и размеры (сечение) пучка.

3. Если все кабели данной группы невозможно уложить в один пучок, то определяют количество и размеры (сечение) пучков, в которые можно разложить кабели группы, руководствуясь при этом конструктивными соображениями и тепловыми расчетами.

4. Определив количество отдельных пучков и номенклатуру укладываемых в них кабелей, приступают к делению каждого пучка кабелей на отдельные маршрутные группы. В каждую маршрутную группу должны входить кабели, имеющие одинаковые адреса (под адресами подразумевают помещения, в которых прокладываются кабели, а не электрооборудование, в которое их вводят).

5. Пользуясь технологическими правилами установки подвесок, устанавливают порядок и очередность укладки в общий пучок отдельных маршрутных групп кабелей, тем самым определяя очередность их затяжки при монтаже. Технологическую схему порядка и очередности укладки маршрутных групп кабелей составляют так же, как и схему затяжки одиночных кабелей, считая каждую маршрутную группу за один кабель и располагая более длинные маршрутные группы ближе к закрытым частям подвесок. При составлении технологической схемы укладки маршрутных групп кабелей должна быть обеспечена возможность их прокладки по всему маршруту по возможности без промежуточного бухтования.

6. Составляют технологическую схему очередности затяжки и укладки кабелей в каждой маршрутной группе и, следовательно, целиком в пучке кабелей.

7. Разрабатывают чертежи раскладки кабелей в местах прохода пучков через переборки и палубы; одновременно разрабатывают чертежи раскладки кабелей при входе каждой маршрутной группы в конечные помещения.

8. Разрабатывают чертежи укладки магистральных и местных кабелей по пучкам и трассам внутри конечных помещений, при этом учитывают порядок и очередность, в которых поступают магистральные кабели, и стремятся обеспечить возможность их укладки до места установки электрооборудования без бухтования.

9. Технологические схемы порядка и очередности затяжки и укладки маршрутных групп кабелей в пучки рекомендуется проверять на небольшом макете (масштаб 1 : 50) или выполнять аксонометрическую проекцию, что позволяет легко обнаруживать большинство ошибок, вкрадывающихся в чертежи.

10. После составления схем канализации трасс магистральных кабелей и чертежей их прокладки в помещениях судна приступают к проектированию кабельных трасс, т. е. к выбору и размещению конструкций для крепления кабелей и прохода их через переборки и палубы.

Максимально допустимые сечения пучков кабелей (в мм²) при креплении скобами составляют:

На мостах и панелях	8000 (56 × 140)
По дереву (обрешетнику, заполнителю)	3000 (35 × 85)
По зашивке изоляции	1500

При креплении кабелей в подвесках типов 1—3 сечение пучка составляет не менее 75% и не более 90% полезной площади (должен быть обеспечен резерв для прокладки кабелей при ремонте или модернизации).

Сечение трасс определяется как сумма квадратов наружных диаметров кабелей. Количество пучков равно отношению площади поперечного сечения трассы к максимально допустимому сечению пучка (при выбранном способе крепления), взятому с округлением до единицы в большую сторону. Оптимальное отношение ширины пучка к его высоте при креплении скобами принимается равным 2,5 : 1.

При выборе способа крепления пучков кабелей необходимо учитывать массу конструкций, их сложность, эксплуатационные качества, габариты кабельных трасс, особенности принципиальной технологии электромонтажных работ, место прокладки, величину пучков, толщину несущих конструкций, толщину изоляции и набора корпуса. Наибольшие преимущества имеет способ крепления в подвесках. Скобы рекомендуется применять для крепления местных трасс и трасс, прокладываемых на мачтах, а также для крепления кабелей в районе разделки, при этом крепление многорядных пучков допускается в исключительных случаях. Бонки и планки с трубами следует применять только при креплении небольших пучков (два—пять кабелей) и одиночных кабелей, заканчивающихся в данном помещении. Приварные конструкции применяются при толщине переборки 3 мм и выше.

Минимальные размеры (ширина) трасс (рис. 3.25):

а) при креплении скобами

$$B_c = \sum_{i=1}^n B_{ci} + 2(n+1);$$

б) при креплении в подвесках

$$B_n = \sum_{i=1}^n B_{ni} + 5(n-1),$$

где B_{ci} — ширина пучка под скобой, см; B_{ni} — габаритный размер подвески, см; n — количество пучков; $2(n+1)$ — расстояние, необходимое для крепления лап скоб всех пучков на одном мосту, см; $5(n-1)$ — суммарное расстояние между рядами подвесок, см.

На чертежах слесарного насыщения кабельные трассы координируются по нижней кромке конструкций для крепления (подвесок, мостов) или по оси бонки; при этом высота определяется от базовой плоскости или от настила по растяжке, а горизонтальные координаты — от шпангоутов или переборок.

В случае использования конструкций одного типоразмера горизонтальные координаты указывают только для крайних точек крепления. Промежуточные крепления на этой трассе задают шагом.

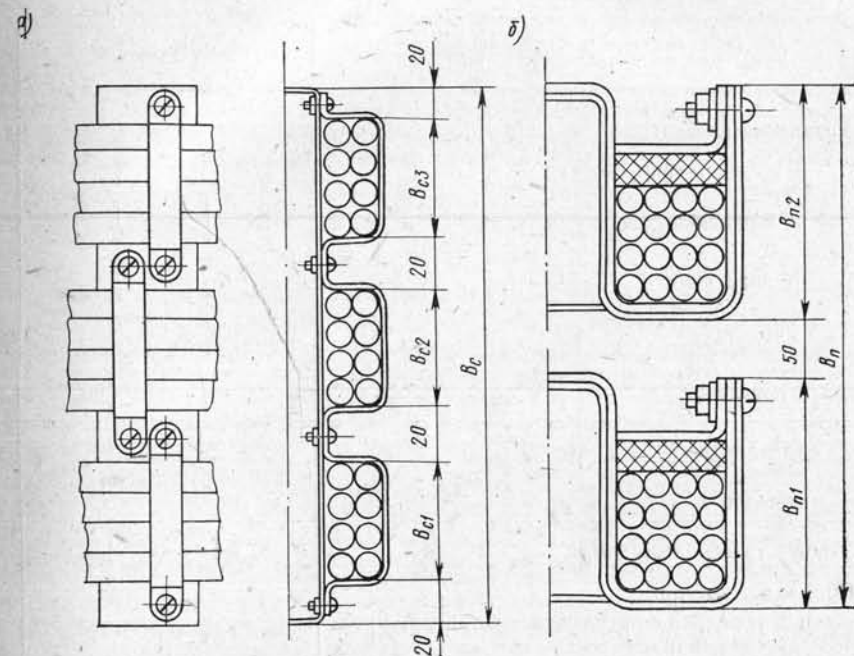


Рис. 3.25. К определению габаритного размера трассы при креплении кабелей; а — скобами; б — в подвесках.

Максимальные расстояния между скобами приведены в табл. 3.19. Расстояние между подвесками по трассе при ширине подвески до 90, 125 и 160 мм не должно превышать соответственно 600, 500 и 400 мм.

Таблица 3.19

Максимальное расстояние, мм, между скобами для крепления кабелей

Наружный диаметр одиночного кабеля или средний диаметр кабелей в пучке, мм	Кабель с изоляцией	
	резиновой	пластмассовой
До 20	200—250	150—350
20—30	300—350	
30—60	450—500	
Свыше 60	550—650	

Примечания: 1. Средний диаметр определяется как среднее арифметическое наружных диаметров кабелей данного пучка. 2. Большее расстояние между скобами соответствует большим диаметрам кабелей.

Таблица 3.20

Условные обозначения, применяемые в чертежах прокладки и крепления кабелей в схемах затяжки

Расположение кабеля, способ крепления, технологическая операция	Обозначение
Крепление кабеля:	
непосредственно скобами	
на одной бонке	
» двух бонках	
» мостах	
в подвесках	
на панелях	
в желобах	
Защита трассы кожухом	
Прокладка кабеля:	
под зашивкой с креплением, например, в подвесках в трубе	
Направление прокладки кабеля от себя или на себя	
Проход кабеля:	
через кабельную коробку или комингс, установленные:	
на палубе или переборках	
» продольной переборке (для схем затяжки)	
через переборку с применением штепсельного разъема	
через сальник	
через вырез проницаемой конструкции	

Продолжение табл. 3.20

Расположение кабеля, способ крепления, технологическая операция	Обозначение
на другой борт через кабельную коробку (для схем затяжки)	
на другой борт без пересечения переборки (для схем затяжки)	
через палубу:	
снизу или вниз	
вверх или сверху	
транзитом	
Направление затяжки кабеля:	
общее обозначение	
со стоп-маркой у контрольной переборки или палубы	
Кабель сбухтован	

Указанные расстояния могут быть увеличены:

а) до 50% вблизи мест прохода трассы через переборки и палубы для создания компенсационного изгиба кабелей на участке до первого крепления на трассе;

б) до 15% на отдельных участках трассы (например, при установке конструкций для крепления кабелей на шпангоутах);

в) до 20% на вертикальных подъемах пучков и одиночных кабелей.

Замки подвесок должны быть расположены со стороны последнего затягиваемого кабеля.

В местах прохода кабелей через проницаемые конструкции размеры вырезов должны быть на 20 мм больше соответствующих габаритных размеров пучка. Сведения о конструкциях, предназначенных для защиты кабелей от механических повреждений в этих случаях, приведены в § 3.3.3.

В местах прохода кабелей через водогазонепроницаемые переборки и палубы устанавливают уплотнительные конструкции, индивидуальные для каждого пучка; слияние пучков кабелей в одной уплотнительной конструкции не рекомендуется. Расположение уплотнительных конструкций должно обеспечивать возможность свободного доступа к ним, удобство использования оснастки для уплотнения и удобства прокладки кабелей. В местах ввода кабелей в уплотнительную конструкцию должен быть предусмотрен прямолинейный участок трассы длиной не менее 80 мм (а для коробок с патрубками — не менее 200—300 мм) для осуществления наружного уплотнения. Кабельные коробки, устанавливаемые на одной переборке, должны располагаться в шахматном порядке. Заливочные отверстия коробок следует располагать со стороны тех помещений, в которых имеются лучшие условия для установки оснастки и проведения заливки. Кабели в кабельной коробке должны быть расположены в соответствии со схемой и порядком их затяжки.

Графическое обозначение способов прокладки, затяжки и крепления кабелей дано в табл. 3.20.

§ 3.3.3. КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ И КРЕПЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ

Общие сведения о типах и областях применения конструкций для прокладки и крепления кабелей приведены в табл. 3.21.

Панели и стыковые планки (рис. 3.26, а, б) изготавливают из перфорированной листовой стали марки Ст3 по ГОСТ 380—71 (сортамент по ГОСТ 19903—74) или из сплава марки АМг5 по ГОСТ 4784—74 (сортамент по ГОСТ 21631—76). Их выпускают в морском и в морском тропическом исполнении. Стальные конструкции грунтуют железным суриком по ГОСТ 8135—74 (морское исполнение) или фосфатируют с последующим нанесением грунта марки ФЛ-03-К по ГОСТ 9109—76 (морское тропическое исполнение). Конструкции из сплава АМг5 оксидируют с последующим нанесением грунта марки ФЛ-03-Ж по ГОСТ 9109—76 (для морского и морского тропического исполнений).

Ширина панелей типа 1 $B = 68, 103, 138, 173, 208, 243$ мм, панелей типа 2 стальных $B = 70, 105, 140, 175, 210, 245$ мм, из легкого сплава $B = 73, 109, 144, 179, 214, 249$ мм. Толщина листа стального $S = 1; 1,6$ мм, из легкого сплава $S = 1,5; 2$ мм.

Панели крепятся на мостах и соединяются между собой с помощью стыковых планок (рис. 3.26, в). Длина планок 100 мм, ширина B соответствует ширине панелей типа 1. После установки на судно панели и планки окрашивают под цвет помещения.

Цифры в условном обозначении панелей характеризуют тип конструкции, материал (1 — сталь, 2 — легкий сплав) и ширину.

Мосты (рис. 3.27) изготавливают в морском и морском тропическом исполнении из стали марки Ст3 по ГОСТ 380—71 (сортамент по ГОСТ 6009—74) или из сплава марки АМг5 по ГОСТ 4784—74 (сортамент по ГОСТ 21631—76). Покрытие — аналогичное указанному выше для панелей.

Сведения о размерах мостов приведены в табл. 3.22. Цифры в условном обозначении мостов характеризуют тип, материал (1 — сталь, 2 — легкий сплав), длину L и высоту H .

Подвески и замки (рис. 3.28—3.31) изготавливают из стали марок Ст3, 10, 10кп по ГОСТ 380—71 и ГОСТ 1050—74 или из легкого сплава марки АМг5 по ГОСТ 4784—74, крепежные изделия к ним — из стали по ГОСТ 17473—72, прокладки к замкам — из губчатой резины.

Подвески выпускают в следующих исполнениях: У, ХЛ, М, ОМ, ТМ (соответственно для умеренного, холодного, холодного морского климата, для неограниченного района плавания, тропического морского климата) согласно ГОСТ 15150—69 и ГОСТ 15151—69.

Стальные подвески исполнений У, ХЛ, М и ОМ грунтуют железным суриком по ГОСТ 8866—58; подвески исполнения ТМ фосфатируют с последующим нанесением грунта ФЛ-03-К по ГОСТ 9109—76. Подвески из легкого сплава независимо от исполнения оксидируют с последующим нанесением грунта марки ФЛ-03-Ж по ГОСТ 9109—76. После установки подвески окрашивают под цвет помещения.

Крепежные изделия исполнения ТМ должны иметь покрытие Кдб.хр, а остальных исполнений — покрытие Цб.хр.прм.

Типоразмер подвески определяется шириной B окна для прохода кабелей и высотой H . Сведения о размерах окон и о допустимом заполнении окна кабелями приведены в табл. 3.23 и 3.24.

Размер вылета подвесок типа 2 стальных $L = 25, 45, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200$ мм, из легкого сплава $L = 25, 45, 60, 80, 100$ мм. Подвески типа 3 стальные и из легкого сплава могут иметь вылет $L = 25, 45$ и 60 мм, а подвески типов 5 и 6 $L = 45, 80$ и 100 мм.

Цифры в условном обозначении подвесок типов 1, 2 или 3 характеризуют тип подвески, материал (1 — сталь, 2 — легкий сплав), ширину B окна и высоту H .

Бонки рассмотрены в § 3.2.3.

Скобы (рис. 3.32) изготавливают из полосовой стали марки Ст3 по ГОСТ 380—71 толщиной 1,5 мм (для скоб типа СМ при $L \leq 85$ мм и скоб типа

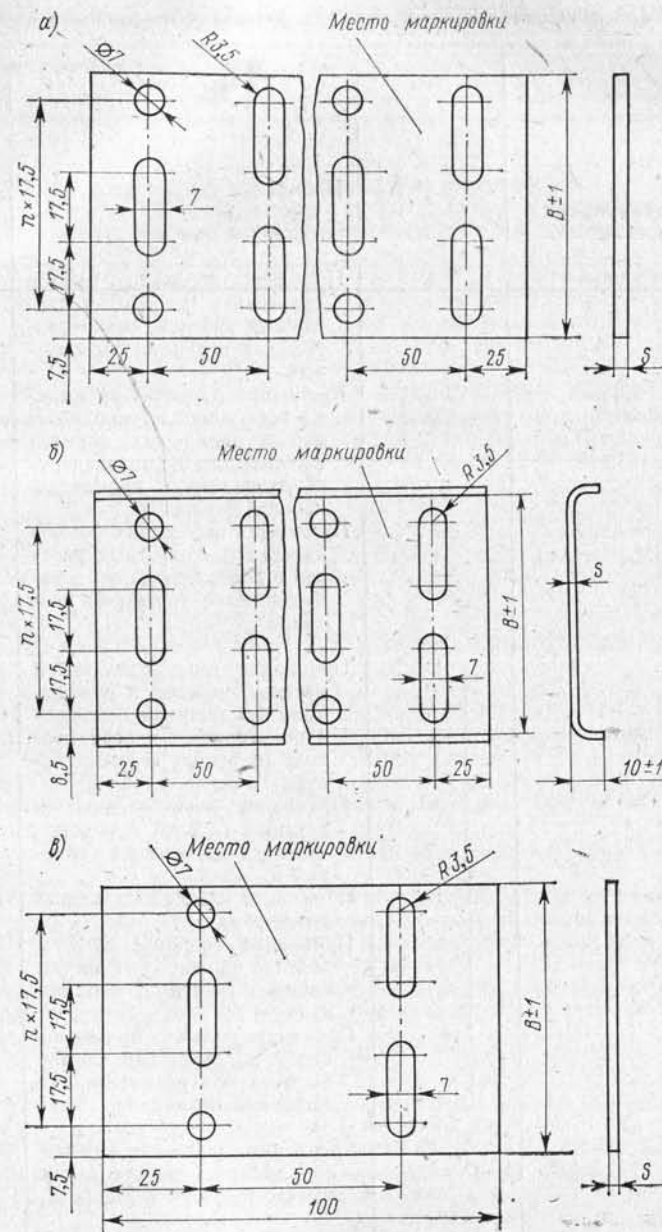


Рис. 3.26. Панели и стыковые планки: а — панель типа 1; б — панель с буртиком; в — стыковая планка.

Таблица 3.21

Типы и назначение конструкций для прокладки и крепления кабелей

Конструкции	Тип	Назначение	Номер рисунка
Панели	1	Прокладка однопучковых	3.26, а
» с буртиками	2	Соединение панелей	3.26, б
Планки стыковые	3		3.26, в
Мосты:			
Г-образные	4	Прокладка небольших пучков (два—пять кабелей) и одиночных кабелей, заканчивающихся в данном помещении	3.27, а
П-образные с лапками	5	Крепление панелей, прокладка небольших пучков кабелей и одиночных кабелей в местах разводки у электрооборудования, прокладка кабелей на мачтах	3.27, б
с двойной перфорацией	6		3.27, в
	7		3.27, г
подызоляционные	8	Прокладка небольших пучков кабелей и одиночных кабелей в местах разводки в помещениях с зашивкой изоляции	3.27, д
Подвески	1	Прокладка магистральных и местных кабелей в помещениях без зашивки изоляции и на открытых частях корпуса (мостики, верхняя палуба)	3.28
	2	Прокладка магистральных и местных кабелей в помещениях без зашивки и с зашивкой изоляции	3.29
	3	Прокладка кабелей на легких переборках	3.30
	5	Прокладка больших пучков кабелей на открытых частях корпуса (мостики, верхняя палуба)	3.31, а
	6	Прокладка больших пучков кабелей на открытых частях корпуса и в помещениях с зашивкой изоляции	3.31, б
Скобы:			
односторонние	С	Крепление одиночных кабелей по набору корпуса, на мостах, панелях и планках	3.32, а
однопучковые	СО	Крепление пучков кабелей	3.32, в
многопучковые	СМ		3.32, г
фигурные	СФ		3.32, б

Продолжение табл. 3.21

Конструкции	Тип	Назначение	Номер рисунка
Бонки	6	Прокладка местных кабелей в местах разводки в бытовых, служебных и жилых помещениях, на открытых местах корпуса и на мачтах	3.7
Желоба с крышками	2	Прокладка кабелей в трюмах и других местах при опасности попадания воды на трассу	3.33
Трубы:			
прямые	1	Прокладка одиночных кабелей при необходимости защиты их от механических повреждений, в помещениях взрывоопасных или затопляемых водой, в местах прохода одиночных кабелей через палубы	—
фасонные	2		
Кожухи для трасс кабелей, проложенных:			
на панелях	9	Защита трасс кабелей от механических повреждений	—
на мостах	10	Защита трасс кабелей в подвесках типов 2 и 3	—
на подвесках	5	Защита трасс кабелей в подвесках типов 2 и 3	—
с лапками	6	Защита трасс кабелей в подвесках типа 1	—
Втулки:			
металлические	1	Проход одиночных кабелей через проницаемые переборки и детали набора корпуса без изоляции	3.34, а
резиновые	2		
трубчатые	3	Проход одиночных кабелей через проницаемые переборки и детали набора корпуса с изоляцией	3.34, в
деревянные	4	Проход одиночных кабелей через проницаемые переборки и обшивку изоляции	3.34, г
пластмассовые	5		
трубчатые	6	Проход одиночных кабелей и пучков через проницаемые переборки и детали набора корпуса с изоляцией	3.34, е
Облицовки вырезов металлические	1	Проход пучков кабелей через проницаемые переборки без изоляции	3.35, а
	2	Проход пучков кабелей через проницаемые переборки с изоляцией и без изоляции	3.35, б

Таблица 3.22

Размеры, мм, мостов для прокладки кабелей (рис. 3.27)

Мосты	Материал	L	H
Г-образные (рис. 3.27, а)	Сталь	55, 90, 126	20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160
	Легкий сплав	{ 58 93, 180	20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160, 178, 195, 213, 230
П-образные (рис. 3.27, б)	Сталь	{ 40, 75, 113 148, 183, 218, 253	20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160, 178, 195, 20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160, 178, 195, 213, 230
	Легкий сплав	{ 45 80, 119, 154, 189, 244, 259	20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160, 178, 195, 20, 38, 55, 73, 90, 108, 125, 143, 160, 178, 195, 213, 230
С лапками (рис. 3.27, в)	Сталь	75, 113, 148, 183	20, 38, 55, 73, 90, 108, 125
С двойной перфорацией (рис. 3.27, г)	Легкий сплав	80, 119, 154, 189	30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200
	Сталь	288, 358, 428	30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 230
Подызоляционные (рис. 3.27, д)	Сталь	{ 75 113, 148, 183	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 150, 180, 200
	Легкий сплав	{ 80, 119, 154, 189	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 150, 180, 200, 220, 230, 250

Примечание. Для мостов стальных $S = 3, 4, 5$ мм, $l = 20, 24$ мм, $h = 10$ мм; для мостов из легкого сплава $S = 4, 5, 6$ мм, $l = 26, 27$ мм, $h = 16$ мм.

Таблица 3.23

Размеры, мм, подвесок

Обозначение типа и материала подвески	Ширина окна	Высота подвески
11, 21, 31, 12, 22, 32	{ 28 36, 50 70	100, 130 130, 180, 230 180, 200, 230
21, 31, 22, 32	{ 90, 125, 160 160 260	100, 230 260
51, 61	{ 180, 200, 230 260 300	200, 300, 360, 400 150, 300 250

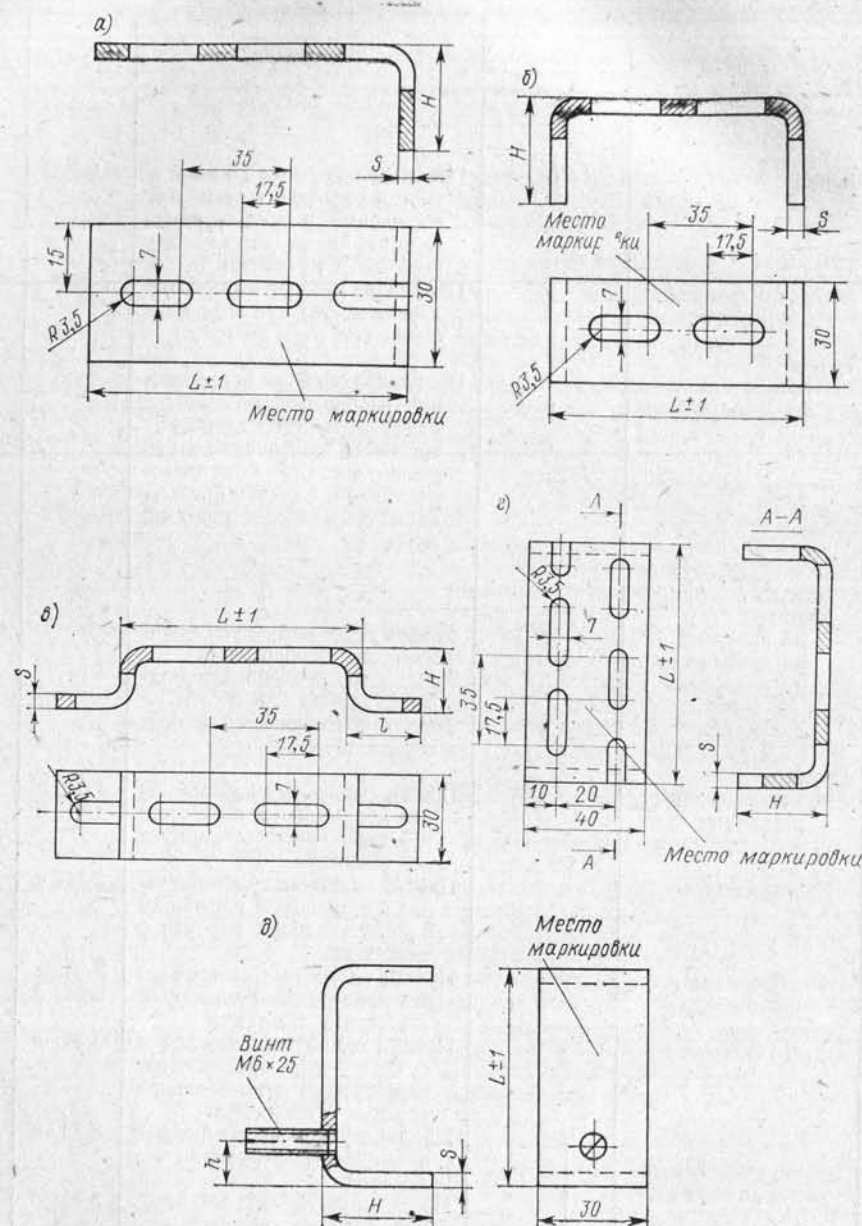


Рис. 3.27. Мосты: а — Г-образные; б — П-образные; в — с лапками; г — с двойной перфорацией; д — подызоляционные.

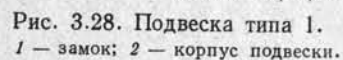
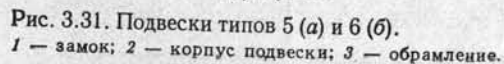
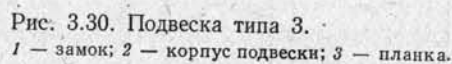
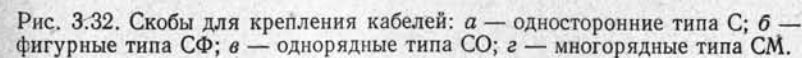


Рис. 3.29. Подвеска типа 2.

1 — хвостовик верхний; 2 — замок; 3 — корпус подвески; 4 — хвостовик нижний; 5 — полоса.

Заполнение подвески кабелем по высоте, мм

Высота окна, мм	Подвеска стальная		Подвеска из легкого сплава	
	Максимальное заполнение	Минимальное заполнение	Максимальное заполнение	Минимальное заполнение
100	64	48	58	42
130	94	62	88	56
180	144	96	138	90
200	164	116	158	110
230	194	146	188	140
250	220	170	—	—
260	230	180	—	—
300	270	220	—	—
360	330	280	—	—
400	370	320	—	—



СО используют сталь толщиной 1 мм) в морском и морском тропическом исполнении. Покрытие: для скоб морского исполнения применяют цинкование (Ц30.хр) или грунтовку железным суриком по ГОСТ 8866—76 (допускается фосфатирование), для скоб морского тропического исполнения — цинкование (Ц30.фос/лкл).

Скобы односторонние имеют шесть типоразмеров в зависимости от наружного диаметра закрепляемого кабеля (5—16 мм).

Скобы однорядные подразделяются на типоразмеры в зависимости от количества кабелей и их наружного диаметра. Такими скобами могут крепиться одиночные кабели диаметром 5—16 мм, пучки из двух—шести кабелей диаметром 5—6, 6—8, 8—10 мм, из двух—пяти кабелей диаметром 10—12, 12—14 мм и из двух—четырех кабелей диаметром 14—16 мм.

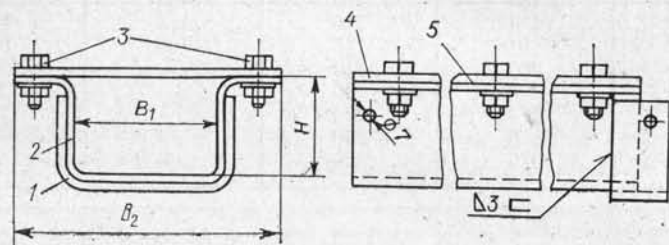


Рис. 3.33. Желоба типа 2 с крышками.

1 — планка соединительная; 2 — желоб; 3 — крепежные изделия; 4 — прокладка; 5 — крышка.

Скобы фигурные и многорядные применяют для крепления пучков кабелей 90×35, 160×55, 210×70 мм². Здесь цифры обозначают ширину и высоту пучка (размеры L и H на рис. 3.32, б и г).

Желоба с крышками представляют собой замкнутую конструкцию (рис. 3.33), изготовляемую из листовой стали марки Ст3 по ГОСТ 380—71 (сортамент по ГОСТ 19904—74 и ГОСТ 19903—74) или из сплава марки АМг5 по ГОСТ 4784—74 (сортамент по ГОСТ 21631—76).

Длина отдельных отрезков желоба и крышки определяется длиной листов материала, из которого они изготовляются. Отдельные отрезки желобов соединяются между собой с помощью планок.

Размеры желобов приведены в табл. 3.25.

Желоба изготовляют в морском и морском тропическом исполнениях. Покрытие — аналогичное указанному выше.

Обрамления и облицовки вырезов устанавливают в местах прохода кабелей через проникаемые переборки и детали набора корпуса толщиной от 1 до 6 мм.

Таблица 3.25

Размеры, мм, желобов с крышками (рис. 3.33)

B_1	B_2	H
106	155	50, 70, 90
156	205	70, 90, 100
206	255	100, 125
256	305	100, 125, 160
306	355	100

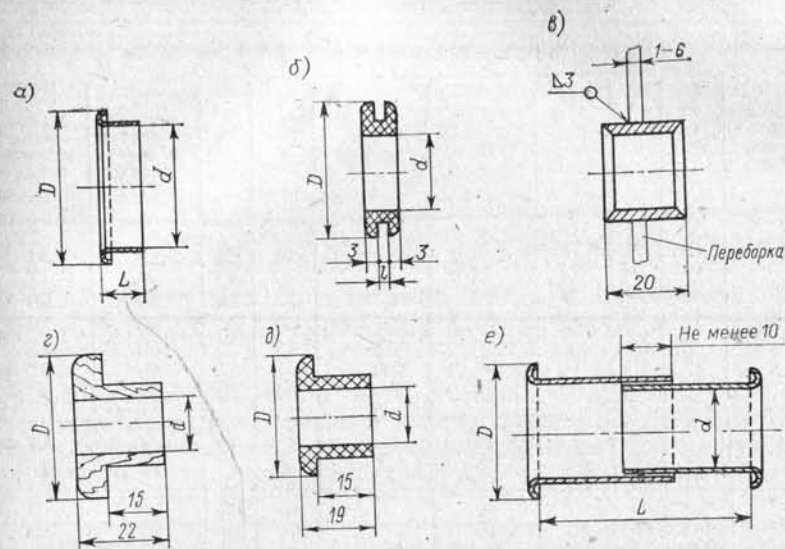


Рис. 3.34. Втулки для прохода одиночных кабелей: а — металлические типа 1; б — резиновые типа 2; в — трубчатые типа 3; г — деревянные типа 4; д — пластмассовые типа 5; е — трубчатые типа 6.

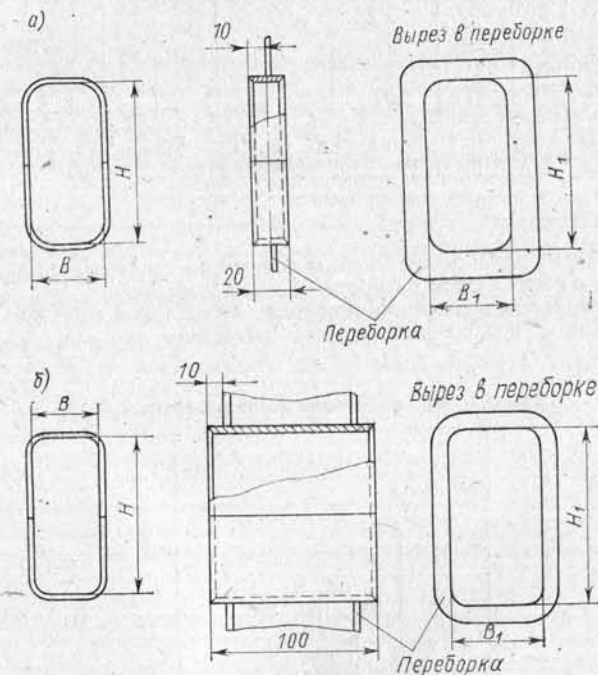


Рис. 3.35. Облицовки вырезов: а — типа 1; б — типа 2.

Размеры, мм, втулок (рис 3.34)

Тип втулки	d	D	Диаметр отверстия в переборке	Максимальный диаметр кабеля	Тип втулки	d	D	Диаметр отверстия в переборке	Максимальный диаметр кабеля
1	15	21	17	13	3 из легкого сплава	16	22	23	14
	20	26	22	18		19	25	26	17
	30	36	32	28		32	38	39	29
	40	46	42	38		39	45	46	36
	50	56	52	46		49	55	56	45
	60	66	62	56		61	65	66	57
	70	76	72	66		69	75	76	65
2	15	29	21	13	4, 5	15	30	21	13
	20	34	26	18		20	35	26	18
	30	44	36	28		30	46	37	27
	40	56	46	38		40	56	47	37
	50	66	56	46		50	68	59	46
	60	76	66	56		60	80	71	56
	70	86	76	66		70	90	81	66
3 стальные	16	22	23	14	6	16	32	23	14
	19	25	26	17		20	35	26	18
	32	38	39	29		30	46	37	27
	39	45	46	36		40	55	46	37
	51	57	58	47		50	65	56	46
	62	70	71	58		56	81	66	52
	70	76	77	66					

Примечания: 1. Длина втулок типа 1 $L = 7,5$ или $9,5$ мм при толщине переборки 1—4 и 5—6 мм соответственно. Длина втулок типа 6 $L = 70, 110, 150, 200, 250$ мм. 2. Втулки типа 2 имеют размер l , равный 2 или 5 мм при толщине переборки 1—3 и 4—6 мм соответственно.

При толщине переборок и деталей набора более 6 мм производится лишь закругление вырезов с обеих сторон радиусом не менее 2 мм.

Типы и назначение обрамлений и облицовок указаны в табл. 3.21, а их размеры и диаметры проходящих кабелей приведены на рис. 3.34, 3.35 и

Размеры, мм, облицовок вырезов (рис. 3.35)

Тип облицовки	B	H
1, 2	30 45 60, 75 100, 130, 160	75 100, 150 150, 200 170, 220
2	40 180 200	60 220, 260 260, 280

Таблица 3.26

в табл. 3.26, 3.27. Исполнение морское и морское тропическое. Материалы, из которых изготавливаются обрамления и облицовки вырезов, указаны ниже:

Втулки: типа 1	Сталь листовая декарпированная по ГОСТ 8075—56. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 21631—76
типа 2	Резина группы I-а по ТУ 38-105376—72
типа 3	Трубы стальные по ГОСТ 8734—75. Трубы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 18482—73
типа 4	Дуб, ясень, береза
типа 5	Поливинилхлорид типа ПВХ-С55 по ГОСТ 14332—78
типа 6	Трубы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 18482—73
Облицовки типов 1 и 2	Лента стальная по ГОСТ 6009—74 из стали Ст3. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 21631—76

Цифры в условном обозначении втулки характеризуют тип, материал (для втулок типа 3), диаметр проходного отверстия и длину (для втулок типов 1, 2, 6). Размеры выреза в переборке B_1 и H_1 для установки облицовки должны быть на 6 мм больше соответствующих размеров проходного окна облицовки (B и H).

§ 3.3.4. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ В ТРУБАХ

Прокладка кабелей в трубах производится в следующих случаях:

а) при необходимости защиты кабелей от механических повреждений;
б) при проходе кабелей через взрывоопасные или затопляемые водой помещения (цистерны);

в) при повышенных требованиях к защите кабелей от помех.

Требования к трубам:

1. Внутренний диаметр прямой трубы для одиночного кабеля должен быть на 25% больше наружного диаметра кабеля, а при наличии изгиба — на 50%.

2. Площадь внутреннего сечения прямой трубы для пучка кабелей должна быть в два раза больше суммы площадей поперечного сечения кабелей, а при наличии изгиба — в три раза.

3. Допустимая длина неразъемного отрезка прямой трубы 3—5 м, а при наличии изгиба на 90° 2—3 м (меньшие значения относятся к трассам большей протяженности).

4. Количество изгибов неразъемного отрезка трубы: на угол 90° не более двух, на угол 180° не более одного; радиус изгиба должен составлять не менее трех диаметров трубы.

Для защиты от механических повреждений кабелей, проходящих через палубы, предусматривают стояки труб длиной 1,2 м с сальниками на концах (при проходе одного—трех кабелей применяют трубы, свые трех — защитные кожухи).

Подвод кабеля к электродвигателям механизмов, установленных на настиле, как правило, производится в газовых трубах; концы труб уплотняют мас-сой 421А.

При прокладке кабелей в трубах с наклоном более 45° пучки кабелей следует закреплять. Для этого к трубе приваривают люки со съёмными крышками, замками и нажимными болтами. Количество люков и места их установки выбираются в зависимости от конфигурации и длины труб.

Обычно не допускается прокладка в одной трубе кабелей с разнородными металлическими оболочками или металлическими и неметаллическими оболочками (например, панцирных кабелей и кабелей с пластмассовой изоляцией).

Если трубы заканчиваются после прохода их через переборку или палубу, то на концах труб устанавливают трубные сальники. При прокладке кабелей

в трубах без сальников концы труб развальцовывают и уплотняют массой 421А на глубину 75—100 мм. Острые кромки труб должны быть зачищены.

Трубы крепят на мостах, скобами или в специальных подвесках. Расстояние от конца трубы до ближайшего узла крепления кабеля в трассе должно находиться в пределах 200—250 мм. Расстояние между узлами крепления трубы

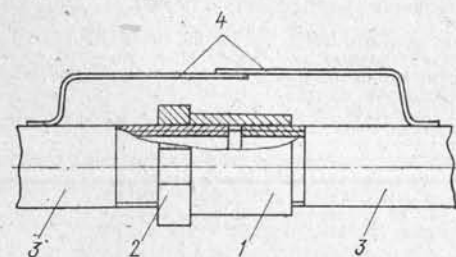


Рис. 3.36. Узел соединения отрезков труб для прокладки кабелей.
1 — муфта; 2 — контргайка; 3 — трубы; 4 — перемычка.

на прямых участках может в шесть раз превышать соответствующее расстояние при креплении кабелей скобами. На поворотах устанавливают два крепления: до и после поворота.

В местах прохода труб через водонепроницаемые переборки и палубы трубы приваривают по контуру к переборке или палубе.

Соединение труб осуществляется муфтами по ГОСТ 8954—75 с контргайками по ГОСТ 8961—75. После затяжки кабеля для соблюдения непрерывности экранировки трубы соединяют проволоочной перемычкой (рис. 3.36).

При необходимости обеспечить водонепроницаемость места соединения труб с прибором вместо сальниковой гайки в прибор ввертывают патрубок длиной 100—200 мм с резьбой на концах. Патрубок зажимают контргайкой. Трубу соединяют с патрубком муфтой.

Заземление труб защиты кабелей, не приваренных к корпусу, производится при помощи гибкой перемычки из провода ПАМГ сечением 6 мм², при этом приварку бонок (планок) к трубе выполняют до затяжки кабелей. В случае соединения труб с помощью муфт заземляют каждый отрезок трубы.

§ 3.3.5. УЗЛЫ КРЕПЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ

Примеры типовых узлов крепления кабелей в подвесках, на мостах и панелях приведены на рис. 3.37. Такие крепления применяются при прокладке трасс по подволоку и на переборках, при наличии препятствий в виде деталей набора корпуса равной высоты и без них, при наличии изоляции и без нее. На мостах аналогично крепятся одиночные кабели и небольшие пучки кабелей, прокладываемые по деталям набора корпуса.

Крепление кабелей по подволоку и переборкам при наличии препятствий в виде деталей набора корпуса различной высоты производится с применением угольников, устанавливаемых на деталях наибольшей высоты. При наличии изоляции угольники крепятся с помощью коротышей (рис. 3.38). Аналогично, с применением угольников, крепятся трассы, прокладываемые по кницам, при этом коротыши применяют при неравной высоте книц или при наличии зашивки изоляции. При равной высоте книц без изоляции и с изоляцией угольники приваривают непосредственно к кницам.

Прокладка трасс по зашивке производится с применением шпилек или металлических листов, закрепляемых винтами на обрешетнике или кницах (рис. 3.39). Ширина листа должна быть на 30 мм больше габаритного размера подвески (моста).

Крепление небольших пучков кабелей на тонких переборках и непосредственно на зашивке изоляции показано на рис. 3.40, примеры крепления кабелей к деталям набора — на рис. 3.41.

Крепление кабелей, прокладываемых в желобах, производится с помощью дубовых прокладок или — при наличии значительных механических воздействий на трассу — с применением направляющих гребенок (рис. 3.42). В желобах по месту предусматривают отверстия для стока воды.

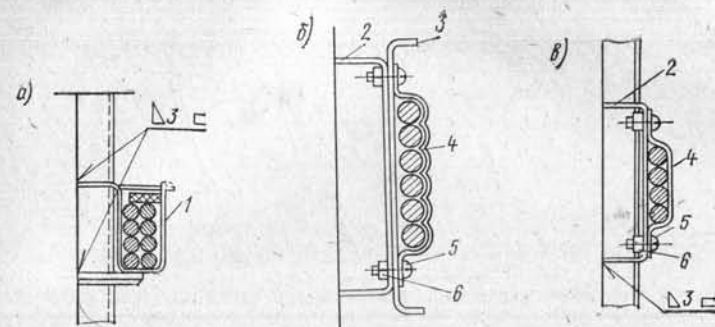


Рис. 3.37. Узлы крепления трасс кабелей: а — в подвесках; б — на панелях; в — на мостах.
1 — подвеска; 2 — мост; 3 — панель; 4 — скоба; 5 — винт М6×18; 6 — гайка М6.

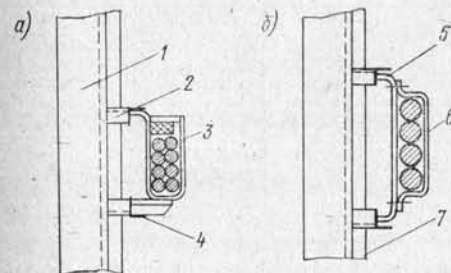


Рис. 3.38. Узлы крепления трасс кабелей при проходе над деталями набора корпуса различной высоты: а — в подвесках; б — на мостах.
1 — деталь набора корпуса наибольшей высоты; 2 — коротыш; 3 — подвеска; 4 — угольник равнобокий; 5 — мост; 6 — скоба; 7 — изоляция.

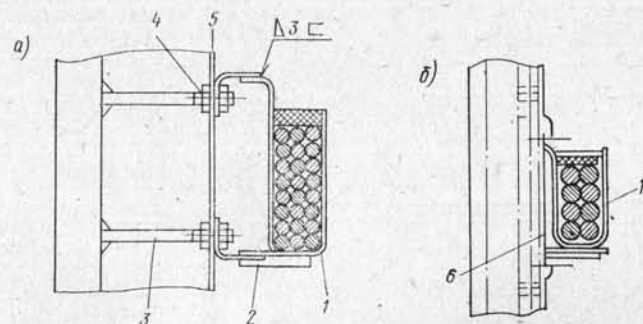


Рис. 3.39. Узлы крепления кабелей по зашивке изоляции: а — с применением шпилек; б — на металлическом листе, закрепленном на обрешетнике.
1 — подвеска; 2 — угольник равнобокий; 3 — шпилька М8 по ГОСТ 2008—53; 4 — гайка М8; 5 — зашивка; 6 — металлический лист.

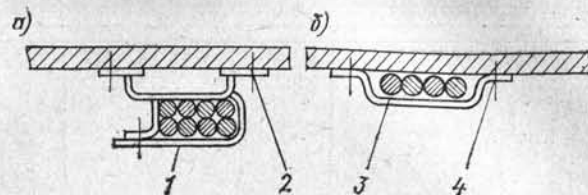


Рис. 3.40. Узлы крепления небольших пучков кабелей на тонких переборках и на зашивке изоляции: *а* — в подвесках; *б* — под скобами.

1 — подвеска кабельная; 2 — винт $M6 \times 30$; 3 — скоба; 4 — винт $M6 \times 10$.

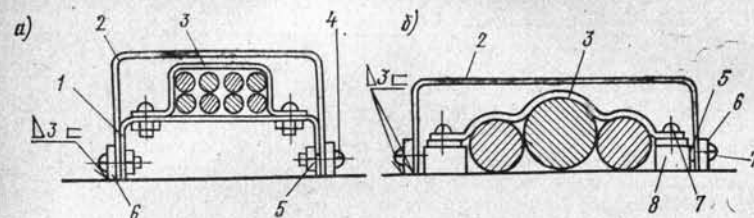


Рис. 3.43. Установка защитных кожухов при прокладке кабелей: *а* — на мостах; *б* — в бонках.

1 — мост; 2 — кожух; 3 — скоба; 4 — винт $M6 \times 30$; 5 — гайка $M6$; 6 — планка для установки кожуха; 7 — винт $M6 \times 18$; 8 — бонка.

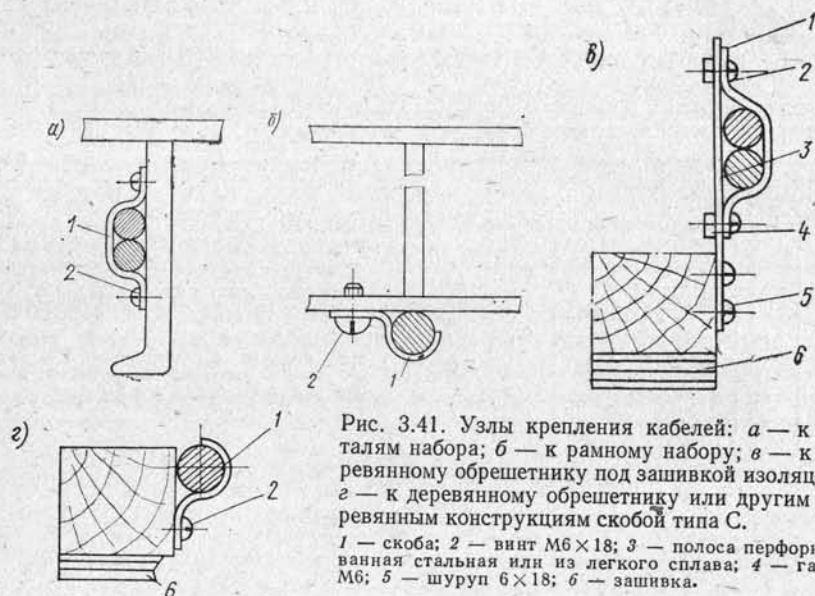


Рис. 3.41. Узлы крепления кабелей: *а* — к деталям набора; *б* — к рамному набору; *в* — к деревянному обрешетнику под зашивкой изоляции; *г* — к деревянному обрешетнику или другим деревянным конструкциям скобой типа С.

1 — скоба; 2 — винт $M6 \times 18$; 3 — полоса перфорированная стальная или из легкого сплава; 4 — гайка $M6$; 5 — шуруп 6×18 ; 6 — зашивка.

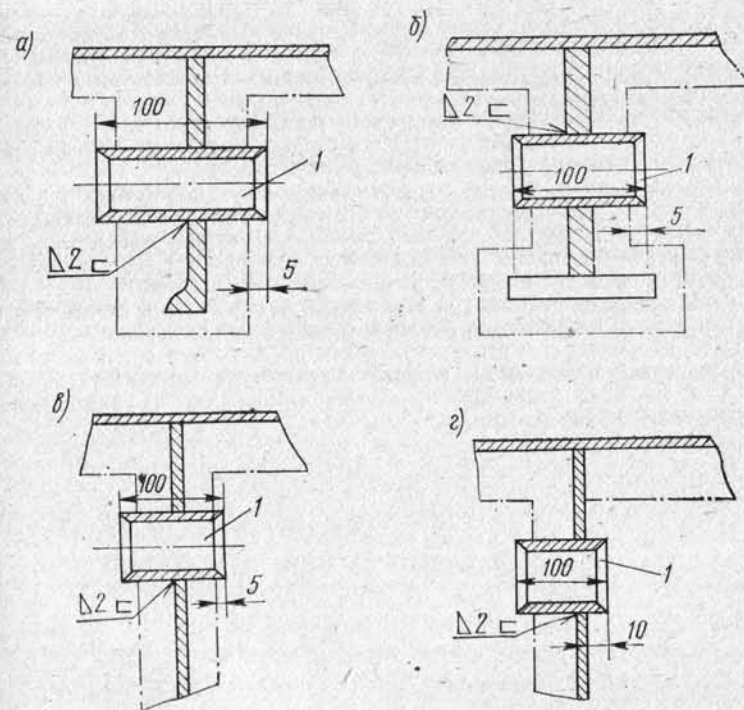


Рис. 3.44. Установка облицовок: *а* — в наборе с изоляцией; *б* — в донном наборе с изоляцией; *в* — в переборке с двусторонней изоляцией; *г* — в переборке с односторонней изоляцией.

1 — облицовка.

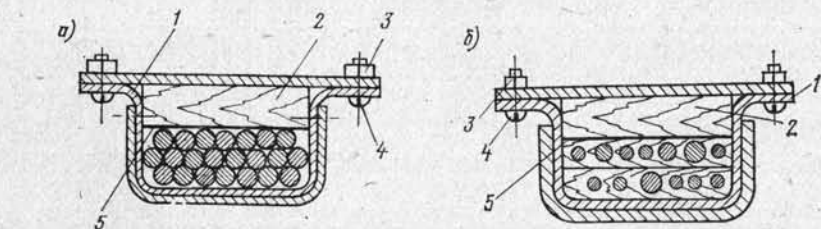


Рис. 3.42. Узлы крепления кабелей в желобах: *а* — с помощью деревянных прокладок; *б* — с помощью гребенек.

1 — желоб; 2 — брусок дубовый; 3 — гайка $M6$; 4 — винт $M6 \times 18$; 5 — прокладка из листовой резины.

Установка защитных кожухов показана на рис. 3.43; установка защитных конструкций при проходе кабелей через проникаемые детали набора корпуса и зашивку изоляции — на рис. 3.44.

§ 3.3.6. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЕЙ

На проектирование и прокладку кабельных трасс для наливных судов, перевозящих легковоспламеняющиеся грузы, налагаются дополнительные ограничения.

Во взрывоопасных помещениях первой категории прокладка кабельных трасс не допускается.

В помещениях второй категории кабели должны прокладываться только в стальных бесшовных трубах, а через топливные цистерны — в двойных бесшовных трубах.

На переходных мостиках танкеров кабели прокладываются в секционированных желобах, расположенных под переходным мостиком на высоте не менее 3,1 м от грузовой палубы. При этом в целях предотвращения разрыва кабелей они прокладываются свободно, с обеспечением возможности их продольного перемещения при переменных деформациях конструкции переходного мостика, возникающих вследствие изгибов корпуса судна на волне или при производстве грузовых операций. Каждый кабель в желобе прокладывается отдельно и фиксируется с помощью деревянных брусков с вырезанными в них углублениями для прохода кабеля. В местах разреза желобов делаются компенсационные изгибы кабелей.

Предпочтительной является однорядная прокладка кабелей. В отдельных случаях допускается прокладка кабелей в несколько рядов при условии свободного просмотра каждого ряда кабелей.

При использовании кабеля во взрывобезопасном исполнении он может прокладываться на расстояниях, меньших чем 3,1 м, от грузовой палубы с соблюдением тех же требований по предотвращению разрыва кабеля при изгибах корпуса судна (прокладка каждого кабеля отдельно, с фиксацией их с помощью брусков и с обеспечением компенсационных изгибов).

На судах, предназначенных для постоянного базирования и плавания в тропических условиях, применяются кабели в тропическом исполнении. Прокладка и крепление кабельных трасс на таких судах производятся с использованием тропикоустойчивых конструкций и материалов. Уплотнение кабелей осуществляется с помощью эпоксидно-тиоколовых компаундов и уплотнительных масс тропического исполнения.

РАЗДЕЛ 4

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

В зависимости от назначения и степени использования при создании готового изделия все материалы подразделяются на основные и вспомогательные.

Основные материалы составляют материальную основу готовой продукции. Например, при изготовлении шинопроводов основным материалом является прокат цветных металлов, при выполнении работ по уплотнению сальников — уплотняющие массы.

К вспомогательным относятся материалы, которые неизбежно расходуются в процессе постройки судна (изготовления изделия), но не образуют его материальной основы. По характеру расходования эти материалы делятся на две группы: расходуемые постоянно (при изготовлении каждого изделия) и расходуемые время от времени, по мере необходимости. К первой группе относятся как материалы, масса которых входит в массу судна или изделия (припой, электроды, краски, нитки для увязки жгутов и т. п.), так и материалы, не влияющие на массу судна (газы для газовой сварки, материалы для расконсервации электрооборудования и т. п.). Ко второй группе относятся такие материалы, как крепежные детали для временной сборки, краска для маркировки, материалы для переконсервации и т. п.

Глава 4.1. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

§ 4.1.1. ЦЕЛИ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ РАСХОДА

Под нормированием расхода материалов понимают установление плановой меры производственного потребления материалов. Оно включает в себя разработку, утверждение, доведение до рабочих мест и внедрение установленных норм расхода материалов.

Норма расхода материалов — это максимально допустимое количество материала, необходимое для производства единицы продукции или для выполнения

единицы работы установленного качества в соответствии с планируемым уровнем техники, технологии и организации производства. Всякая норма состоит из чистого (полезного) расхода и технологических отходов. Чистый расход учитывает количество материалов, которое непосредственно входит в готовое изделие или полезно используется в процессе производства. Технологические отходы обусловлены технологическим процессом переработки исходного материала в продукцию (например, отходы от сверления отверстий, обрезки кабелей и проводов). Различают отходы используемые и неиспользуемые; первые из них в норму расхода не включаются. Коэффициент использования материала равен отношению чистого расхода к установленной норме расхода материала.

Располагая разработанными и утвержденными нормами расхода материалов на единицу изделия или на единицу работы, на основании производственного плана определяют потребность предприятия в материалах, кабеле и оборудовании на планируемый период и составляют заявки для их получения. Таким образом, нормы расхода предназначены для планирования поставок и обеспечения материалами судостроительного завода, составления калькуляции стоимости материалов, используемых при постройке судна, и для организации работ на судостроительном заводе по рациональному использованию материалов (выполнению плановых заданий снижения норм расхода).

Нормы расхода материалов подразделяются на несколько категорий в зависимости от назначения материалов, степени укрупнения норм, степени детализации материалов, планового периода действия норм.

В зависимости от назначения материалов различают нормы расхода основных и вспомогательных материалов. При этом нормы расхода вспомогательных материалов первой группы разрабатываются наравне с нормами расхода основных материалов и включаются в нормы расхода материалов на судно (изделие). Потребность во вспомогательных материалах второй группы рассчитывается предприятиями на основе данных о расходе этих материалов за истекший год с учетом изменения производственного плана на планируемый год. В нормы расхода материалов на судно (изделие) эти материалы не включаются.

В зависимости от степени укрупнения нормы подразделяются на пооперационные, подетальные, рассчитанные на технологический комплект, технологический этап и на постройку судна в целом.

Пооперационная норма устанавливает расход материала на выполнение одной операции (группы родственных операций) в границах данного технологического процесса (например, норма расхода припоп на припайку наконечника к жиле кабеля).

Подетальная норма устанавливает расход материала на конкретную деталь (изделие) по всему технологическому процессу ее изготовления.

Норма на технологический комплект учитывает все материалы, необходимые для выполнения работ в объеме данного технологического комплекта.

Норма на технологический этап представляет собой сумму норм на технологические комплекты, подлежащие монтажу на данном этапе постройки судна.

Норма на судно определяется как сумма норм расхода на технологические этапы.

По степени детализации материалов различают специфицированные и сводные нормы расхода материалов.

Специфицированные нормы разрабатываются на единицу продукции (изделие, технологическую операцию). Они определяют расход каждого конкретного наименования; типоразмера, марки материала, участвующего в изготовлении данного вида продукции.

Сводные нормы разрабатываются также на единицу продукции, но в отличие от специфицированных норм они устанавливают расход только определенных видов материалов, без указания марок, типоразмеров и т. д.

Ведомости специфицированных норм расхода служат для составления заявок на материалы по развернутому специфицированному ассортименту (с указанием марок, типоразмеров и т. д.), планирования поставок и обеспечения материалами производственных подразделений. Ведомости сводных норм используются для определения фондов на материалы.

В ведомостях сводных норм расхода кабелей указывают марку кабелей и приведенные (а не фактические) их длины, так как количество цветных металлов (меди, свинца), необходимое для изготовления кабелей, зависит от марки

Таблица 4.1

Коэффициенты приведения к фондовой длине
(для кабелей и проводов с числом жил 1—6)

Сечение жилы, мм ²	Число жил					
	1	2	3	4	5	6
1	0,055	0,111	0,167	0,222	0,278	0,333
1,5	0,083	0,167	0,250	0,333	0,417	0,500
2,5	0,139	0,278	0,417	0,555	0,694	0,833
4	0,222	0,444	0,667			
6	0,333	0,667	1,000			
10	0,555	1,111	1,667			
16	0,889	1,778	2,667			
25	1,389	2,778	4,167			
35	1,944	3,889	5,833			
50	2,778	5,555	8,333			
70	3,889	7,778	11,667			
95	5,222	10,555	15,833			
120	6,667	13,333	20,000			
150	8,333	16,667	25,000			
185	10,278	20,550	30,833			
240	13,333	26,670	40,000			
300	16,667					
400	22,222					

кабеля, сечения и числа жил. Под приведенными (фондовыми) длинами подразумеваются: а) для кабелей и проводов с числом жил до шести включительно — длины, пересчитанные на сечение 18 мм²; б) для кабелей и проводов с числом жил семь и более — длины, пересчитанные на семь жил независимо от сечения.

Таблица 4.2

Коэффициенты приведения к фондовой длине
(для кабелей и проводов с числом жил 7 и более)

Число жил	K	Число жил	K	Число жил	K	Число жил	K
7	1,000	16	2,286	30	4,285	37	5,285
8	1,143	18	2,571	32	4,571	41	5,857
10	1,428	19	2,714	33	4,714	44	6,285
12	1,714	24	3,428	34	4,857	48	6,857
14	2,000	27	3,857	36	5,143	52	7,428

Приведенную длину определяют, умножая фактическую длину на коэффициент приведения K (табл. 4.1 и 4.2).

В зависимости от планового периода, в течение которого действуют нормы, их подразделяют на проектные, производственные, перспективные.

Проектные нормы устанавливаются на вновь осваиваемую продукцию (судно нового проекта, модернизация или капитальный ремонт судна). Нормы расхода кабельной продукции и материалов для монтажа электрооборудования составляются на стадиях технического и рабочего проектирования и оформляются отдельными от норм на остальные работы судостроительного завода ведомостями.

Производственные нормы для судов серийной постройки разрабатываются на основании проектных норм.

Перспективные нормы разрабатываются при составлении перспективных планов по потреблению важнейших видов материалов.

§ 4.1.2. СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ НОРМ

Нормы расхода материалов могут быть определены расчетным или опытным путем либо на основании статистических данных.

Расчетный метод разработки норм наиболее прогрессивен, так как основан на анализе конструкторской документации и производственного процесса; при этом возможен учет теоретически обоснованных коэффициентов использования материалов. Метод применяется главным образом при составлении ведомостей норм расхода кабельной продукции.

Опытный метод заключается в определении необходимого количества материала путем постановки эксперимента в производственных условиях — непосредственным измерением полезного расхода, а также технологических отходов. Метод применяется при разработке норм на новые технологические процессы электромонтажа.

Статистический метод состоит в определении фактического расхода материалов при выполнении аналогичных работ в прошлом и в установлении на основе собранных данных среднестатистической величины затрат. Метод применяется, например, при разработке заказной документации на материалы на стадии технического проектирования. Обычно используют удельные нормы расхода материалов, разработанные на основе статистического метода.

Под удельными нормами подразумевают нормы расхода материалов на однотипные изделия (работы), отнесенные на 1000 руб. валовой продукции.

Ниже приводятся ориентировочные удельные нормы на некоторые виды вспомогательных материалов, используемых при электромонтажных работах:

Припой оловянно-свинцовый, олово, свинец	0,11 кг
Канифоль сосновая	0,03 кг
Лента изоляционная (прорезиненная, ПВХ, полиэтиленовая, из фторопласта)	0,4 кг
Лента изоляционная хлопчатобумажная	1 м
Пленка изоляционная	0,07 кг
Трубки изоляционные:	
ПВХ	0,25 кг
ТКР	3,7 м
Резина (сырая, губчатая, починая, техническая, маслостойкая)	0,7 кг
Клей (БФ, 88Н)	0,015 кг
Гетинакс	0,35 кг
Текстолит	0,1 кг
Оргстекло	0,1 кг
Пластик по ГОСТ 18269—72	0,1 кг
Электрокартон	0,1 кг
Картон асбестовый	0,1 кг
Паронит	0,003 кг
Фибра	0,02 кг
Пластик бумажно-слоистый, декоративный	1,1 кг
Ткань асбестовая	0,03 кг
Лакоткани шелковые	0,08 кг
Шпагат вязальный	0,4 кг
Нить и шнур асбестовые	0,2 кг
Бумага:	
писчая	0,1 кг
оберточная и упаковочная	0,3 кг
Растворители (бензин, керосин, олифа-оксоль, уайт-спирит, скипидар, сольвент, этилацетат, ацетон)	0,35 кг

Лаки, эмали, шпатлевки (масляные, нитро-, перхлорвиниловые)	0,24 кг
Прокат:	
оловянно-свинцовый	0,05 кг
медный	0,33 кг
латунный	0,7 кг
алюминиевый	0,8 кг
черных металлов	9,1 кг
никелевый и кадмиевый	0,02 кг
Проволока стальная	0,45 кг
Канаты стальные	0,5 кг
Крепеж стальной	1,2 кг
Цемент	1,5 кг

В удельные нормы включают также сведения о таких вспомогательных материалах, как смазки, спирт этиловый, ткань хлопчатобумажная, парусина брезентовая, сетка стеклянная тканая, войлок технический тонкошерстный, кожа жесткая техническая, шнур крученный льно-пеньковый, нитки, белила масляные густотертые, полиамид-6 первичный (крошка капроновая), шайбы пружинные, электроды сварочные, светосостав временного действия и пр.

Существуют также удельные нормы расхода материалов и кабеля на средний и текущий ремонт судов, на ремонт электрооборудования, демонтированного с судна, на капитальный ремонт распределительных устройств и т. д.

Применение системы удельных норм значительно сокращает трудоемкость разработки заказной документации. Составленные на основе удельных норм ведомости сводных норм расхода материалов служат основанием для получения фондов; непосредственный отпуск материалов для производственных нужд производится по уточненным ведомостям специфицированных норм расхода материалов.

Глава 4.2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПАЙКИ, ЛУЖЕНИЯ И КОНТАКТНОГО ОКОНЦЕВАНИЯ

§ 4.2.1. ПРИПОИ

В зависимости от температуры плавления припой подразделяется на твердые, температура плавления которых не ниже 500° С, и мягкие с температурой плавления ниже 500° С.

Мягкие припои имеют меньшую твердость и худшие механические свойства, однако благодаря низкой температуре плавления их широко используют при электромонтажных работах. В основном применяют оловянно-свинцовые припои марки ПОС по ГОСТ 21931—76. В табл. 4.3 приведены марки мягких припоев, сведения о температурах плавления и пайки; в табл. 4.4 дан сортамент припоев

Диаграмма состояний системы олово—свинец (рис. 4.1) имеет три характерные области: I — область расплавленного состояния припоев; II — область твердого состояния припоев; III — область плавления припоев при нагревании и кристаллизации при охлаждении. Нижняя граница области III соответствует точке плавления припоев, равной 183° С. Для заданного состава припоя

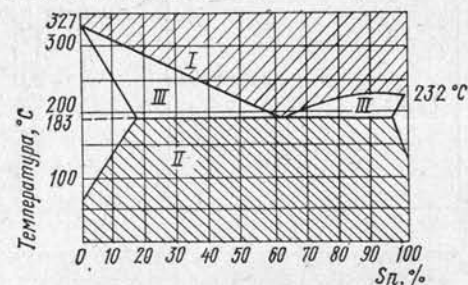


Рис. 4.1. Диаграмма состояний системы олово — свинец.

Таблица 4.3

Марки и характеристики оловянно-свинцовых и легкоплавких припоев

Припой	Температура, °С		Припой	Температура, °С	
	плавления	пайки		плавления	пайки
ПОС-90	222/183	280	ПОСК-50	145	200
ПОС-61	183/183	240	ПОСВ-33	133	180
ПОС-50	209/183	260	Сплав Розе	94	На 20—
ПОС-40	235/183	290	Сплав д'Арсе	79	30° С выше
ПОС-30	256/183	320	Сплав Луповица	70	температу-
ПОС-18	277/183	340	Сплав Вуда	60,5	ры плавления
ПОСС4-6	265/242	330	ПОСВ32-15-53	96	

Примечание. Для припоев ПОС-90—ПОСС4-6 указаны верхняя и нижняя границы температуры плавления.

Таблица 4.4

Сортамент оловянно-свинцовых припоев (по ГОСТ 21931—76)

Наименование	Размер, мм	
Прутки: круглый треугольный	Диаметр 8, 10, 12, 15 Ширина грани 10, 12, 14, 16	
Проволока	Диаметр 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7	
Лента	Толщина 0,8; 1 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5	Ширина 8—10 5—10, 15
Трубки	Диаметр наружный 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 4,0 5,0	Диаметр внутренний 0,5 0,7 1,0 1,2 1,5 2,0 2,5

интервал температур от нижней границы области III до ее верхней границы называется интервалом кристаллизации.

Припой ПОС-61 имеет так называемый эвтектический состав, характеризующийся минимальным интервалом кристаллизации (точки начала и конца затвердевания припоя совпадают). Это дает ряд технических преимуществ. В частности, при остывании припой почти мгновенно переходит в твердую фазу, в связи с чем исключается опасность появления трещин от сотрясений. Исключается также возможность пайки в интервале кристаллизации, а поскольку данный припой имеет наиболее низкую по сравнению с другими припоями тем-

пературу плавления, то скорость смачивания и заполнения зазоров у него больше, чем у любого другого, не имеющего эвтектического состава.

Твердые припои применяют в тех случаях, когда требуется повышенная механическая прочность соединений, а также при пайке соединений, работающих в условиях повышенных температур. К пайке твердыми припоями прибегают только тогда, когда невозможно или нецелесообразно применять сварку.

§ 4.2.2. ФЛЮСЫ ДЛЯ ПАЙКИ МЯГКИМИ ПРИПОЯМИ

По характеру действия флюсы подразделяются на активные (кислотные) и бескислотные.

Кислотные флюсы содержат в своем составе соляную кислоту или ее соли, активно растворяющие окислы металлов. В судовых электромонтажных работах они не применяются, так как остатки флюса после пайки вызывают интенсивную коррозию.

Наиболее широко используются бескислотные флюсы на базе канифоли (канифоль, спирто-канифольный и глицерино-канифольный флюсы). Канифоль слабо активна, и потому применение этих флюсов требует тщательной предварительной зачистки спаиваемых поверхностей. Эффективность действия бескислотных флюсов повышают путем введения в их состав активирующих элементов (флюсы ЛТИ). При использовании активированных флюсов предварительная зачистка поверхностей металлов не нужна; достаточно лишь произвести их обезжиривание. После пайки остатки флюса удаляют протиркой спиртом или ацетоном.

§ 4.2.3. УГОЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ПРИВАРКИ НАКОНЕЧНИКОВ

Угольные электроды (угли сварочные) изготавливают в виде стержней диаметром от 4 до 18 мм по ГОСТ 4425—72. Для приварки наконечников к жилам кабелей используют стержни диаметром 4 или 6 мм, поставляемые длиной 250 мм. Удельное сопротивление углей не более 10^{-4} Ом·м.

§ 4.2.4. СОСТАВ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ

Токопроводящее покрытие применяется в работах по заземлению металлических оплеток (см. разделы 5 и 7).

Состав токопроводящего покрытия (в весовых частях):

1. Эпоксидная смола ЭД-5 по ГОСТ 10587—76	100
2. Тнокол жидкий марки 1 по МРТУ 6-04 № 156—63	50
3. Полиэфир МГФ-9 по ТУ 6-01-450—76	10
4. Полиэтиленполиамин (отвердитель) по ТУ 6-02-594—75	8
5. Латунный порошок	350—450

Латунный порошок получают в результате механической обработки болванки из латуни ЛС59-1 по ГОСТ 15527—70 диаметром 70—100 мм. Обработка выполняется на токарном станке с помощью специального приспособления, составленного из 20—25 резцов, закрепленных в обойме и установленных на резцедержателе станка. Резцы изготавливают из пластин инструментальной стали У8А—У10А твердостью HRC 62—64. В качестве материала можно использовать также полотно механической ножовки. Режущие кромки резцов затачивают по форме проходных резцов. Режим резания: продольная подача 0,4 мм, частота вращения болванки 760 об/мин.

После получения порошок просеивают через два сита: сначала с ячейками 0,8 мм, затем — с ячейками 0,4 мм.

Приготовление токопроводящего покрытия производится на специально оборудованном участке в вытяжном шкафу. В полиэтиленовую или металлическую кювету отвешивают компоненты 1—4 и тщательно перемешивают в течение 5—7 мин. Затем небольшими порциями добавляют латунный порошок. После добавления каждой порции порошка смесь должна быть перемешана. Далее токопроводящее покрытие расфасовывают в стаканчики из плотной бумаги. При доставке на судно стаканчики должны быть закрыты кружками из картона или алюминиевой фольги.

Жизненность компаунда приблизительно 3 ч, поэтому он должен готовиться непосредственно перед употреблением.

Глава 4.3. ТВЕРДЫЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 4.3.1. ЛАКОТКАНИ И СТЕКЛОТКАНИ

Электроизоляционные лакоткани и стеклоткани представляют собой гибкий материал, изготовленный на основе тканей из натуральных и синтетических волокон и стеклоткани, пропитанных электроизоляционным лаком или пленкообразующим составом. Данные материалы применяются при изготовлении электрических машин, дросселей, трансформаторов, в качестве изоляционных прокладок и выпускаются следующих марок: ЛШМС-105, ЛШМ-105, ЛКМ-105, ЛХМ-105, ЛХММ-105, ЛСЭ-105/130, ЛСК-155/180, ЛСКЛ-155.

В обозначении марок буквы и числа означают:

первая по порядку буква: Л — лакоткань;

вторая по порядку буква: Х — хлопчатобумажная, Ш — шелковая, К — капроновая, С — стеклянная;

третья по порядку буква: М — на основе масляного лака, Б — на основе битумно-масляно-алкидного лака, К — на основе кремнийорганического лака;

четвертая по порядку буква: М — маслостойкая, Л — липкая.

Числа означают температуру, характеризующую нагревостойкость лакоткани и стеклоткани.

Сортамент лакотканей и стеклотканей дан в табл. 4.5. Их механические, физические, электротехнические свойства указаны ниже в табл. 4.12.

Таблица 4.5

Сортамент лакотканей и стеклотканей электроизоляционных

Марка	Номер ГОСТа	Толщина ткани мм,		Цвет
		<i>h</i>	Δh	
ЛШМС-105	2214—78	0,04; 0,05; 0,06; 0,1	+0,01	Желто-коричневый
ЛШМ-105		0,08; 0,1	$\pm 0,01$	
		0,12; 0,15	+0,01 —0,02	

Марка	Номер ГОСТа	Толщина ткани, мм,		Цвет
		<i>h</i>	Δh	
ЛКМ-105	2214—78	0,1	$\pm 0,01$	Желто-коричневый
ЛХМ-105		0,12; 0,15	$+0,01$ $-0,02$	
		0,15; 0,17	$+0,01$ $-0,02$	
		0,2; 0,24	$\pm 0,02$	
ЛХММ-105		0,3	$+0,02$ $-0,03$	
	0,17; 0,2; 0,24	$\pm 0,02$		
ЛСЭ-105/130	10156—78	0,12; 0,17	$+0,01$ $-0,02$	От светло-желтого до коричневого
ЛСК-155/180		0,15; 0,2; 0,24	$+0,02$	
		0,05; 0,06; 0,08; 0,1	$+0,01$ $-0,02$	
		0,12; 0,15; 0,17	$\pm 0,02$	
ЛСКЛ-155		0,2	$+0,02$ $-0,03$	
	0,12; 0,15	$\pm 0,02$		

§ 4.3.2. ТРУБКИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

Сортамент электроизоляционных трубок дан в табл. 4.6.

Трубки электроизоляционные лакированные хлопчатобумажные ТЛВ изготавливаются из неотбеленной хлопчатобумажной пряжи гребенного прочеса высших и первых сортов и из изоляционных лаков на основе льняного масла. Применяются для изоляции концов обмоток, выводов дросселей, монтажных проводов и т. д.

Трубки электроизоляционные лакированные из стекловолокна ТЭС, ТКС изготавливаются из уплотненного стеклошнура и лака эпоксидно-полиэфирного ЭСП-1 и кремнийорганического К-44. Обладают высокой теплостойкостью, хорошей эластичностью при перегибах и хорошим сопротивлением истиранию лаковой пленки. Применяются для изоляции выводных концов трансформаторов и дросселей, монтажных проводов и других электроэлементов, работающих при повышенных температурах и в тропическом климате.

Трубки поливинилхлоридные ТВ изготавливаются из винилхлоридного пластика методом шприцевания. Обладают хорошими электроизоляционными свойствами, влагонепроницаемостью, бензо- и маслостойкостью, высокой эластич-

Сортамент трубок электроизоляционных

Таблица 4.6

Марка или материал трубки	Номер ГОСТа	Внутренний диаметр, мм		Толщина стенки, мм	Цвет
		d	Δ d		
ТЛВ	9614—75	0,75	+0,2	0,5±0,1	От желтого до коричне- вого
		1,5; 2; 3; 4	+0,4	0,7±0,2	
		5, 6, 8, 10	+0,7	0,8±0,2	
ТЭС, ТКС	10699—72	1,5; 2; 3	±0,3	0,4±0,15	Натураль- ный
		4, 5	±0,4	0,5±0,2	
		8, 10	±0,5	0,6±0,2	
ТВ-40, ТВ-40Т, ТВ-50	19034—73	1	±0,2	0,4	Белый, жел- тый, крас- ный, светло- синий, чер- ный и на- туральный
		1,5; 2; 2,5; 3	±0,25		
		4, 5	±0,25	0,6	
		6	±0,3		
		8	±0,5		
		10, 12	±0,5	0,7	
		16	±0,8	0,9	
		20, 25	±1	1,5	
		30	±1,3	1,4	
		40	±2	1,75	
Фторо- пласт-4Д	—	0,3; 0,5; 0,6; 0,8; 1	±0,15	0,2 ^{+0,06} _{-0,02}	От белого до светло- коричнево- го
		1,6		0,3 ^{+0,09} _{-0,03}	
		2,5; 3		0,4 ^{+0,12} _{-0,04}	
		4, 5	±0,3	0,6 ^{+0,09} _{-0,03}	
		8		1,5 ^{+0,225} _{-0,075}	

ностью при плюсовых температурах. Недостатком их является хрупкость при низких температурах. При перегреве трубки разлагаются с выделением хлористого водорода, действующего на металл, а под влиянием света изменяют окраску.

Трубки ТВ-40Т предназначены для работы в тропическом климате.

Трубки из фторопласта-4Д обладают высокой механической прочностью при растяжении, высокой эластичностью, отличными электроизоляционными свойствами и высокой химической стойкостью. Применяются для изоляции монтажных проводов, а также в изделиях, работающих в различных агрессивных средах.

Механические, физические, электротехнические свойства электроизоляционных трубок указаны в табл. 4.12.

§ 4.3.3. ЛЕНТЫ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

Сортамент изоляционных лент дан в табл. 4.7.

Лента изоляционная прорезиненная ИПОЛ, 2ППЛ представляет собой хлопчатобумажную ткань, на поверхность которой нанесена липкая резиновая смесь. Применяется для изоляции проводов, обмоток, электроэлементов и т. д. Плотность ленты 1,4 г/см³.

Таблица 4.7

Сортамент лент электроизоляционных

Марка или материал	Номер ГОСТа	Толщина, мм	Ширина, мм	Цвет
ИПОЛ 2ППЛ	2162—78	0,25—0,35	10, 15, 20 25	Черный Натуральный
Полиэтиленовая липкая	—	0,08—0,1	30, 50, 100	Различный
ЛЭС	5937—68	0,08 0,2	10, 16, 20 25, 35, 50	От белого до светло-серого
ЛВ-40	17617—72	0,65 0,9 1,35 1,5	10 20, 40 40 20, 105	Различный
ПВХ	16214—70	0,2 0,3 0,4	15 20 30	Натуральный
Фторопласт-4	18999—73	0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,6; 2,0; 3,0	40, 100	От белого до светло-серого
Микалента ЛМЧ-ББ, ЛФС-ТТ	4268—75	0,1; 0,17	10, 15, 20	Натуральный или черный
Хлопчатобумажная: киперная	4514—78	0,45 0,22 0,12	10, 12, 15, 20 20 12, 20	Натуральный
миткалевая				
батистовая				

Лента выпускается двух типов: тип 1 — односторонняя (резиновая смесь нанесена с одной стороны ткани) и тип 2 — двусторонняя. В условном обозначении марок буквы означают: П — промышленного применения; ОЛ и ПЛ — соответственно обычной и повышенной липкости.

Лента полиэтиленовая с липким слоем представляет собой полиэтиленовую пленку с нанесенным на нее клеем на основе полиизобутилена. Наклейку ленты производят только при плюсовых температурах. Лента используется для изоляции проводов, обмоток, электроэлементов и др. Отличается морозостойкостью, горит. Плотность ленты 0,92—1,03 г/см³.

Лента электроизоляционная ЛЭС изготавливается из крученых стеклянных нитей. Обладает высокой теплостойкостью и эластичностью. Применяется для изоляции обмоток электрических машин и аппаратов нагревостойкого исполнения, работающих в условиях тропического климата.

Лента поливинилхлоридная ЛВ-40 представляет собой термопластичный поливинилхлоридный пластикат. Обладает хорошими электроизоляционными свойствами, бензо- и маслостойкостью, высокой эластичностью при плюсовых температурах. Применяется при выполнении различных электромонтажных работ. Идет на изготовление поясков для увязки жгутов в распределительных устройствах (рис. 4.2). Недостатком ленты является хрупкость при низких тем-



Рис. 4.2. Поясок (а) и застёжка (б) для увязки жгутов в распределительных устройствах.

пературах. При перегреве разлагается с выделением хлористого водорода, отрицательно воздействующего на металл и эмалевую изоляцию привода.

Лента поливинилхлоридная ПВХ изготавливается из поливинилхлоридного пластика с последующим нанесением подклеивающего слоя. Обладает хорошими электроизоляционными свойствами, эластичностью при плюсовых и хрупкостью при минусовых температурах, хорошей липкостью и химической стойкостью; при вынесении из пламени не горит. Широко применяется в различных электромонтажных работах.

Лента из фторопласта-4 представляет собой термопластичную пластмассу, полученную механическим способом из заготовок фторопласта-4 марки А. Обладает высокой механической прочностью, эластичностью, хорошими электроизоляционными свойствами и высокой химической стойкостью. Применяется для изоляции проводов в различной аппаратуре.

Микалента ЛМЧ-ББ, ЛФС-ТТ состоит из щипаной слюды, склеенной связывающим веществом, с одной или двумя подложками из микалентной бумаги или стеклоткани. Обладает хорошими электроизоляционными и механическими свойствами, а также удовлетворительной гибкостью в холодном состоянии. Светлая лента обладает повышенной теплостойкостью. Применяется для изоляции секций, стержней и катушек электрических машин и др.

Ленты изоляционные хлопчатобумажные (киперная, миткалевая, батистовая) вырабатываются из хлопчатобумажной пряжи. Применяются для изоляции обмоток электрических машин, трансформаторов и др.

Свойства некоторых типов лент указаны в табл. 4.12.

§ 4.3.4. БУМАГА, КАРТОН, ФИБРА

Сортамент бумаги и картона электроизоляционных, а также фибры дан в табл. 4.8; их электротехнические и физические свойства указаны в табл. 4.9.

Бумага электроизоляционная пропиточная ЭИП равномерна на просвет, обладает хорошими механическими и электротехническими свойствами, высокой влагопоглощаемостью. Применяется для межвитковой электроизоляции, для производства электротехнического гетинакса.

Бумага конденсаторная КОН тонкая, равномерна на просвет, обладает удовлетворительными механическими и электроизоляционными свойствами, высокой влагопоглощаемостью. Применяется для межвитковой изоляции дросселей и трансформаторов, а также в качестве диэлектриков бумажных конденсаторов низкого напряжения (до 500 В).

Таблица 4.8

Сортамент бумаги, картона электроизоляционных и фибры

Марка или материал	Номер ГОСТа	Толщина, мм	Ширина, мм	Цвет
ЭИП-50 ЭИП-66Б ЭИП-78	3441—77	0,09	500, 1000	Натуральный
		0,11	1000, 1500	»
		0,13	500	»
		0,008	До 50	»
КОН	1908—77	0,01	50—100	»
		0,12	100—300	»
		0,015; 0,022; 0,03	Свыше 300	»
К-080	645—67	0,08	500, 650, 750	Натуральный, красный, си- ний, зеленый
К-120		0,12		
К-170		0,17		
КТ-04	3553—73	0,04	500	То же
КТ-05		0,05		
Картон ЭВ	2824—75	0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3	500—1020	Натуральный
Фибра листовая: ФТ	14613—69	0,4—25	—	Натуральный, красный, чер- ный, темно-се- рый, коричне- вый
ФЭ		0,6—3	—	Натуральный

Бумага кабельная К-080, К-120, К-170 обладает сравнительно высокими механическими и электротехническими свойствами, высокой влагопоглощаемостью. Применяется в береговых установках для изоляции силовых кабелей, обмоток катушек, крепежных шпилек трансформаторов, для межвитковой изоляции и т. д.

Бумага телефонная КТ-04, КТ-05 обладает высокой влагопоглощаемостью. Предназначается для электрической изоляции жил береговых телефонных кабелей, межвитковой и межобмоточной изоляции трансформаторов, изоляционных прокладок и т. д.

Картон электроизоляционный ЭВ вырабатывается из тряпичного волокна и сульфатной целлюлозы без применения проклеивающих веществ. Обладает высокой влагопоглощаемостью. Применяется для изготовления электроизоляционных деталей, работающих в воздушной среде, в производстве гильз, каркасов, шайб, прокладок, для межвитковой пазовой изоляции.

Таблица 4.9

Электротехнические и физические свойства бумаги, картона и фибры

Материал	Плотность, г/см ³	Разрывное усилие, Н	Удельное электрическое сопротивление, Ом·см	Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 50 Гц	Электрическая прочность, кВ/мм
Бумага:					
ЭИП-50	0,57	25—70	10 ⁹	0,02	5
ЭИП-66Б					
ЭИП-78					
КОН	1,0	—	—	0,0016—0,0028	—
К-080	0,76	40—185	10 ⁹	0,02	8—9
К-120					
К-170					
КТ-04	0,8	15—62	10 ⁹	0,02	8
КТ-05					
Картон ЭВ	0,95—1,15	35—90	—	—	8—11
Фибра листовая:					
ФТ	1,1—1,2	5000—7500	10 ⁷	—	3,5—7
ФЭ					

Фибра листовая изготавливается из непроклеенной бумаги, обработанной водным раствором хлористого цинка. Обладает сравнительно высокой плотностью и механической прочностью. Применяется в качестве электроизоляционного материала для электрических машин, прокладок и др.

§ 4.3.5. СЛОИСТЫЕ ПЛАСТИКИ

К слоистым пластикам относятся: гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, древесный слоистый пластик, декоративный бумажно-слоистый пластик.

Сортамент слоистых пластиков приведен в табл. 4.10 и 4.11, а их свойства указаны в табл. 4.12.

Гетинакс электротехнический I и III — слоистый прессованный материал, состоящий из двух или более слоев целлюлозной бумаги, пропитанной термоактивной смолой. Обладает повышенными механическими и удовлетворительными электроизоляционными свойствами. Гетинакс марки I предназначен для изготовления изделий, работающих на воздухе и в трансформаторном масле, марки III — в условиях повышенной влажности.

Гетинакс фольгированный состоит из гетинакса и красно-медной электролитической оксидированной фольги, нанесенной с одной стороны (ГФ-1-35) или с двух сторон (ГФ-2-50). Применяется для изготовления печатных плат приборов, работающих в обычных климатических условиях.

Текстолит подложный ПТК — слоистый пластический материал, получаемый путем прессования полотнищ ткани, пропитанной искусственной фенолформальдегидной или крезолоальдегидной смолой либо смесью этих смол. Обладает хорошими механическими свойствами и повышенной влагопоглощаемостью. Применяется для изготовления деталей приборов, не требующих высоких электротехнических свойств (кронштейны, зубчатые колеса, платы и др.).

Текстолит листовой электротехнический А и ВЧ — слоистый прессованный материал, состоящий из двух и более слоев хлопчатобумажной ткани, пропитан-

Таблица 4.10

Сортамент гетинакса, текстолита, стеклотекстолита

Материал	Номер ГОСТа	Толщина, мм	Цвет
Гетинакс I	2718—74	0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 3; 4	Коричневый
Гетинакс III		5; 6; 8; 10; 12; 15; 16; 20; 25; 30; 35; 40	»
Гетинакс фольгированный ГФ-1-35, ГФ-2-50	10316—78	1,5; 2; 2,5; 3	Не регламентируется
Текстолит:			
ПТК	5—78	0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 15; 16; 18; 20; 25; 30; 35; 40; 50; 55; 60	От светло-желтого до темно-коричневого
А, ВЧ	2910—74	0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 15; 16; 18; 20; 25; 30; 35; 40; 48; 50	То же
Стержни текстолитовые	5385—74	8; 13; 18; 25; 40; 60	»
Стеклотекстолит:			
СТЭФ	12652—74	0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5	От серого до светло-коричневого
СТЭФ		1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 16; 20; 22; 30	От серого до светло-кремового
СТ-II		0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5	То же
СТК		0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 5; 6; 10	От светло-желтого до светло-коричневого
Стеклотекстолит фольгированный СФ-1-35, СФ-2-35	10316—78	1; 1,5; 2; 2,5; 3	Не регламентируется

Таблица 4.11

Сортамент древесных слоистых пластиков

Марка	Номинальные размеры, мм		
	Длина	Ширина	Толщина
ДСП-В-Э	700, 1100, 1500, 2300, 4800, 5600	800, 900, 1000, 1100, 1200	1,0; 1,5; 2; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0; 15—60
ДСП-Б-Э	700, 1100, 1500, 2300, 4700, 5600	1000, 1100, 1200	15, 20, 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60

Механические, физические, электротехнические и техно

Материал	Плотность, г/см ³	Рабочая температура, °C	Предел прочности при растяжении, Н/см ²
Лакоткань	1—1,2	До +105	70—640
Стеклоткань	1,6—1,8	» +180	250—1700
Трубка:			
ТЛВ	1,1—1,15	От -50 до +105	30—120
ТЭС	1,6—1,8	» -50 » +130	—
ТКС		» -50 » +180	
ТВ-40	1,2—1,6	» -40 » +70	1500
ТВ-40Т	2,1—2,4	» -196 » +250	3000
из фторопласта-4Д			
Лента:			
ЛЭС	1,4	» -60 » +300	—
ЛВ-40	1,2—1,6	» -40 » +70	1500
ПХЛ	1,4	» -40 » +40	800
из фторопласта-4	2,1—2,3	» -60 » +250	1500
Микалента:			
ЛМЧ-ББ	2,2	» +130 » +180	25
ЛФС-ТТ			
Гетинакс:			
I	1,3—1,4	От -65 до +105	8000
III			7000
ГФ-1-35	1,4—1,81	» -60 » +85	—
ГФ-2-50			
Текстолит:			
ПТК	1,3—1,4	» -60 » +105	10 000
А, ВЧ	1,3—1,4	» -65 » +105	3500—4500
Стержни текстолитовые	1,25—1,4	» -60 » +105	4000—9000
Стеклотекстолит:			
СТЭФ	1,6—1,9	» -60 » +155	1700
СТЭФ-1			2000
СТ-II	1,6—1,9	» -60 » +155	1000
СТК	1,6—1,8	» -60 » +180	900
СФ-1-35	1,7—2,47	» -60 » +180	2000
СФ-2-35			
Пластики древесные:			
ДСП-В-Э	1,3	—	1400
ДСП-Б-Э			2600

логические свойства электроизоляционных материалов

Удельное электрическое сопротивление при верхнем пределе рабочей температуры, Ом·см	Электрическая прочность, кВ/мм (среднее значение)	Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 10 ⁶ Гц	Относительное удлинение, %	Возможные технологические операции
10 ⁹ —10 ¹³	3—5	—	6—10	Обработка резанием, склеивание
10 ⁹ —10 ¹³	3,8—6,5	—	6	
—	2,5—5	—	—	
—	2—5	—	—	
5·10 ¹¹	—	—	180	
10 ¹¹	—	—	250	Обработка резанием, сварка током высокой частоты Склеивание Обработка резанием
10 ¹⁷	—	—	—	
10 ¹² —10 ¹³	3—4	10 ⁴	180	
5·10 ¹¹	—	—	—	
10 ¹³	—	—	100	
10 ¹⁴	40	0,0002—0,0003	150	Обработка резанием; гибка
10 ¹⁴	11—18	—	—	
10 ¹³	—	—	—	
10 ¹⁰	15	0,04	—	
10 ¹²	—	0,038	—	
10 ⁹	—	0,07	—	Распиловка, сверление, фрезерование, штамповка, обработка резанием
—	5—8	0,07	1	
10 ⁸ —10 ¹⁰	8	—	—	
—	20—30	0,03	—	
10 ¹² —10 ¹³	12	—	—	
10 ⁹ —10 ¹²	10—12	0,2	—	Распиловка, сверление, точение, шлифование
10 ¹¹	—	0,025	—	
5·10 ¹²	—	0,03	—	
10 ¹³	—	—	—	
—	—	0,1	—	

ной терморезистивной фенолоформальдегидной электроизоляционной смолой резольного типа. Обладает удовлетворительными механическими и электроизоляционными свойствами, высокой влагопоглощаемостью. Для повышения электротехнических свойств рекомендуется готовые изделия подвергать тщательной бакелизации. Применяется для изготовления изделий, работающих на воздухе или в трансформаторном масле при температурах от -65 до $+105^{\circ}\text{C}$.

Стержни текстолитовые электротехнические представляют собой слоистый прессованный материал, состоящий из нескольких слоев хлопчатобумажной ткани, пропитанной терморезистивной фенолоформальдегидной смолой резольного типа. Обладает хорошей механической прочностью, удовлетворительными электроизоляционными свойствами и высокой влагопоглощаемостью. Применяется для изготовления различных электроизоляционных и конструктивных изделий.

Стеклотекстолит электротехнический СТЭФ и СТЭФ-1 состоит из двух или более слоев бесщелочной стеклоткани, пропитанной эпоксидно-фенольной смолой. Получается путем прессования и последующей термической обработки. Обладает хорошими механическими и электротехническими свойствами, высокой термостойкостью. Применяется для изготовления электроизоляционных деталей, подвергающихся в процессе работы нагреву или несущих большие нагрузки, а также деталей, работающих в условиях тропического климата.

Стеклотекстолит электротехнический СТ-II — слоистый прессованный материал, состоящий из двух или более слоев стеклянной ткани, пропитанной терморезистивной смолой. Обладает высокими электротехническими и механическими свойствами, высокой термостойкостью. Применяется для изготовления деталей, подвергающихся в процессе работы нагреву, а также деталей, работающих в условиях тропического климата.

Стеклотекстолит СТК — слоистый материал, изготовленный путем горячего прессования бесщелочной стеклоткани, пропитанной кремнийорганической смолой типа К-41. Обладает высокой термостойкостью, высокими механическими и электротехническими свойствами. Применяется для изготовления электроизоляционных деталей теплостойкого и тропического исполнений.

Стеклотекстолит фольгированный СФ-1-35 и СФ-2-35 состоит из стеклотекстолита и красно-медной электролитической фольги, нанесенной на него с одной стороны или с двух сторон. Для его изготовления используются искусственная терморезистивная смола и клеевые вещества. Применяется для изготовления печатных плат приборов.

Пластики древесные слоистые (ГОСТ 13913—68 и ГОСТ 20966—75) представляют собой слоистый материал, изготовленный из листов лущеного шпона, склеенных искусственными смолами резольного типа. Для изготовления конструктивных и электроизоляционных деталей аппаратуры высокого напряжения, электрических машин и т. п. применяются пластики марок ДСП-Б-Э и ДСП-В-Э.

Декоративный бумажно-слоистый пластик (ГОСТ 9590—76) применяется при изготовлении и отделке мебели, стен, перегородок и других элементов в жи-

лых, общественных и промышленных зданиях. Листы этого пластика выпускаются одноцветными и многоцветными толщиной 1; 1,3; 1,6; 2,0; 2,5; 3; 4 и 5 мм.

§ 4.3.6. АСБЕСТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бумага асбестовая (ГОСТ 9426—75) применяется в качестве теплостойкого диэлектрика в электрических машинах и аппаратах. Выпускается толщиной 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,8; 1 мм.

Картон асбестовый (ГОСТ 2850—75) применяется в качестве огнезащитного термоизоляционного или электроизоляционного материала. Выпускается толщиной 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6 мм. Плотность картона 1,0—1,3 г/см³. Предел прочности — от 60 до 120 Н/см².

Асбогетинакс марки А-1 (ТУ 16-503-007—67) — листовый слоистый материал, полученный горячим прессованием асбестовой бумаги, содержащей не более 20% небеленой сульфатной целлюлозы и пропитанной эпоксидно-фенолоформальдегидной смолой терморезистивного типа. Асбогетинакс предназначен для работы на воздухе при температуре до 130°C . Выпускается толщиной 2; 2,5; 5; 10 мм.

Асботекстолит (ГОСТ 16360—70) — листовый слоистый пластик горячего прессования, изготавливаемый из нескольких слоев асбестовой ткани, пропитанной бакелитовой смолой. Применяется для изготовления деталей с повышенной термостойкостью и хорошими механическими свойствами. Выпускается толщиной 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 28, 30, 32, 35, 37, 38, 40, 45, 50, 55, 60 мм.

§ 4.3.7. ШПАГАТ И НИТКИ

Шпагат и нитки применяются для увязки жгутов проводов. Выпускаются следующих видов:

- 1) нитки швейные хлопчатобумажные № 00, 1, 3, 4, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 (ГОСТ 6309—73);
- 2) нитки швейные из капрона № 9, 13, 15, 18 (ТУ РСФСР 17-2710—68);
- 3) нить стеклянная крученая марки НС (ГОСТ 8325—78);
- 4) шнуры крученые хлопчатобумажные арт. 631, 632 (ГОСТ 17306—71);
- 5) шпагат увязочный из лубяных волокон двухниточный и одниточный № 1, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15 (ГОСТ 17308—71).

§ 4.3.8. РЕЗИНЫ

В зависимости от области применения при выборе резин учитывают следующие их свойства: кислотощелочестойкость, маслостойкость, морозостойкость, термостойкость.

Сортамент и механические свойства резин, наиболее часто применяемых в электромонтажных работах, приведены в табл. 4.13.

Таблица 4.13

кие свойства резин

Сортамент и механические свойства резин		
Марка, вид, ГОСТ, ТУ	Сортамент	Характеристика резины по твердости
ГОСТ 7338—77	Пластины: (250÷1000)×(250÷800)×(2÷60) мм Рулоны: (500÷10 000)×(200÷1750)×(0,5÷50) мм	Мягкая, средней и повышенной твердости

Рабочая температура, °C	Свойства	Назначение
От -30 до $+50$	Кислотощелочестойкая, термостойкая, морозостойкая, маслостойкая	Для изготовления прокладок, клапанов, уплотнителей, амортизаторов

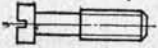
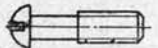
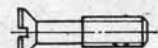
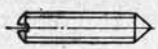
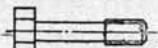
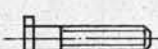
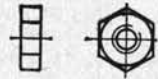
Марка, вид, ГОСТ, ТУ	Сортамент	Характеристика резины по твердости
ГОСТ 6467—69	Шнур сечения: круглого $\varnothing$ 2—60 мм квадратного 2—60 мм прямоугольного $(3 \div \div 50) \times (6 \div 60)$ мм	Мягкая, средней и повышенной твердости
С 571 ТУ 38-1051082—76	Невулканизированная резина	Мягкая
ПИ	Невулканизированная резина толщиной 0,4—0,8 мм	—
ПШ		—
ПШН ТУ 38-1051082—76		—
Губчатая ТУ 38-105867—75	Вулканизированные пластины: $(200 \div 500) \times (200 \div \div 500) \times (3 \div 75)$ мм	Губчатая с двумя пленками
ИРП-1036 ТУ 38-105537—73	Вулканизированный шнур	Губчатая с пленкой
1, 2, 3, 4 ГОСТ 5496—78	Трубки с внутренним диаметром от 2 до 40 мм и толщиной стенки от 1,25 до 8 мм	Мягкая, средней и повышенной твердости
Дробленая ТУ 38-105378—77	Крошка размером 1,0 и 1,5 мм	—

Рабочая температура, °С	Свойства	Назначение
От —30 до +50	Теплостойкая, морозостойкая, маслбензостойкая	Для изготовления прокладок, уплотнителей
От —30 до +50	Маслбензостойкая	Для изготовления уплотнителей, вкладышей, упоров
От —30 до +50	Теплостойкая, морозостойкая	Для ремонта резиновой изоляции проводов и кабеля, починки и сращивания кабеля, шлангов и т. д.
» —45 » +50 » —30 » +100	Теплостойкая, морозостойкая, маслбензостойкая	Для ремонта шланговой оболочки кабеля Для починки, ремонта и сращивания кабеля при присоединении его к металлической втулке методом вулканизации
От —30 до +70	Теплостойкая, морозостойкая	Для изготовления прокладок, амортизаторов, уплотнений групповых сальников, кабеля и т. д.
От —40 до +70	Теплостойкая, морозостойкая	Для изготовления уплотнительных прокладок часто открывающихся люков, приборов
От —30 до +50	Кислотощелочестойкая, теплостойкая, морозостойкая, маслбензостойкая	Для подачи жидкостей, воздуха, газов
—	—	Для изготовления заливочных компаундов

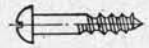
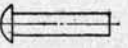
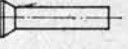
Винты, гайки, шайбы, шпильки, заклепки, шурупы, болты и штифты предназначены для соединения и крепления деталей и узлов различных конструкций. Внешний вид этих крепежных изделий и номера ГОСТов, по которым они изготовлены, приведены в табл. 4.14.

Таблица 4.14

Номенклатура крепежных изделий

Изделия	Номер ГОСТа	Эскиз	Диаметр резьбы, мм
Винты:			
с цилиндрической головкой	1491—72		1—12
с полукруглой головкой	17473—72		1,6—10
с потайной головкой	17475—72		1—10
установочные с коническим концом	1476—65		1,6—10
с шестигранной головкой	10338—63		6—16
Болты:			
с шестигранной головкой	7805—70		1,6—48
с шестигранной уменьшенной головкой	7808—70		8—48
Гайки:			
шестигранные	5927—70		1,6—36
шестигранные низкие	5929—70		6—36
шестигранные с уменьшенным размером «под ключ»	2524—70		8—24
Шайбы:			
плоские	11371—78		1—24

Продолжение табл. 4.14

Изделия	Номер ГОСТа	Эскиз	Диаметр резьбы, мм
уменьшенные	10450—78		2—24
пружинные	6402—70		2—24
Шурупы:			
с полукруглой головкой	1144—70		1,6—1,0
с потайной головкой	1145—70		1,6—10
Заклепки:			
с полукруглой головкой	10299—68		1—10
с потайной головкой	10300—68		1—8

ВНЕШНИЙ МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В состав работ по внешнему монтажу электрооборудования входят: затяжка кабелей, их укладка в конструкциях для крепления, разводка, крепление, ввод, разделка, штатная маркировка, заземление металлических оплеток кабелей и уплотнение мест прохода кабелей через водонепроницаемые конструкции (палубы, переборки и корпуса электрооборудования).

Затяжка — технологический процесс размещения кабелей от одного прибора до другого с заготовительных барабанов и бухт в нужной последовательности по трассам в соответствии с установкой конструкций для крепления.

Укладка — размещение кабелей в конструкциях для крепления пучка в нужном порядке с применением временных приспособлений, вязок и т. п.

Разводка — процесс укладки и крепления концов затянутых кабелей у мест ввода в электрооборудование на участке за последней конструкцией для крепления пучка, обеспечивающий подвод каждого кабеля к соответствующему сальнику или отверстию.

Понятия «затяжка», «укладка» и «разводка» обычно объединяются в понятие «прокладка кабелей».

Крепление — фиксация кабелей в неподвижном положении с помощью той или иной конструкции для крепления.

Ввод кабелей — процесс введения кабелей в корпуса электрооборудования через соответствующие каждому кабелю отверстия и отрезка кабелей на нужную длину для их подключения к соответствующим контактам.

Разделка — удаление с кабелей на нужную длину всех внешних защитных и изоляционных оболочек, за исключением изоляции токоведущих жил.

Штатная маркировка — процесс снятия с кабелей монтажных (временных) прессшпанных маркировочных бирок и установки штатных (постоянных) латунных или фибровых бирок.

Заземление металлических оплеток — технологический процесс соединения металлических оплеток кабелей с корпусом судна.

Сведения об уплотнении мест прохода кабелей приведены в разделе 6.

Глава 5.1. ПРОКЛАДКА, КРЕПЛЕНИЕ, РАЗДЕЛКА, ВВОД И МАРКИРОВКА КАБЕЛЕЙ

§ 5.1.1. СПОСОБЫ ЗАТЯЖКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ И МЕСТНЫХ КАБЕЛЕЙ

Магистральными называют кабели, проходящие через водонепроницаемые переборки, палубы или наружную обшивку. Местные кабели прокладываются в пределах одного помещения или группы помещений, ограниченных главными водонепроницаемыми конструкциями набора корпуса судна.

Применяют три основных способа затяжки магистральных кабелей: транзитный, односторонний и двусторонний. При любом способе контроль за расположением кабелей по трассе в процессе затяжки производится с помощью контрольных переборок и стоп-марок.

Контрольной называют первую переборку, через которую проходят кабели в направлении затяжки, за исключением транзитных переборок при транзитном способе затяжки.

Стоп-маркой называют кольцевую марку, накладываемую на кабель на заранее рассчитанных расстояниях от его концов. Подход стоп-марки к контрольной переборке служит сигналом для окончания затяжки и начала укладки данного кабеля одновременно в двух направлениях от контрольной переборки.

Пункт подачи кабелей — помещение, из которого проводят затяжку кабелей.

Организационно наиболее простым является транзитный способ, при котором все кабели подают транзитом из одного пункта и протягивают вдоль трассы до подхода стоп-марок к соответствующим контрольным переборкам.

При одностороннем способе кабели для затяжки подают из нескольких пунктов до подхода стоп-марок к контрольным переборкам.

При двустороннем способе кабели подают из одного пункта, расположенного примерно на равных расстояниях от концов трассы. Вначале затягивают один конец кабеля в одном направлении трассы до подхода стоп-марки к контрольной переборке, затем второй конец кабеля сматывают с барабана и укладывают на специальном помосте «восьмеркой», после чего затягивают его в другом направлении трассы.

Транзитный и односторонний способы применяют при длине кабелей до 50 м, двусторонний — при длине кабелей свыше 50 м. Работы производятся в соответствии со схемами затяжки, определяющими очередность затяжки пучков кабелей по трассам, способы затяжки, пункты подачи кабеля, расстановку монтажников и размещение технологической оснастки, а также очередность и направление затяжки кабелей в каждом данном пучке, контрольные переборки, места ответвлений пучков от основной трассы и их адреса.

Затяжка местных кабелей обычно производится произвольным способом. Кабель можно подавать из нескольких пунктов подачи, определяемых бригадой монтажников на месте.

§ 5.1.2. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАТЯЖКИ И УКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

Затяжка кабелей производится после выполнения доизоляционных и послезоляционных подготовительных работ, включающих установку конструкций для крепления электрооборудования и кабелей, конструкций,

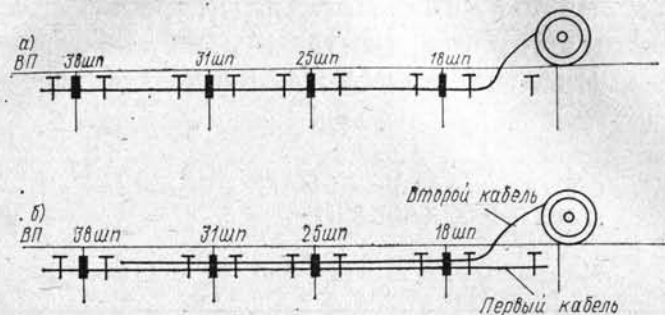


Рис. 5.1. Порядок затяжки и укладки магистральных кабелей с подачей в одном направлении: а — первого кабеля; б — второго кабеля.
ВП — верхняя палуба.

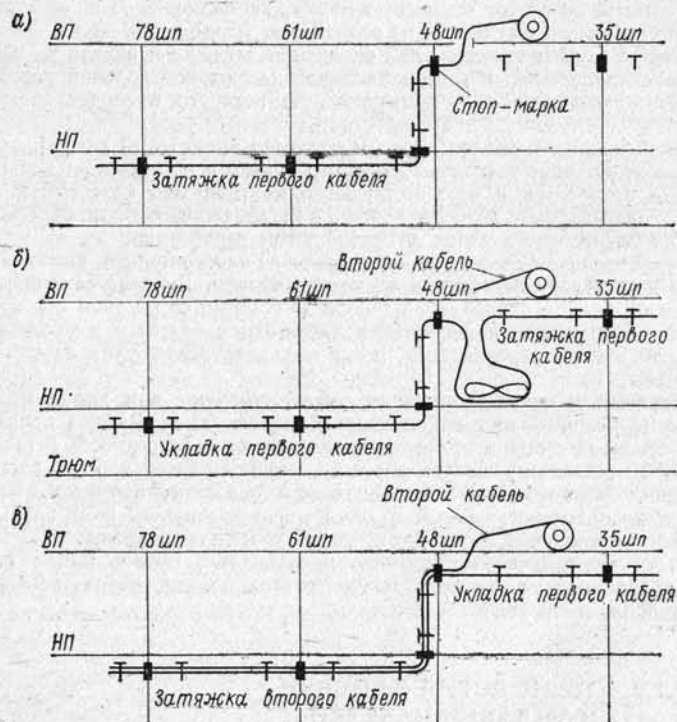


Рис. 5.2. Порядок затяжки и укладки кабелей при двустороннем способе: а — I этап; б — II этап; в — III этап.
ВП — верхняя палуба; НП — нижняя палуба.

обеспечивающих проход кабелей через детали набора корпуса судна, а также установку электрооборудования. До начала затяжки выполняют, кроме того, следующие подготовительные работы: производят временный демонтаж электрооборудования, мешающего прокладке кабелей; устанавливают штатные кабельные скобы на один винт; устанавливают временные кронштейны в местах, где невозможно окончательно выложить кабель при затяжке; получают бирки для штатной маркировки кабелей и вспомогательные материалы; проверяют наличие освещения в помещениях по трассе затяжки кабелей и установку необходимых лесов, подмостей и ограждений; готовят групповые сальники и коробки в соответствии с инструкциями по уплотнению; проверяют готовность пунктов подачи кабелей по линии; наблюдают за доставкой и расстановкой барабанов с магистральными кабелями; монтируют и опробуют в действии громкоговорящую связь на крупных судах, насыщенных кабелем большой длины.

На период затяжки должны быть прекращены все электросварочные и газорезательные работы вблизи трассы. По возможности рекомендуется прекратить все другие работы в помещениях, где производится затяжка кабеля.

Основные правила затяжки магистральных кабелей:

1. Каждый кабель следует затягивать по всей трассе до места назначения и после затяжки сразу же окончательно укладывать и маркировать штатными бирками (на расстоянии 50—80 мм от места ввода в прибор).

2. Укладка кабеля производится от контрольной переборки в направлении затяжки.

3. При укладке кабель следует увязывать на поворотах и через 2—3 м на прямолинейных участках трассы.

4. При необходимости бухтовки концов кабелей бухта должна быть подвешена в седлообразной подвеске.

5. При прокладке кабелей в отдельных случаях допускается перекрещивание их внутри пучков, в том числе в местах отвода кабелей из пучка, у проходов через переборки, в местах разводки кабелей у электрооборудования.

6. Для того чтобы предохранить кабель от повреждений, следует разматывать кабельный барабан вращением его за щеки (запрещается разматывать барабан, прилагая усилия к концу кабеля). В процессе затяжки запрещается волочить кабель по настилу палубы, набору и т. д., изгибать на радиус, меньший чем 10 его диаметров, ходить по кабелю, бросать и класть на него какие-либо предметы. Особые меры предосторожности следует соблюдать при затяжке кабелей с пластмассовой изоляцией. Затягивать такие кабели следует только по роликам, не допуская трения об уложенный кабель, подвески, какие-либо кромки, стенки и т. д.

Порядок затяжки и укладки кабелей в одном направлении показан на рис. 5.1.

При двустороннем способе затяжки работы выполняют в несколько этапов (рис. 5.2):

I этап. Затягивают один конец кабеля в направлении контрольной переборки до подхода к ней стоп-марки (рис. 5.2, а).

II этап. Окончательно укладывают и маркируют у переборок один конец кабеля, начиная от контрольной переборки до места назначения; параллельно с этим другой конец кабеля укладывают в восьмерку (рис. 5.3) и затягивают в противоположную сторону от контрольной переборки (рис. 5.2, б).

III этап. Параллельно с укладкой конца первого кабеля в восьмерку затягивают второй кабель в той же последовательности, что и первый (рис. 5.2, в).

Затяжка и укладка последующих кабелей проводится аналогично. При укладке восьмеркой радиус изгиба кабеля должен не менее чем в 15 раз превышать его наружный диаметр. Затяжку кабелей рекомендуется производить с применением специальных роликовых приспособлений, временно устанавливаемых на прямолинейных участках трасс, на поворотах и в местах прохода трасс через конструкции набора корпуса (см. § 8.2.1).

В процессе укладки, разводки и ввода кабеля следует учитывать, что радиус их изгиба должен не менее чем в пять раз превышать диаметр кабеля, а

для кабелей указанных ниже типов отношение радиуса изгиба к диаметру кабеля должно составлять:

Кабели	
Герметизированные с резиновой изоляцией и числом жил свыше трех	8
Радиочастотные мощные в свинцовой оболочке	15
Радиочастотные в пластмассовой оболочке (при температуре ниже +5° С)	10
КШР	15
РКМГЭ 10/60; 20/60	11
РКМГЭ 1/50; 1/75	20
КТСГ-40	8

Как исключение при вводе кабелей в электрооборудование в труднодоступных местах для всех марок кабелей допускается радиус изгиба, равный трехкратному наружному диаметру кабелей при числе перегибов в одном месте не более двух.

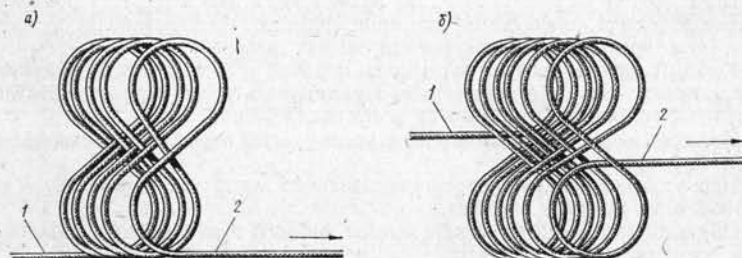


Рис. 5.3. Укладка кабелей восьмеркой: а — правильная; б — неправильная.

1 — затянутый и закрепленный конец кабеля; 2 — затягиваемый конец кабеля.

Увязку трасс кабелей производят в следующих местах: на прямых участках трассы через три—пять креплений, на поворотах трассы и в местах отвода части кабелей от основной трассы, у выхода трассы из группового сальника или кабельной коробки.

Увязку трасс кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией необходимо производить:

- а) для трассы кабелей сечением до 100 см² — пеньковым шнуром диаметром до 3 мм, а для кабелей с металлической оплеткой допускается применять обрезки жил сечением 1—1,5 мм² (из отходов);
- б) для трасс кабелей сечением до 400 см² — пеньковой веревкой диаметром 6—8 мм или киперной лентой шириной 20 мм;
- в) для трасс кабелей сечением свыше 400 см² — пеньковой веревкой диаметром 15—20 мм или специальными ремнями.

§ 5.1.3. ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ

Крепление кабелей производится после окончания затяжки и укладки по всей длине данной трассы или пучка. Примеры наиболее распространенных узлов крепления показаны на рис. 5.4. Кроме того, кабели прокладывают и крепят в каналах, желобах и на поддонах.

Для того чтобы предохранить кабели от пережатия и механических повреждений, а также исключить электрохимическую коррозию при контактировании разнородных металлов, применяют защитные прокладки. В сухих помещениях применяют прокладки из прессшпана толщиной 0,5—1,5 мм, в сырых помещениях и во всех помещениях судов исполнения ОМ или ТМ — из поливинилхлоридного пластика ТУ 6-05-061-18—72 толщиной 1—2 мм. Ширина прокладки должна быть на 4 мм больше ширины крепящей скобы.

При креплении в конструкциях из легкого сплава прокладки устанавливают по периметру пучка (для кабелей в резиновой оболочке с металлической оплеткой и для кабелей в пластмассовой оболочке с металлической оплеткой и без нее); при креплении в стальных конструкциях прокладку устанавливают под крепящей скобой (для кабелей с пластмассовой изоляцией без металлической оплетки; для кабелей с металлической оплеткой прокладки применяют только в сырых помещениях).

При креплении кабелей в подвесках необходимо выполнить следующие технологические операции:

- 1) выровнять на участке 1—2 м уложенные кабели так, чтобы не было слабину и провисания кабелей;

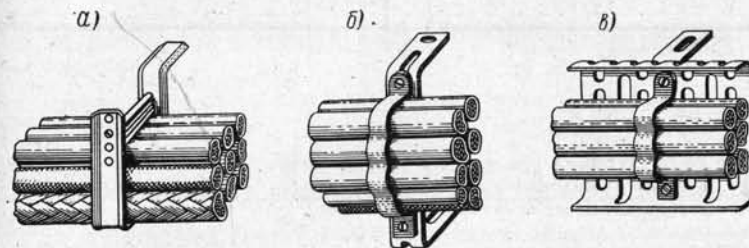


Рис. 5.4. Узлы крепления кабелей: а — в подвесках; б — на скоб-монтажных; в — на панелях.

- 2) подправить кабели на поворотах так, чтобы они плотно прилегали друг к другу и имели допустимый радиус изгиба;

- 3) снять временные крепления и вязки;
- 4) установить замки до плотного обжатия кабелей прокладками из губчатой резины, зафиксировать каждый замок и обжать крепежные винты;
- 5) выровнять кабели на следующем участке длиной 1—2 м и т. д.

При креплении скобами необходимо выполнить следующие технологические операции:

- 1) выровнять кабели во временных вязках;
- 2) заготовить скобы по конфигурации пучка;
- 3) снять одну временную вязку и вместо нее установить скобу, при необходимости проложить защитную прокладку;
- 4) выровнять кабели на участке от закрепленной скобы до следующей временной вязки и повторить операции, указанные в пп. 2, 3 и т. д.

§ 5.1.4. ЗАТЯЖКА КАБЕЛЕЙ В ТРУБЫ И ОТВЕРСТИЯ В НАБОРЕ КОРПУСА СУДНА

При затяжке одиночных кабелей в трубы (рис. 5.5) необходимо выполнить следующие технологические операции:

- 1) надеть на один конец кабеля отрезок панцирной плетенки длиной 200—250 мм и закрепить его на кабеле с помощью банджа. Если кабель затягивается в трубу со стороны сальника, то до надевания панцирной плетенки на конец кабеля следует надеть гайку и нажимные кольца трубного сальника;
- 2) продуть трубу сжатым воздухом, пропустить через нее шпагат или жесткую стальную проволоку;
- 3) к пропущенному через трубу шпагату или проволоке прикрепить стальной трос и протянуть его через трубу;
- 4) прикрепить к тросу при помощи патрона конец панцирной плетенки и затянуть кабель в трубу.

В случае затяжки в одну трубу нескольких кабелей можно применить бесконечный трос, имеющий несколько закрепленных на нем панцирных плетенок. Трос соединяется в петлю винтовым замком.

Затяжка пучков кабелей через трубы предусматривается в проекте технологии электромонтажных работ, так как требует специальной технологической подготовки — параллельной намотки всех кабелей пучка на один заготовитель-

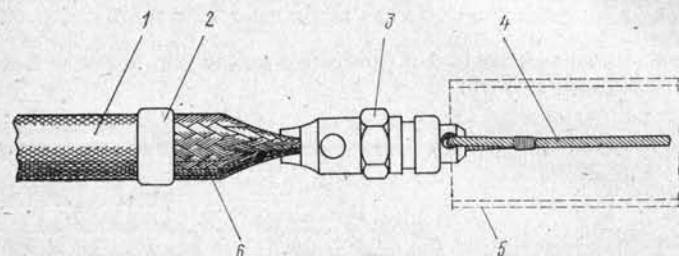


Рис. 5.5. Затяжка одиночного кабеля в трубу.

1 — кабель; 2 — бандаж из изоляционной ленты; 3 — патрон; 4 — трос; 5 — труба; 6 — отрезок панцирной плетенки.

ный барабан. Для труб, имеющих сложную конфигурацию, и для труб, расположенных под углом 45—90° к плоскости палубы судна, допускается одновременная затяжка не более трех—пяти кабелей. При затяжке пучков с кабелями различной длины в первую очередь затягивают более длинные кабели. Перед затяжкой пучка на концы кабелей надевают отрезки панцирной плетенки длиной 1—1,3 м и закрепляют их бандажом из мягкой стальной проволоки; концы плетенок присоединяют к пропущенному через трубу стальному тросу (рис. 5.6).

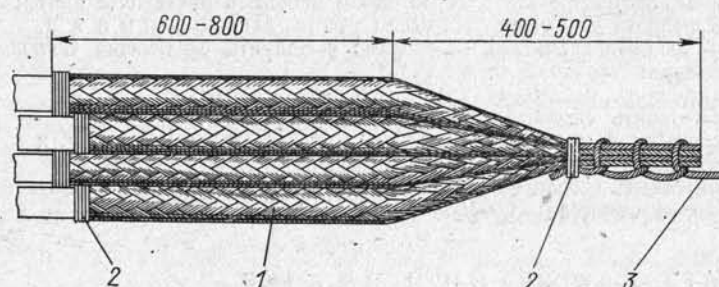


Рис. 5.6. Пучок кабелей, подготовленный к затяжке через трубу.

1 — отрезки панцирной плетенки; 2 — бандаж из мягкой стальной проволоки; 3 — стальной трос.

При совместной прокладке в трубах кабелей с пластмассовой изоляцией в экранирующей оплетке и без нее затяжку производят только пучком.

При затяжке больших пучков кабелей применяют полиспасты или лебедки. Чтобы избежать повреждения оболочек кабелей, необходимо использовать направляющие лотки или желоба (на поворотах, в местах подачи и при вводе в трубы). При затяжке кабелей в трубы, имеющие несколько изгибов, рекомендуется протирать кабели графитом или тальком для уменьшения трения.

В трубах длиной свыше 10 м пучки кабелей после затяжки и укладки их по трассе закрепляют. Узлы крепления содержат нажимную планку (замок) с про-

кладкой и нажимные болты; при ввинчивании последних нажимная планка прижимает пучки кабелей к трубе. Места установки узлов крепления и их количество предусматриваются в проектной документации в зависимости от конфигурации и длины труб. Доступ к узлам крепления обеспечивается через люки со съёмными крышками, привариваемыми к трубе.

При затяжке одиночных кабелей через сальник необходимо выполнить следующие технологические операции:

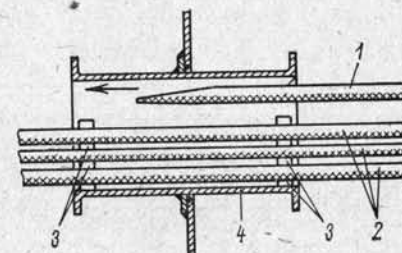
1) непосредственно перед затяжкой кабеля с соответствующего сальника снять гайку и нажимную шайбу и надеть их на кабель;

2) затянуть кабель через отверстие в гнезде сальника, не допуская сильного трения и перегибов кабеля через кромки отверстий. Нажимную шайбу и гайку сальника во время затяжки следует удерживать на расстоянии 0,3—0,5 м от гнезда;

3) по окончании затяжки нажимную шайбу вставить в гнездо и завинтить гайку сальника;

Рис. 5.7. Затяжка кабелей через кабельную коробку.

1 — очередной затягиваемый кабель; 2 — затянутые и уложенные кабели; 3 — деревянная прокладка; 4 — кабельная коробка.



4) при окончательном укладывании затянутого кабеля обеспечить его перпендикулярность к торцу гайки на расстоянии не менее двукратной длины гнезда сальника.

При выходе из трубы кабель необходимо закрепить. Расстояние от конца трубы до точки крепления должно быть не менее расстояния между двумя точками крепления этого кабеля. В случае выхода из вертикальной трубы пучка кабелей суммарным сечением свыше 100 см² над трубой должны быть предусмотрены две точки крепления кабелей с расстоянием между ними 100—150 мм.

При затяжке кабелей через кабельные коробки (рис. 5.7) необходимо выполнить следующие технологические операции:

1) в кабельной коробке с обеих сторон установить деревянные прокладки;

2) затянуть и окончательно уложить первый ряд кабелей в соответствии со схемой затяжки;

3) поверх первого ряда кабелей с обеих сторон коробки уложить деревянные прокладки;

4) затянуть и окончательно уложить второй ряд кабелей и т. д.;

5) после затяжки и укладки всего пучка кабелей деревянные прокладки, во избежание их выпадения, расклинить.

§ 5.1.5. РАЗВОДКА КАБЕЛЕЙ

Конструкции для крепления кабелей в районе разводки на чертежах обычно не указываются: их размечают по месту. Основные способы разводки показаны на рис. 5.8. В табл. 5.1 описывается, в каких случаях применяется каждый из способов.

Способы разводки кабелей и условия их применения

Способ разводки	Условия применения
Открытым веером	Если отверстия для ввода кабелей расположены на одной стороне корпуса и кабели подходят с этой стороны
Скрытым веером	Если отверстия для ввода кабелей расположены на одной стороне корпуса и кабели проходят под электрооборудованием
Открытая по периметру	В случае одиночно установленного электрооборудования, отверстия для ввода кабелей в корпусе которого расположены с двух—четырех сторон
Скрытая по периметру на индивидуальных конструкциях	Для разводки небольших пучков кабелей при стесненном расположении электрооборудования и отсутствии свободного места для открытой разводки
Скрытая по периметру на монтажной решетке	Для разводки больших пучков кабелей при стесненном расположении электрооборудования и при невозможности подвести кабели к сальникам без большого числа перекрещиваний
Комбинированная	Для разводки нескольких пучков кабелей, подходящих с разных сторон; для части кабелей используется разводка открытым веером, а для части — открытая разводка по периметру или скрытая разводка по периметру на монтажной решетке, или любой другой удобный способ
Групповая	Для разводки кабелей около группы установленных в непосредственной близости друг от друга приборов; применяется главным образом для кабелей, идущих к электроустановочной арматуре и к приборам проводной связи, установленным на общей конструкции
Разводка внешнего запаса длины кабеля	Для разводки около осветительной арматуры, где необходимо оставлять внешний запас для обеспечения двух-трех перезарядок; запас кабелей может крепиться к держателю арматуры скобами

§ 5.1.6. РАЗДЕЛКА И ВВОД КАБЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Разделка кабелей производится по месту с применением оснастки, указанной в гл. 8.2.

В общем случае место среза оболочки кабелей должно находиться на расстоянии 3—5 мм от внутренней стенки прибора, а в случае необходимости выполнения защитно-уплотнительного оконцевания и при вводе кабеля через втулку или вырез — на расстоянии 5—30 мм.

Допускается ввод кабеля в электрооборудование в шланговой оболочке, если это не затрудняет монтаж и эксплуатацию; при этом расстояние от токоведущих деталей (клеммы, зажимы, наконечники и т. д.) до места среза шланговой оболочки кабеля, заведенного в электрооборудование, должно быть не менее 12 мм.

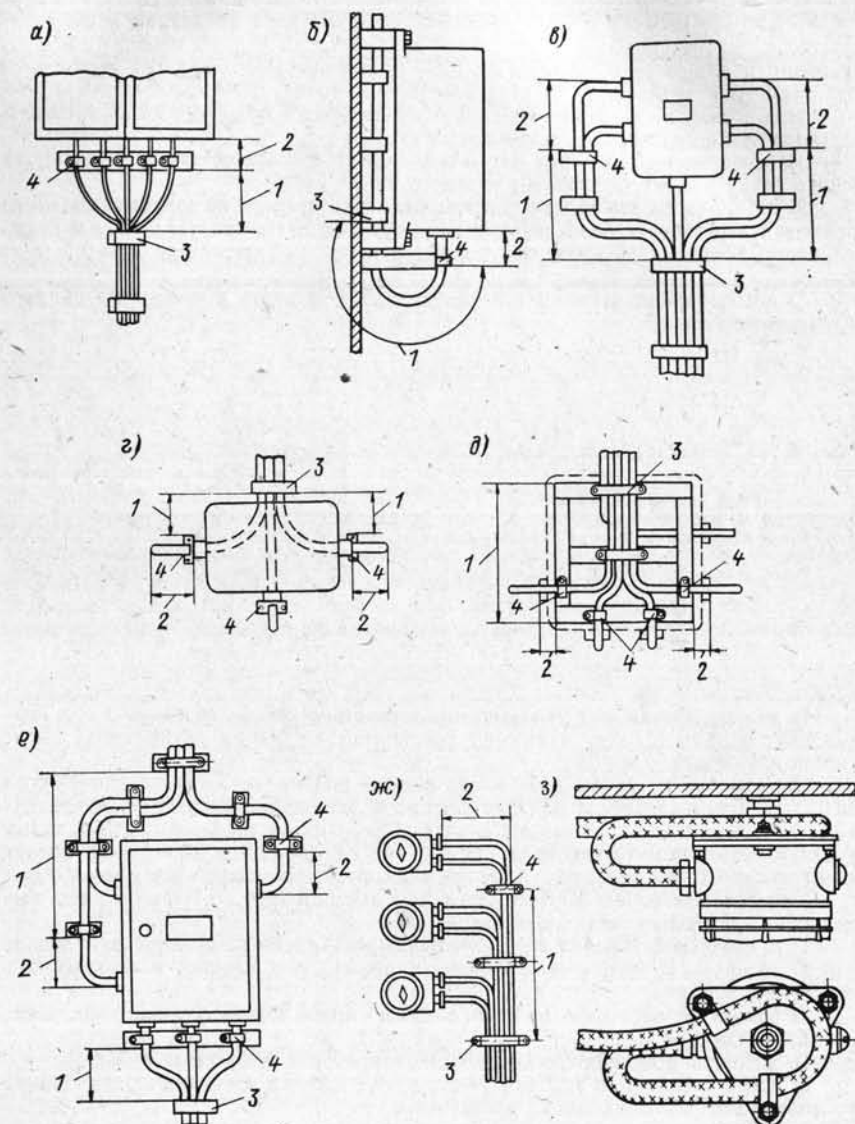


Рис. 5.8. Основные способы разводки кабелей: а — открытым веером; б — скрытым веером; в — открытая по периметру; г — скрытая по периметру на индивидуальных конструкциях; д — скрытая по периметру на монтажной решетке; е — комбинированная; жс — групповая; з — разводка внешнего запаса длины кабеля.

1 — район разводки; 2 — район ввода; 3 — последнее крепление пучка перед разводкой; 4 — последнее крепление перед вводом.

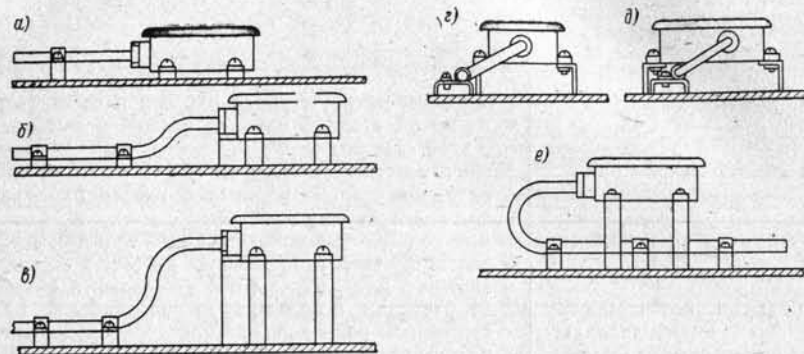


Рис. 5.9. Способы ввода кабелей: а — прямой; б — с неполным смещением; в — с полным прямым смещением; г — с наклонным смещением; д — с наклонным поворотом на 180°; е — с прямым поворотом на 180°.

Таблица 5.2

Способы ввода кабелей и условия их применения

Способ ввода	Условия применения
Прямой	При соосном расположении кабеля и отверстия для ввода
С неполным смещением кабеля в одной плоскости	При открытой разводке, если расстояние между осями кабеля и отверстия меньше двукратного допустимого радиуса изгиба данных кабелей
С полным прямым или наклонным смещением кабеля в одной плоскости (два поворота на 90° каждый)	При открытой разводке, если расстояние между осями кабеля и отверстия равно двукратному допустимому радиусу изгиба
С прямым поворотом на 180°	При скрытой разводке, если расстояние между осями кабеля и отверстия не менее двукратного допустимого радиуса изгиба
С наклонным поворотом на 180°	При скрытой разводке, если расстояние между осями кабеля и отверстия меньше двукратного допустимого радиуса изгиба
С несколькими поворотами кабеля на разных плоскостях	При невозможности ввода кабелей одним из способов, указанных выше. Применяется при вводе в соединительные коробки и переключатели некоторых типов

Способы ввода кабелей показаны на рис. 5.9. В табл. 5.2 указываются условия их применения. В электрооборудование, устанавливаемое на амортизато-

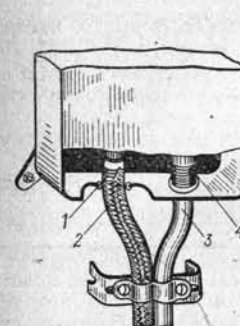


Рис. 5.10. Ввод кабеля через втулку.

1 — бандаж из поливинилхлоридной или прорезиненной изоляционной ленты на месте среза металлической оплетки; 2 — кабель в металлической оплетке; 3 — кабель в шланговой оболочке; 4 — бандаж из шпагата (покрытый лаком НЦ-62 светлым).

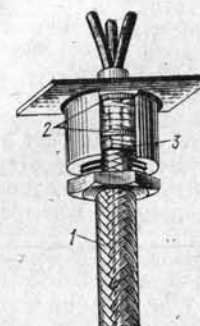


Рис. 5.11. Ввод кабеля через сальник.

1 — кабель в металлической оплетке; 2 — шайба; 3 — бандаж из изоляционной ленты.

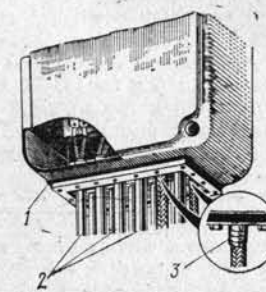


Рис. 5.12. Ввод кабелей через общий групповой сальник.

1 — уплотнительная резина; 2 — кабель; 3 — бандаж из поливинилхлоридной ленты.

рах, ввод кабелей осуществляется со слабиной, исключающей ограничение работы амортизаторов и дополнительную нагрузку на кабели.

Примеры ввода кабелей показаны на рис. 5.10—5.12.

Таблица 5.3

Размеры, мм, бирок для кабелей и проводов (рис. 5.13)

§ 5.1.7. МАРКИРОВКА КАБЕЛЕЙ

Штатная маркировка кабелей и проводов выполняется с помощью бирок (рис. 5.13). Бирки состоят

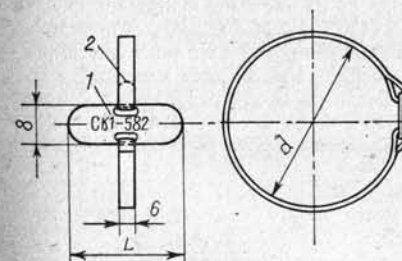


Рис. 5.13. Бирки для кабелей и проводов.

1 — пластина; 2 — поясок.

L	d	Длина пояска
25, 43	До 12	55
	12,5—30	110
	31—50	170
	51—80	260
Пример условного обозначения бирки длиной $L = 43$ мм для маркировки кабеля диаметром $d = 31 \div 50$ мм: в морском исполнении с пластиной из латуни: бирка 43-50Л; в морском исполнении с пластиной из фибры: бирка 43-50Ф; в морском тропическом исполнении: бирка 43-50/ТМ		

из пластины и пояска. Маркировочные надписи наносят на пластинках шрифтом ПО-3, ПО-4 или ПО-5 по ГОСТ 2930—62 в зависимости от количества знаков. При числе знаков до пяти применяют пластины длиной 25 мм, от шести и больше — длиной 43 мм (табл. 5.3).

Бирки изготовляют в морском и морском тропическом исполнениях. Детали бирок морского исполнения выполняют из различных материалов в зависимости от места их установки:

а) пластины при установке бирок на открытых палубах, в сырых помещениях и машинно-котельных отделениях изготовляют из латуни марок Л63, Л68 по ГОСТ 15527—70 (сортамент по ГОСТ 2208—75), а при установке бирок в постах, электростанциях и т. п. помещениях — из темной электротехнической фибры марки ФЭ по ГОСТ 14613—69;

б) пояски изготовляют из латуни марок Л63 и Л68 или из оцинкованной тонколистовой стали по ГОСТ 380—71 (сортамент по ГОСТ 8075—56).

Бирки морского тропического исполнения, устанавливаемые во всех помещениях судов с неограниченным районом плавания, изготовляют из латуни марок Л63 и Л68.

После нанесения надписей детали бирок морского исполнения покрывают с обеих сторон светлым лаком НЦ-62 по ОСТ 6-10391—74; на фибровых пластинах знаки маркировки заполняют цинковыми белилами или белой краской. Детали бирок морского тропического исполнения подвергают кадмированию (Кд9.хр) или хромированию (Н18.Х.м).

Глава 5.2. ЗАЗЕМЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПЛОТОК КАБЕЛЕЙ

§ 5.2.1. ВИДЫ И СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Сведения о видах заземления и общих требованиях к ним приведены в гл. 1.4 первого тома данного справочника.

Способы заземления и области их применения указаны в табл. 5.4.

В случае применения при заземлении пайки в помещениях используют припой марки ПОС-40, а на открытых местах — марки ПОС-61; на судах исполнения ТМ в последнем случае используют олово марки О1. Состав токопроводящего покрытия приведен в разделе 4. Латунная лента изготовляется из латуни марки Л62 толщиной 0,2 мм по ГОСТ 2208—75; при заземлении у кабельных коробок применяют ленту шириной 10 мм, под скобами — 15 мм, в подвесках 25 мм. Прокладка под скобами изготовляется из листовой свинцовой фольги толщиной 0,2 мм, плакированной оловом по ГОСТ 18394—73. Места подключения перемычек к корпусу судна или электрооборудования после монтажа покрывают грунтом ФЛ-03-К и окрашивают эмалью ПФ-115 под цвет корпуса.

Независимо от принятого способа заземления предварительно зачищают контактные поверхности и оплетку до металлического блеска. В случае применения пайки производится также продольная пропайка оплетки. Размеры пропаяваемых участков даны в табл. 5.5.

Пластмассовые оболочки кабелей легко повреждаются, поэтому во время выполнения пайки под оплетку кабеля в месте пайки следует подкладывать пластину из картона или прессшпана размером 0,5×25×200 мм.

§ 5.2.2. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ОПЛОТОК КАБЕЛЕЙ ПО ТРАССЕ

Узлы заземления оплоток одиночных кабелей с применением пайки показаны на рис. 5.14. При креплении скобой луженую латунную ленту накладывают на кабель и припаивают к пропаянному участку оплетки; установка ленты относительно скобы видна из рисунка. При однорядной прокладке

Таблица 5.4

Способы заземления металлических оплоток кабелей

Материал шланговой обо- лочка и оплетка кабеля	Заземление по трассе при кабелях, протяженных		Заземление при вводе в электрооборудование	Заземление у труб	Заземление у кабель- ных коробок
	под скобами	в подвесках			
Резиновая оболочка и медная луже- мая оплетка	Пайкой под скобой; возможно приме- нение токопрово- дящего покрытия	Пайкой латунной ленты у под- вески или то- копроводящим покрытием в подвеске	Перемычкой типа ПгН или пайкой под по- следней скобой; воз- можно применение лу- женой латунной ленты и токопроводящего по- крытия	Перемычкой типа ПгН или пай- кой под по- следней ско- бой; возможно применение то- копроводящего покрытия под последней ско- бой	При малых пучках кабелей — пайкой луженой латуни ленты или то- копроводящим покрытием в под- веске. При боль- ших пучках — токопроводящим покрытием в под- веске То же
Резиновая оболочка и стальная оцинкованная оплетка	Токопроводящим по- крытием под ско- бой	Токопроводящим покрытием в подвеске	Токопроводящим покры- тием под последней скобой	Перемычкой типа ПгН или токо- проводящим по- крытием под по- следней скобой Токопроводящим покрытием под последней ско- бой	Токопроводящим покрытием в подвеске
Пластмассовая оболочка и медная луже- мая оплетка	На открытой палу- бе — токопроводя- щим покрытием под скобой. В за- крытых помеще- ниях — с приме- нением прокладки из фольги или то- копроводящим по- крытием под ско- бой	То же	При наружном диаметре кабеля менее 5 мм — перемычкой, свитой из прядей оплетки. При наружном диаметре бо- лее 5 мм — перемыч- кой типа ПгН. Воз- можно заземление под последней скобой с при- менением прокладки из фольги или токопрово- дящего покрытия		

Таблица 5.5

Размеры, мм, проплавляемых участков при заземлении оплеток кабелей

Диаметр кабеля	Длина	Ширина
9—15	55	4
16—19	85	6
20—34	60	6
35—50	75	6
Свыше 50	95	6

кабелей применяется одна лента, а при многорядной к каждому ряду кабелей припаивают отдельную ленту. В случае прокладки кабелей по декоративной обшивке концы ленты крепят к специальной корпусной конструкции (для судов неограниченного района плавания) либо загибают на скобу под крепящий винт (рис. 5.15). При прокладке кабелей в подвесках вначале припаивают ленту заземления к нижнему ряду кабелей и присоединяют ее винтом к корпусной конструкции. Затем поочередно припаивают ленты к каждому следующему ряду кабелей, концы лент при этом припаивают к ленте заземления нижнего ряда.

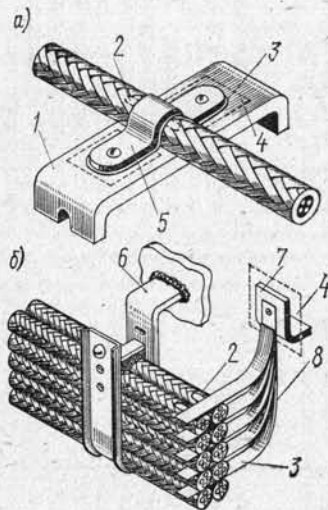


Рис. 5.14. Заземление оплеток кабеля пайкой латунной ленты: а — на скоб-мосте; б — у подвески.

1 — скоб-мост; 2 — пропаянный участок оплетки; 3 — луженая латунная лента; 4 — место окраски; 5 — скоба; 6 — подвеска; 7 — корпусная конструкция; 8 — место пайки луженых лент.

Заземление оплеток кабелей с пластмассовой оболочкой под скобами с применением прокладок из фольги не требует пайки. Прокладку из фольги, сложенной в три—пять слоев, укладывают между кабелями и луженой латунной лентой; оплетку кабеля при этом не проплавляют, а лишь зачищают и смазывают техническим вазелином. В остальном процесс заземления аналогичен изложенному выше.

Токопроводящее покрытие можно применять только в стальных конструкциях, предназначенных для крепления кабелей. Покрытие наносят на поверх-

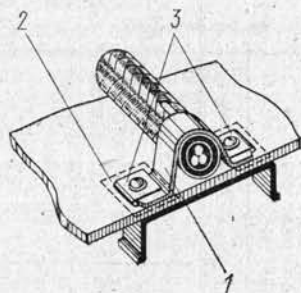


Рис. 5.15. Заземление оплетки кабеля при прокладке по декоративной обшивке.

1 — скоба; 2 — место окраски; 3 — луженая латунная лента.

ность скоб-моста и оплетку кабеля (рис. 5.16, а), при этом их предварительно зачищают и внутреннюю поверхность скобы и оплетку протирают спиртом. Скобу устанавливают непосредственно на токопроводящее покрытие. Если в пучке имеются кабели без металлической оплетки, то в случае многорядной прокладки на каждый ряд кабелей накладывают луженую латунную ленту

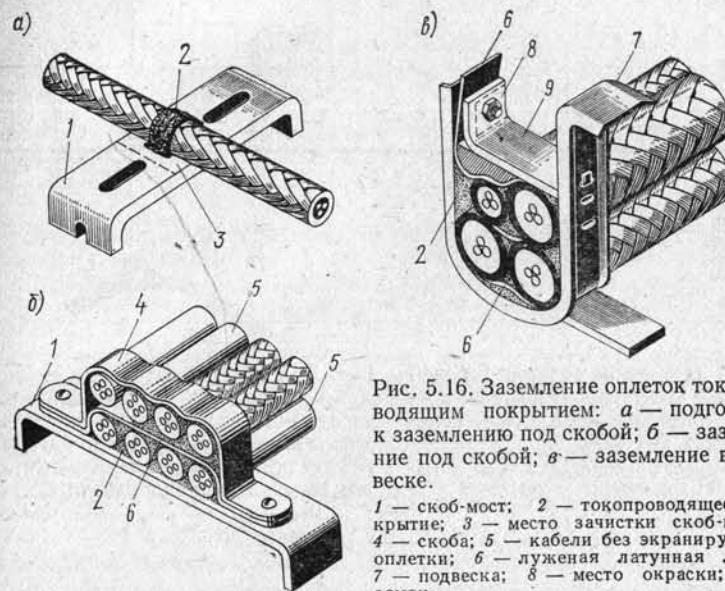


Рис. 5.16. Заземление оплеток токопроводящим покрытием: а — подготовка к заземлению под скобой; б — заземление под скобой; в — заземление в подвеске.

1 — скоб-мост; 2 — токопроводящее покрытие; 3 — место зачистки скоб-моста; 4 — скоба; 5 — кабели без экранирующей оплетки; 6 — луженая латунная лента; 7 — подвеска; 8 — место окраски; 9 — замок.

(рис. 5.16, б). Заземление оплеток в подвеске показано на рис. 5.16, в. В этом случае предварительно зачищают оплетки кабелей и подвеску у отверстия винта для крепления замка, зачищенные места оплеток протирают спиртом, а подвески — техническим вазелином. Между рядами кабелей прокладывают луженую латунную ленту, конец которой закрепляют винтом, крепящим замок.

§ 5.2.3. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ОПЛЕТОК КАБЕЛЕЙ ПРИ ВВОДЕ ИХ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Заземление оплеток при вводе в электрооборудование, как правило, производят перемычкой типа ПгН. В случаях, когда на корпусах электрооборудования отсутствуют винты заземления и последняя конструкция удалена более чем на 300 мм от места ввода, применяют луженую латунную ленту. Пример заземления показан на рис. 5.17.

В случаях использования оплетки в качестве перемычки заземления (кабели диаметром менее 5 мм в пластмассовой оболочке) у места ввода кабеля на оплетку накладывают бандаж из пяти-шести витков медной луженой проволоки диаметром 0,3—0,5 мм, конец кабеля освобождают от оплетки и к последней припаивают наконечник для подключения к винту заземления (рис. 5.18). Длина перемычки зависит от места расположения винта заземления, но не должна превышать 80 мм.

ления изоляции жил в месте соединения и восстановления защитной оболочки кабеля в месте срачивания; при необходимости выполняется также ремонт металлических оплеток.

Соединение жил стандартных сечений 1—300 мм² производится в соединительных гильзах по ГОСТ 7388—70. Пайка жил применяется при соединении жил сечением до 1,5 или 400 мм² (в медной муфте), а также жил кабелей иностранных марок.

Для восстановления пластмассовых оболочек кабелей используют эпоксидно-тиоколовый компаунд; резиновые оболочки восстанавливают тем же способом, а также методом горячей вулканизации.

При необходимости сохранить на участке срачивания минимальные диаметры кабелей применяют термоусаживаемые трубки марок ТТЭ-С, ТТЭ-Т и ТТШ по ТУМИ 471—78.

Срачивание кабелей выполняют на прямолинейных участках трасс, в местах, доступных для производства работ и осмотра при эксплуатации.

§ 5.3.2. СРАЧИВАНИЕ КАБЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭПОКСИДНО-ТИОКОЛОВОГО КОМПАУНДА

Разделка концов кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией показана на рис. 5.21, размеры элементов разделки A , B , D , B_1 , B_2 , B_3 (остальные элементы относятся к методу вулканизации) приведены в табл. 5.7 и 5.8. Соединение жил, выполненное с применением гильз для опрессовки, показано на рис. 5.22 (выбор гильз осуществляется по табл. 5.9). При пайке применяется припой ПОС-61. В качестве изоляции жил используют поливинилхлоридные трубки, предварительно надевая их на жилы одного конца кабеля

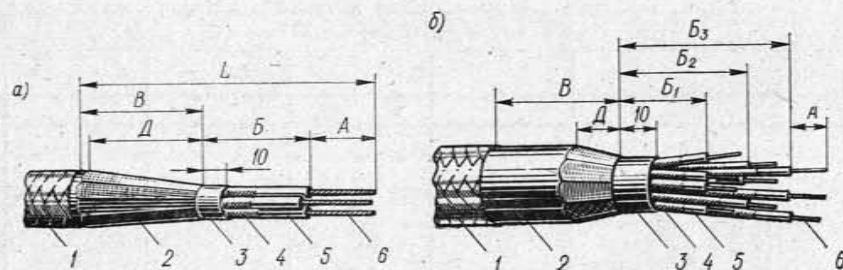


Рис. 5.21. Разделка концов кабелей перед срачиванием с применением эпоксидно-тиоколового компаунда: а — при одноповивной скрутке жил; б — при наличии нескольких повивов жил.

1 — металлическая оплетка кабеля; 2 — шланговая оболочка; 3 — прорезиненная лента; 4 — экранная оплетка жилы; 5 — изоляция жилы; 6 — токоведущая жила.

и затем сдвигая на место соединения. Компаунд заливают из шприца в поливинилхлоридную или резиновую муфту, надеваемую предварительно перед разделкой на один из концов кабеля. Муфта изготавливается из отрезков кабелей марок КМПВ и МЭРШН путем вытягивания из них жил. Внутренний диаметр муфты должен быть на 6—10 мм больше наружного диаметра срачиваемого кабеля, а длина на 100 мм больше длины соединяемых жил.

При наличии у соединяемых кабелей экрана или панцирной оплетки после разделки на один из концов надевают соответственно отрезок медной луженой плетенки ПМЛ или стальной плетенки ПСО, диаметр которых выбирается по табл. 5.10.

Таблица 5.7

Размеры, мм, элементов разделки изоляции жил одно-, двух- и трехжильных кабелей при заливке мест соединения эпоксидно-тиоколовым компаундом (рис. 5.21, а)

Сечение жилы, мм ²	A	B
0,35; 0,5; 0,75	30	60
1; 1,5; 2,5	20	60
4; 6; 10; 16	30	60
25	40	80
35; 50; 70	50	90
95	55	100
120; 150; 185	70	110
240; 300	75	120
400	80	115

Примечания: 1. Длина изоляции разделанной жилы одножильных кабелей $B = 15$ мм. 2. Для жил, подлежащих пайке, $A = 30$ мм.

Таблица 5.8

Размеры, мм, элементов разделки изоляции жил многожильных кабелей при заливке мест соединения эпоксидно-тиоколовым компаундом (рис. 5.21, б)

Число повивов в кабеле	Число ступеней разделки	Сечение жилы, мм ²	A	B ₁	B ₂	B ₃
1	1	0,35—0,75	30	60	—	—
		1—2,5	20	60	—	—
		4	30	60	—	—
2	2	0,35—0,75	30	40	120	—
		1—2,5	20	40	120	—
		4	30	30	110	—
3 и выше	3	0,35—0,75	30	60	130	200
		1—2,5	20	60	130	200

Примечания: 1. Для жил, подлежащих пайке, $A = 30$ мм. 2. Длина среза оболочки кабеля $D = 40$ мм. Конусы на пластмассовых оболочках, а также на изоляции жил допускается не срезать.

После восстановления оболочки отрезок плетенки ПМЛ сдвигают на сrostок и пропаяют со штатной оплеткой кабеля. Аналогично восстанавливают экраны жил. Отрезок плетенки ПСО закрепляют бандажом на штатной оплетке кабеля. Полученный сrostок показан на рис. 5.23.

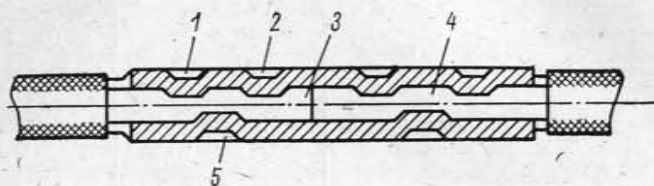


Рис. 5.22. Соединение жил гильзами для опрессовки.

1 — первая опрессовка; 2 — вторая опрессовка; 3, 4 — соединяемые жилы; 5 — третья опрессовка.

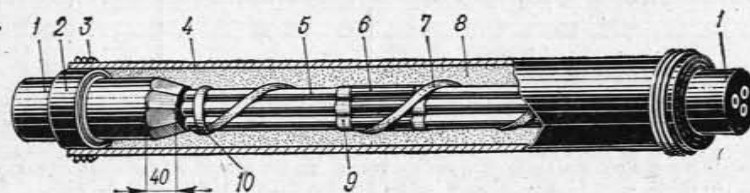


Рис. 5.23. Соединение кабелей с применением эпоксидно-тиоколовоего компаунда.

1 — шланговая оболочка соединяемых кабелей; 2 — уплотнение лентой из поливинилхлоридного пластика; 3 — проволоочный бандаж; 4 — соединительная муфта; 5 — резиновая изоляция жил; 6 — изоляционные трубки; 7 — центрирующий кордель; 8 — компаунд; 9 — изоляционная лента с липким слоем; 10 — бандаж из хлопчатобумажных ниток.

Таблица 5.9

Типоразмеры соединительных гильз для опрессовки на жилах кабелей

Сечение жилы, мм ²	Марка кабеля	Типоразмер гильз по ГОСТ 7388—70	Сечение жилы, мм ²	Марка кабеля	Типоразмер гильз по ГОСТ 7388—70
1; 1,5	КНР, НРШМ, КМПВ, КМБВ, БПВЛ	1,8—40	50	КНР, НРШМ, БПВЛ	10—100
2,5	КНР, НРШМ, КМПВ, КМБВ	2,6—40	70	КНР, НРШМ, БПВЛ	11—100
4	КМПВ, КМБВ, КНР, НРШМ, БПВЛ	2,6—40	95	КНР, НРШМ, БПВЛ	13—110
6	КНР, БПВЛ, НРШМ, КМБВ	3—60	120	КНР, НРШМ, БПВЛ	13—110
10	КНР, НРШМ, БПВЛ	4—60	150	КНР, НРШМ, БПВЛ	15—140
16	КНР, НРШМ, БПВЛ	5—60	185	КНР, НРШМ, БПВЛ	15—140
25	КНР, НРШМ, БПВЛ	6—60	240	КНР, НРШМ, БПВЛ	16—140
35	КНР, НРШМ, БПВЛ	7—80	300	КНР, НРШМ, БПВЛ	18—140
		7—80			18—140
		8—80			21—150
		9—100			23—150
		10—100			23—150
					27—150

Таблица 5.10
Тип медной луженой или стальной плетенки, используемой для восстановления экранированных и панцирных оплеток кабелей

Наружный диаметр кабеля, мм	Плетенка медная	Плетенка стальная
3—6	ПМЛ 3×6	ПСО 3×6
6—10	ПМЛ 6×10	ПСО 6×10
10—16	ПМЛ 10×16	ПСО 10×16
16—24	ПМЛ 16×24	ПСО 16×24
24—30	ПМЛ 24×30	ПСО 24×30
30—40	ПМЛ 30×40	ПСО 30×40
40—55	ПМЛ 40×55	ПСО 40×55

§ 5.3.3. СРАЩИВАНИЕ КАБЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВУЛКАНИЗАЦИИ

Разделка концов кабелей перед сращиванием показана на рис. 5.21, а размеры элементов разделки даны в табл. 5.11 и 5.12. Соединение жил и наружных металлических оплеток выполняют аналогично описанному в § 5.3.2.

Для восстановления резиновой изоляции жил кабеля применяется резина ПИ-35 толщиной 0,4—0,8 мм, для восстановления напиртовой оболочки кабеля — починочная резина ПШН-40. Вулканизацию изоляционной резины и шланговой оболочки кабеля производят отдельно. Возможна одновременная вулканизация изоляции жилы и шланговой оболочки одножильных кабелей. Жилы многожильных кабелей вулканизируют одновременно.

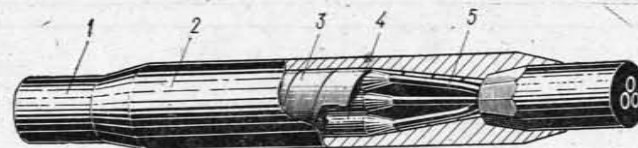


Рис. 5.24. Разрез вулканизированного сrostка кабеля.

1 — шланговая оболочка; 2 — вулканизированная резина ПШН; 3 — прорезиненная лента; 4 — вулканизированная резина ПИ; 5 — изоляция жилы.

Вулканизация починочных резин осуществляется с обжатием или свободным обогревом. Починочная резина применяется в виде ленты. Ширину ленты выбирают в соответствии с табл. 5.13. Резину ПИ-35 наносят плотными рядами вплотную на соединительную гильзу, перекрывая штатную изоляцию на 10—30 мм в зависимости от сечения жилы. Резину ПШН-40 наносят аналогично с заходом на оболочку каждого конца на расстояние, указанное в табл. 5.11, 5.12, или на расстояние, не меньшее, чем диаметр кабеля, в случае вулканизации свободным обогревом. Радиальная толщина намотки резины ПИ-35 равна радиальной толщине изоляции или превышает ее на 25%, а для резины ПШН-40 — в 1,5—2 раза больше радиальной толщины оболочки.

При вулканизации методом свободного обогрева для создания давления участок жилы или кабеля с наложенной починочной резиной тщательно пересыпают тальком и туго внахлест обматывают прорезиненной миткалевой лентой шириной 10—30 мм, концы которой закрепляют изоляционной лентой. Поверх

Таблица 5.11

Размеры, мм, элементов разделки изоляции жил одно-, двух- и трехжильных кабелей типа КНР при вулканизации мест соединения (рис. 5.21, а)

Жильность	Сечение жилы, мм ²	А	Б	Д	В	Л
1	1; 1,5; 2,5	20	20	10	40	80
	4, 6	30	30	10	20	80
	10, 16	30	30	10	20	80
	25	40	30	10	45	115
	35, 50, 70	50	30	20	35	115
	95	55	40	20	40	135
	120	70	40	20	25	135
	150, 185	70	40	30	55	165
	240, 300	75	40	30	50	165
	400	80	40	30	45	165
2, 3	1; 1,5; 2,5	20	40	10	20	80
	4, 6	30	50	20	35	115
	10, 16	30	60	20	45	135
	25	40	60	20	35	135
	35, 50, 70	50	70	30	45	165
	95	55	80	30	50	185
	120, 150, 185	70	85	40	60	215
	240	75	85	40	55	215

Примечания: 1. Для жил, подлежащих пайке, А = 30 мм. 2. Длина конуса на изоляции жил сечением выше 10 мм² равна 20—30 мм.

Таблица 5.12

Размеры, мм, элементов разделки изоляционных многожильных кабелей типа КНР при вулканизации мест соединения (рис. 5.21, б)

Жильность	А	Б ₁	Б ₂	Д	В	$L' = \frac{2A + B_1 + B_2 + 2B}{2}$
4—7	20	40	100	15	25	115
10—19	20	50	110	25	35	135
24—48	20	70	130	35	45	165

Примечания: 1. Для жил, подлежащих пайке, А = 30 мм. 2. В таблице не указан размер Б₂, так как при соединении жил кабелей методом вулканизации разделка многожильных кабелей осуществляется двумя ступенями. 3. Размер L' используется для выбора длины вкладыша вулканизатора.

Таблица 5.13

Ширина резиновой ленты, используемой при сращивании кабелей

Тип резины	Сечение жилы, мм ²	Ширина ленты, мм	Тип резины	Диаметр кабеля, мм	Ширина ленты, мм
ПИ-35	1,0—1,5	10	ПШН-40	9,5—21	25
	2,5—6	15		22—33	30
	10—35	20		37—70	35
	50—120	25			
	150—300	35			

прорезиненной ленты плотно накладывают вполнахлеста один ряд миткалевой ленты, смоченной в воде.

Подготовленный к вулканизации кабель или пучок жил помещают в камеру вулканизатора соответствующего размера. Изоляционную резину и шланговую оболочку кабеля защищают от соприкосновения с нагретыми стенками камеры асбестовым шнуром. Время процесса вулканизации зависит от сечения жил и наружного диаметра кабеля и находится в пределах 20—100 мин при температуре вулканизации $153 \pm 3^\circ \text{C}$.

При вулканизации в обжимных вулканизаторах в зависимости от длины и диаметра намотанной резины выбирают соответствующий вкладыш и устанавливают в вулканизатор. Полученный сrostок показан на рис. 5.24.

УПЛОТНЕНИЕ МЕСТ ПРОХОДА
КАБЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ ПАЛУБЫ,
ПЕРЕБОРКИ И ПРИ ВВОДЕ
В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Условия эксплуатации требуют обеспечения непроницаемости корпуса и отдельных помещений судов в местах ввода кабелей, а также обеспечения непроницаемости корпусов электрооборудования.

При прокладке кабелей через переборки и палубы, при вводе их в электрооборудование и аппаратуру непроницаемость достигается установкой специальных уплотнительных конструкций, предотвращающих проникновение морской воды, атмосферных осадков, пара и различных жидких и газообразных веществ.

Выбор вида уплотнительной конструкции зависит от места ее установки, количества уплотняемых кабелей и параметров окружающей среды. Основные виды уплотнительных конструкций приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Основные уплотнительные конструкции и их характеристики

Уплотнительные конструкции	Количество уплотняемых кабелей	Место установки	Окружающая среда	Допустимый перепад давлений, МПа, не более
Сальники для одиночных кабелей и проводов	1	Палубы, переборки, концы труб	Вода, воздух	0,15
Патрубки уплотнительные	1—8		То же	0,15
Кабельные коробки	Пучок кабелей		Вода	0,2
Сальники приборные для одиночных кабелей	1	Корпуса приборов, выполненные из листового и литового алюминиевых сплавов	Вода, воздух	0,15
Сальники приборные групповые	Группа кабелей	Корпуса приборов водозащищенного и брызгозащищенного исполнения	То же	0,15

Уплотнительные конструкции после прокладки через них кабелей заполняют уплотнительными материалами, препятствующими проникновению жидких и газообразных сред и удерживающими кабели от перемещения.

§ 6.1.1. СПОСОБЫ УПЛОТНЕНИЯ

Способы уплотнения показаны на рис. 6.1.

Первый способ (рис. 6.1, а) сводится к созданию в уплотнении внутреннего давления посредством сжатия уплотнительного материала и кабелей.

Деформируемый уплотнительный материал заполняет свободное пространство и щели в уплотнительной конструкции, а возникающие в нем напряжения сжатия противодействуют проникновению внешней среды вдоль кабелей и по стенкам конструкции. Это напряжение необходимо поддерживать при эксплуатации судна.

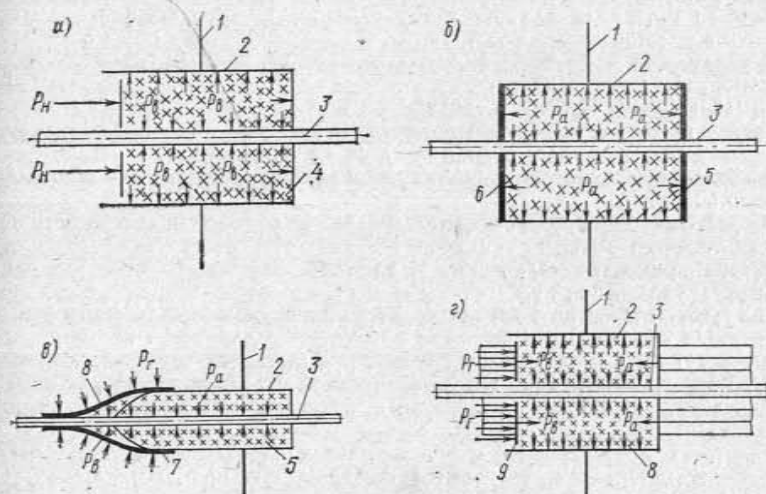


Рис. 6.1. Способы уплотнения: а — посредством сжатия уплотнительного материала (механический); б — адгезионный; в — адгезионный с самоуплотнением для одиночных кабелей; г — адгезионный с самоуплотнением для пучков кабелей.

1 — переборка; 2 — уплотнительная конструкция; 3 — кабель; 4 — уплотнительный набивочный материал; 5 — уплотнительный адгезионный материал твердый; 6 — торцевая замазка; 7 — конусная манжета-чехол резиновая; 8 — уплотнительный адгезионный материал эластичный; 9 — подвижные торцевые крышки; P_H — нажимное усилие; P_B — внутреннее давление; P_A — усилие сцепления за счет адгезии; P_R — наружное гидравлическое давление.

Второй способ (рис. 6.1, б) заключается в заполнении уплотнительных конструкций материалами, обладающими адгезией (сцеплением), т. е. способностью одного материала удерживаться на поверхности другого. Прочная связь уплотнительных материалов с оболочками кабелей и внутренней поверхностью уплотнительной конструкции препятствует усилиям на отрыв и сдвиг, противодействуя тем самым проникновению внешней среды через уплотнение.

При третьем способе уплотнения (рис. 6.1, в) эластичный адгезионный уплотнительный материал заключен в эластичную конусную оболочку — резиновый чехол, один конец которого закреплен на кабеле, а другой — на уплотнительной конструкции. При воздействии на чехол давления внешней среды создается усилие, прижимающее уплотнительный материал к кабелю и конструкции, благодаря чему достигается непроницаемость. Уплотняющая способность данной конструкции возрастает пропорционально давлению внешней

среды. При отсутствии давления внешней среды или небольшом его значении это уплотнение работает как адгезионное.

Четвертый способ (рис. 6.1, г) заключается в заполнении уплотнительной конструкции адгезионным материалом повышенной эластичности. Торцевые крышки в конструкции не закрепляются, поэтому при воздействии давления внешней среды происходит обжатие уплотнения торцевыми крышками и таким образом достигается самоуплотнение конструкции. При исчезновении или отсутствии давления внешней среды уплотнение находится в несжатом состоянии и обладает только адгезионными свойствами.

Применение одного из рассмотренных способов дает возможность создать необходимое для заданных условий уплотнение проходов кабелей, обеспечить рациональное размещение уплотнительных конструкций и удобство их эксплуатации.

Особенностью первого способа является необходимость обжатия уплотнительного материала и кабеля. Такие уплотнения выполняются с применением набивочного материала или резиновых изделий, которые обжимаются вместе с кабелем в уплотнительной конструкции. С течением времени происходит ослабление уплотнения из-за постепенного выдавливания набивочного уплотнительного материала через щели в уплотнительной конструкции и из-за деформации кабеля (образование шейки), в связи с чем необходимо периодически производить доуплотнение, т. е. обжатие материала и кабеля. Это является эксплуатационным недостатком способа, и потому он не применяется, если уплотнение должно быть расположено в труднодоступном месте или если кабель имеет пластмассовую оболочку.

Второй способ не требует обжатия кабеля. Уплотняющая способность определяется адгезией материала к оболочке кабеля и конструкции. Для этого уплотнения применяют заливочные и пастообразные адгезионные материалы.

Способы уплотнения с эластичным элементом и свободными торцевыми крышками не требуют обжатия и доуплотнения. Эти два способа отличаются тем, что уплотняющая способность в основном определяется давлением внешней среды, поэтому могут быть использованы материалы с невысокой адгезией. Уплотняющая способность конструкции возрастает по мере увеличения давления внешней среды, что позволяет применять третий и четвертый способы при повышенных давлениях.

Уплотнения, выполняемые с использованием заливочных и пастообразных адгезионных материалов, отличаются стабильностью при эксплуатации. Они применимы для судовых кабелей всех марок и не требуют сложных конструкций больших габаритов.

§ 6.1.2. ТРЕБОВАНИЯ К УПЛОТНИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Материалы, применяемые для уплотнения, должны обеспечивать непроницаемость и фиксирование кабеля в конструкциях; они должны быть надежны в эксплуатации и достаточно технологичны, т. е. удобны для выполнения работ в судовых условиях.

К уплотнительным материалам предъявляется целый ряд требований.

Общие требования:

1. Инертность. Материалы не должны разрушающе действовать на оболочки кабелей и внутреннюю поверхность уплотнительных конструкций.
2. Маслостойкость. Материалы должны противостоять разрушению при попадании на них масла или его паров.
3. Водостойкость. Материалы не должны набухать, вымываться и должны быть стойкими к воздействию морской воды.
4. Морозостойкость. При охлаждении до -50°C материалы не должны иметь усадочных трещин.
5. Негорючесть. После помещения в уплотнительные конструкции материалы не должны гореть, распространять пламя и переходить в текучее состояние при повышенной температуре.

Технические требования:

1. Водонепроницаемость при гидростатическом давлении.
2. Газонепроницаемость (герметичность) при избыточном давлении воздуха $0,02-0,03 \text{ МН/м}^2$.
3. Термостойкость. Материалы не должны изменять свои уплотнительные свойства и структуру при нагреве.
4. Материалы должны быть пригодны для уплотнения кабелей с наружной оболочкой из резины, поливинилхлорида, полиэтилена и для тех же кабелей с металлической оплеткой.
5. Желательно наличие адгезионных свойств.

Эксплуатационные требования:

1. Уплотнения должны быть стабильными и не требовать периодического обслуживания, замены уплотнительного материала или доуплотнения.
2. В необходимых случаях материалы должны быть тропикостойкими.
3. Материалы должны удовлетворять санитарным нормам по токсичности.

Технологические требования:

1. Для уплотнения кабельных коробок должны применяться литьевые адгезионные материалы с низкой вязкостью, а для патрубков — пастообразной консистенции.
2. Для уплотнения сальников одиночных кабелей могут применяться эластичные набивочные материалы и резиновые изделия.
3. Производство работ с материалами должно быть рассчитано для судовых условий и должно соответствовать требованиям техники безопасности работ и промышленной санитарии.
4. Материалы, требующие нагрева при монтаже уплотнения, применять не рекомендуется.

§ 6.1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Уплотнительные материалы в зависимости от их свойств и технологии уплотнения подразделяют на заливочный, набивочный, пастообразный материал и резиновые уплотнительные изделия.

Заливочные уплотнительные материалы. В качестве заливочного материала, применяемого для уплотнения проходов пучков кабелей, используется компаунд, содержащий синтетическую адгезионную смолу, пластифицированную тиokolом и полиэфиром. Для отверждения компаунда применяется аминный отвердитель.

После отверждения компаунд представляет собой эластичный резиноподобный материал без внутренних напряжений. Он не отслаивается и не растрескивается при колебаниях температуры.

Физико-механические показатели компаунда

Жизненность при окружающей температуре $+10^{\circ}\text{C}$ и выше	25 мин
Адгезия (на сдвиг):	
к оболочкам кабелей	$0,7-1 \text{ МН/м}^2$
к металлам	$2-4 \text{ МН/м}^2$
Время отверждения:	
начальная стадия	24 ч
полное отверждение	6-10 сут
Эластичность отвержденного компаунда	40-70 единиц
Допустимая рабочая температура:	
в длительном режиме	От -50 до $+85^{\circ}\text{C}$
в кратковременном режиме	$+95^{\circ}\text{C}$
Набухание:	
в морской воде	0,18% за 30 сут
в соляровом масле	0,12% за 30 сут
Предел прочности при растяжении	3 МН/м ²
Относительное удлинение при разрыве	50%
Коэффициент линейного расширения	$127 \cdot 10^{-6}$
Теплопроводность	$16,3 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot ^{\circ}\text{C)}$
Плотность	$1,27-1,3 \text{ г/см}^3$
Вязкость	20-30 Па·с

Компаунд представляет собой композицию, в состав которой входят следующие компоненты: смола эпоксидная ЭД-5 по ГОСТ 10587—76; тикол жидкий НВБ-2 по ГОСТ 12812—72; полиэфир МГФ-9 по ТУ 6-01-450—70; полиэтиленполиамин по ТУ 6-02-594—70 (отвердитель).

В коробку с проложенными кабелями компаунд вводится в жидком виде. Через 6—8 сут компаунд в коробке полимеризуется, приобретает резиноподобные свойства и прочно связывается с кабелями и конструкцией. Отвердитель вводится непосредственно перед заливкой компаунда в уплотнительные конструкции. Компаунд не требует нагрева для отверждения и имеет при отверждении незначительную усадку.

Приготавливается компаунд путем механического размешивания компонентов на месте производства работ. Для предотвращения вредного действия на людей, работающих с этими материалами, смешивание компонентов компаунда и его заливку следует производить с применением технологической оснастки, исключающей контакт с кожей рук.

Санитарные правила требуют, чтобы приготовление компаунда осуществлялось в изолированных помещениях. Помещения, в которых приготавливается и где применяется компаунд, должны быть оборудованы системой вентиляции для удаления летучих выделений. Все операции должны выполняться в спецодежде, с соблюдением санитарных правил.

Компаунд в отвержденном состоянии нетоксичен и тропикостоек.

Пастообразный материал. Пастообразный компаунд, применяемый для уплотнения сальников и патрубков, представляет собой эпоксидно-тиколовый компаунд с наполнителем. Заполнение компаундом уплотнительных конструкций производится после введения (смешиванием) в него отвердителя.

В качестве наполнителя в компаунд добавляется дробленая резина (резиновая крошка). Количество вводимого наполнителя не регламентируется и колеблется в пределах 30—40 вес. ч. на 100 вес. ч. компаунда.

Пастообразный компаунд обладает теми же свойствами, что и заливочный компаунд.

Набивочный материал. Набивочные массы применяются для уплотнения сальников с одиночными кабелями, имеющими резиновую изоляцию. Они представляют собой термопластичный аморфный материал на основе полиизобутилена с асбестовым наполнителем.

Наибольшее распространение из набивочных материалов получила масса 421А, выпускаемая в виде пластин. Из пластин массы нарезают полоски, которые набивают в сальники с кабелем.

Для уплотнения масса 421А требует наличия нажимных элементов в уплотнительных конструкциях.

Физико-механические свойства массы 421А

Пластичность при температуре +70°С	0,05—0,035
Водопоглощение за 72 ч	0,5%
Плотность	1,18—1,38 г/см³

Резиновые уплотнительные изделия. Уплотнения с помощью резиновых изделий в виде колец прямоугольного сечения применяются в основном для сальников электрооборудования и служат для обжима кабеля.

Необходимость широкой номенклатуры колец в зависимости от диаметра кабеля ограничивает их применение по сравнению с набивочными и пастообразными массами.

Глава 6.2. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

§ 6.2.1. ВЫБОР ВИДА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Выбор вида уплотнительных конструкций производится в соответствии с табл. 6.2. В таблице указаны также способы контроля уплотнений.

§ 6.2.2. САЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОХОДА ОДИНОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ

Типы сальников указаны в табл. 6.3, а их конструктивные размеры — в табл. 6.4—6.9 и на рис. 6.2.

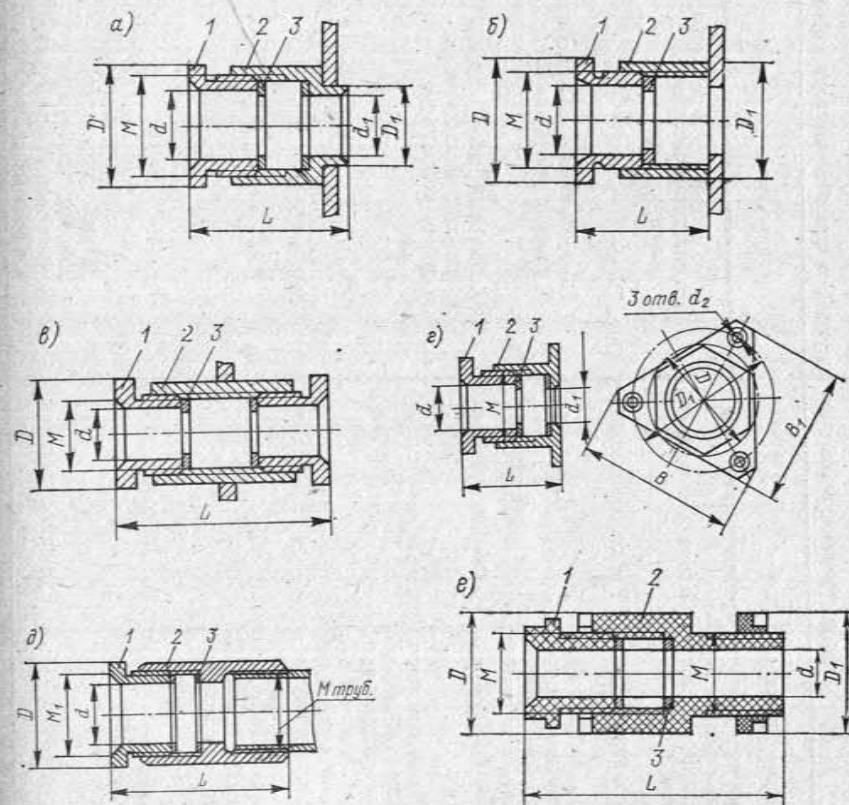


Рис. 6.2. Сальники для одиночных кабелей: а — типа СКРО; б — типа СКСО; в — типа СКСД; г — типа СКПФ; д — типа СКПТ; е — типа СКПП. 1 — гайка; 2 — корпус; 3 — шайба.

Типоразмер сальника выбирается в зависимости от наружного диаметра кабеля (см. табл. 6.4—6.9).

Виды уплотнительных конструкций и способы контроля уплотнений

Расположение уплотнения	Уплотнительная конструкция	Уплотнительный материал	Способы контроля уплотнения
Проходы пучков кабелей: через водонепроницаемые переборки и палубы	Кабельные коробки	Эпоксидно-тиколовый компаунд (литьевой)	Проверка заполнения коробки компаундом; наддув смежного помещения воздухом до $(2 \div 3) \cdot 10^4$ Па; обдув воздухом под давлением
Проходы групп кабелей (до восьми) через водонепроницаемые переборки и палубы	Капельные коробки для труб	То же	
Проходы одиночных кабелей: через палубы в трубах	Патрубки	Пастообразный эпоксидно-тиколовый компаунд	
через переборки при расположении кабеля в труднодоступных местах и в случае пластмассовой обложки кабеля	Сальники трубные	Асбестовый шнур, пропитанный эпоксидно-тиколовым компаундом	Проверка удерживания кабеля в сальнике от продольного перемещения; проверка заполнения сальника уплотнительным материалом; обдув воздухом под давлением
через переборки в случае резиновой обложки кабеля	Сальники	То же	Проверка удерживания кабеля в сальнике от продольного перемещения; обдув воздухом под давлением; проверка отсутствия выдвливания массы и ослабления затяга гайки сальника
Ввод в электрооборудование и аппаратуру кабелей с обложкой: резиновой пластмассовой; одиночный кабель	»	Масса 421А	Проверка удерживания кабеля в сальнике от продольного перемещения; проверка заполнения сальника уплотнительным материалом
группа кабелей	»	То же	
	Групповой сальник	Асбестовый шнур, пропитанный эпоксидно-тиколовым компаундом	
		Пастообразный эпоксидно-тиколовый компаунд	

Таблица 6.3

Сальники для одиночных кабелей и проводов по ГОСТ 4860.2—76

Тип сальника	Способ крепления	Область применения
Трубный СКПТ	На резьбе (резьба для гнезда сальника нарезается непосредственно на трубе)	Судовые корпусные конструкции водонепроницаемого и герметичного исполнений
Фланцевый СКПФ	Винтами	Электрооборудование, аппаратура водонепроницаемого и герметичного исполнений
Односторонний СКРО	Развальцовкой	
Односторонний СКСО	Сваркой	Электрооборудование, аппаратура, судовые корпусные конструкции водонепроницаемого и герметичного исполнений
Пластмассовый СКПП	Привертной гайкой	
Двусторонний СКСД	Сваркой	Судовые корпусные конструкции водонепроницаемого и герметичного исполнений, требующие повышенной надежности уплотнения кабеля

Таблица 6.4

Конструктивные размеры, мм, сальников односторонних типа СКРО (рис. 6.2, а)

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	d ₁	L, не более	Размеры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКРО-16	M16×1	21,9	12	10	8	37	8×14	От 4 до 8
СКРО-20	M20×1	25,4	17	14	12	42	12×18	Св. 6 до 12
СКРО-27	M27×1,5	36,9	21	20	16	49	12×24 14×24 16×24	Св. 8 до 16
СКРО-33	M33×1,5	41,6	27	25	20	54	18×30 20×30	Св. 12 до 20
СКРО-42	M42×2	53	34	32	28	67	22×38 24×38 26×38 28×38	Св. 14 до 28
СКРО-48	M48×2	57,5	38	36	32	69	24×44 26×44 28×44 30×44 32×44	Св. 16 до 32

Продолжение табл. 6.4

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	d ₁	L, не более	Размеры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКРО-60	M60×3	75	50	45	40	75	34×55 36×55 40×55	Св. 26 до 40
СКРО-76	M76×3	92,4	64	60	56	83	44×71 48×71 52×71 56×71	Св. 40 до 55
СКРО-90	M90×3	103,9	82	80	70	86	60×84 64×84 70×84	Св. 55 до 70

Таблица 6.5
Конструктивные размеры, мм, сальников кабельных приварных типа СКСО (рис. 6.2, б)

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	L	Размеры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКСО-16	M16×1	21,9	20	10	29	5×14 8×14	От 4 до 8
СКСО-20	M20×1	25,4	25	14	34	12×18	Св. 6 до 12
СКСО-27	M27×1,5	36,9	32	20	41	12×24 14×24 16×24	Св. 8 до 16
СКСО-33	M33×1,5	41,6	38	25	44	18×30 20×30	Св. 12 до 20
СКСО-42	M42×2	53	48	32	56	22×38 24×38 26×38 28×38	Св. 14 до 28
СКСО-48	M48×2	57,5	54	36	58	24×44 26×44 28×44 30×44 32×44	Св. 16 до 32
СКСО-60	M60×3	75	70	45	64	34×55 36×55 40×55	Св. 26 до 40

Продолжение табл. 6.5

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	L	Размеры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКСО-76	M76×3	92,4	83	60	69	44×71 48×71 52×71 56×71	Св. 40 до 55
СКСО-90	M90×3	103,9	102	80	72	60×84 64×84 70×84	Св. 52 до 70

Таблица 6.6
Конструктивные размеры, мм, сальников двусторонних типа СКСД (рис. 6.2, в)

Типоразмеры сальников	M	D	d	L, не более	Размеры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКСД-16	M16×1	21,9	10	61	8×14	От 4 до 8
СКСД-20	M20×1	25,4	14	72	12×18	Св. 6 до 12
СКСД-27	M27×1,5	36,9	20	86	12×24 14×24 16×24	Св. 8 до 16
СКСД-33	M33×1,5	41,6	25	89	18×30 20×30	Св. 12 до 20
СКСД-42	M42×2	53	32	115	22×38 24×38 26×38 28×38	Св. 14 до 28
СКСД-48	M48×2	57,5	36	119	24×44 26×44 28×44 30×44 32×44	Св. 16 до 32
СКСД-60	M60×3	75	45	131	34×55 36×55 40×55	Св. 26 до 40
СКСД-76	M76×3	92,4	60	142	44×71 48×71 52×71 56×71	Св. 40 до 55

Продолжение табл. 6.6

Типоразмеры сальников	M	D	d	L, не более	Размеры шайб	Наружные диа- метры кабелей и проводов
СКСД-90	M90×3	103,9	80	147	60×84 64×84 70×84	Св. 52 до 70

Таблица 6.7

Конструктивные размеры, мм, сальников кабельных фланцевых
типа СКПФ (рис. 6.2, з)

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	L, не более	B ₁	B	Раз- меры шайб	Наружные диаметры кабелей и проводов
СКПФ-16	M16×1	21,9	34	10	8	4,5	32	44	42	8×14	От 4 до 8
СКПФ-20	M20×1	25,4	40	14	12	5,5	37	50	51	12×18	Св. 6 до 12
СКПФ-27	M27×1,5	36,9	46	20	16	5,5	44	61	57	12×24 14×24 16×24	Св. 8 до 16
СКПФ-33	M33×1,5	41,6	54	25	20	6,6	47	72	63	18×30 20×30 22×30	Св. 12 до 20
СКПФ-42	M42×2	53	62	32	28	6,6	60	87	74	22×38 24×38 28×38	Св. 14 до 28
СКПФ-48	M48×2	57,5	69	36	32	6,6	62	96	84	24×44 26×44 28×44 30×44 32×44	Св. 16 до 32
СКПФ-52	M52×2	63,5	76	40	38	6,6	68	99	91	28×48 32×48 38×48	Св. 20 до 58

Таблица 6.8

Конструктивные размеры, мм, сальников трубных типа СКПТ
(рис. 6.2, д)

Типоразмеры сальников	M	M ₁	D	d	L, не более	Размеры шайб	Наружные диа- метры кабелей и проводов
СКПТ-16	3/8	M16×1	21,9	10	62	8×14	От 4 до 8
СКПТ-20	1/2	M20×1	25,4	14	68	12×18	Св. 6 до 12

Продолжение табл. 6.8

Типоразмеры сальников	M	M ₁	D	d	L, не более	Размеры шайб	Наружные диа- метры кабелей и проводов
СКПТ-27	3/4	M27×1,5	36,9	20	75	12×24 14×24 16×24	Св. 8 до 16
СКПТ-33	1	M33×1,5	41,6	25	77	18×30 20×30	Св. 12 до 20
СКПТ-42	1 1/4	M42×2	53	32	91	22×38 24×38 26×38 28×38	Св. 14 до 28
СКПТ-48	1 1/2	M48×2	57,5	36	93	24×44 26×44 28×44 30×44 32×44	Св. 16 до 32
СКПТ-60	2	M60×3	75	45	99	34×55 36×55 40×55	Св. 26 до 40
СКПТ-76	2 1/2	M76×3	92,4	60	104	44×71 48×71 52×71 56×71	Св. 40 до 55
СКПТ-90	3	M90×3	103,9	80	107	60×84 64×84 70×84	Св. 52 до 70

Таблица 6.9

Конструктивные размеры, мм, сальников приварных
пластмассовых типа СКПП (рис. 6.2, е)

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	L	Размеры шайб	Наружные диа- метры кабелей и проводов
СКПП-18	M18×2	26	32	10	92	8×14 10×14	От 4 до 10
СКПП-24	M24×2	34	38	14	96	10×20 12×20 14×20	Св. 6 до 14
СКПП-33	M33×2	48	48	20	100	14×30 18×30 20×30	Св. 10 до 20

Типоразмеры сальников	M	D	D ₁	d	L	Размеры шайб	Наружные диа- метры кабелей и проводов
СКПП-39	M39×2	54	58	25	112	20×34 22×34 24×34	Св. 16 до 24
СКПП-48	M48×3	64	68	32	121	26×44 30×44 32×44	Св. 22 до 32
СКПП-52	M52×3	68	70	36	121	32×48 36×48	Св. 30 до 36
СКПП-64	M64×4	82	88	45	133	36×58 40×58 42×58 44×58	Св. 34 до 44

§ 6.2.3. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ПАТРУБКИ И КАБЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ

Типы уплотнительных патрубков указаны в табл. 6.10, а их основные конструктивные размеры — в табл. 6.11 и 6.12 и на рис. 6.3.

Количество уплотняемых кабелей подбирается в зависимости от полезной площади патрубков (см. табл. 6.11 и 6.12) с таким расчетом, чтобы минимальное

пространство между кабелями. Уплотнение патрубков обеспечивает герметичность при эксплуатации без периодического обслуживания и доуплотнения.

Конструктивные размеры кабельных коробок для установки на трубах, палубах и переборках приведены в табл. 6.13—6.17 и на рис. 6.4.

При выборе типа кабельной коробки для предварительного определения ее величины можно пользоваться следующим соотношением:

$$F = \frac{\sum d_k^2}{K},$$

где F — площадь сечения коробки в свету, мм²; d_k — наружный диаметр кабеля, мм; K — коэффициент заполнения коробки, равный 0,3—0,55. Коэффициент 0,3 принимается для пучка при преобладании в нем кабелей с наружным диаметром менее 30 мм.

Таблица 6.10

Типы уплотнительных патрубков

Тип	Основное место установки	Способ крепления
I	На палубах, переборках и трубах	Сваркой
II	На палубах и переборках	Винтами, приформовкой (для пластмассовых переборок и палуб)

Таблица 6.11

Конструктивные размеры, мм, и масса уплотнительных патрубков
типа I (рис. 6.3, а)

Типоразмеры патрубков	D	H	D ₁	d	Полезная площадь пат- рубка, см ²	Материал	Масса, кг
I-115	39	58	15	30	1,4	Сталь ВСтЗсп2	0,25
I-125	51		25	40	4,0		0,33
I-140	70		40	55	10,0		0,56
I-150	84		50	65	16,0		0,70
I-175	104	73	75	90	35,0		0,91
I-215	39	58	15	30	1,4	Сталь 0X18H12T	0,26
I-225	50		25	40	4,0		0,32
I-240	69		40	55	10,0		0,56
I-250	84		50	65	16,0		0,71
I-275	102	73	75	90	35,0		1,09
I-315	39	58	15	30	1,4	Сплав АМг5	0,09
I-325	49		25	40	4,0		0,11
I-340	69		40	55	10,0		0,19
I-350	79		50	65	16,0		0,21
I-375	102	73	75	90	35,0		0,34

Пример условного обозначения патрубка типа I с проходным отверстием 50 мм из углеродистой стали: патрубок I-150.

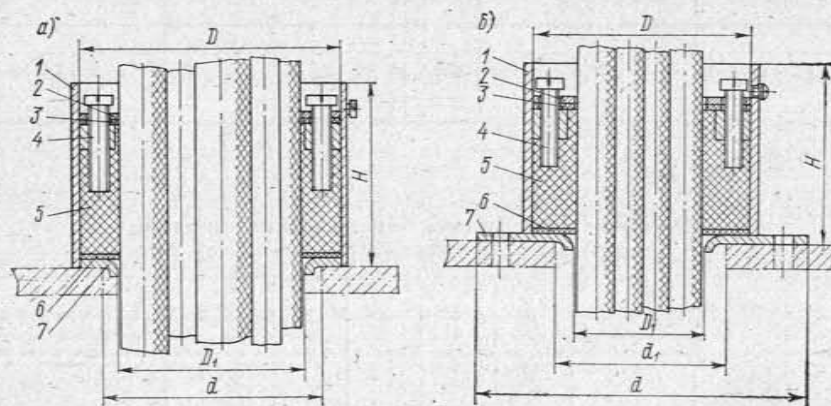


Рис. 6.3. Патрубки уплотнительные для групп кабелей: а — типа I; б — типа II. 1 — корпус; 2 — кольцо; 3, 6 — шайбы; 4 — нажимные винты; 5 — уплотнительный материал; 7 — фланец.

расстояние между кабелями было не менее 5 мм. Уплотнительным материалом для патрубков служит пастообразный эпоксидно-тиоколовый компаунд холодного отверждения с наполнителем. Компаунд в пастообразном состоянии вводится в патрубок с кабелями и при поджатии его шайбой заполняет свободное

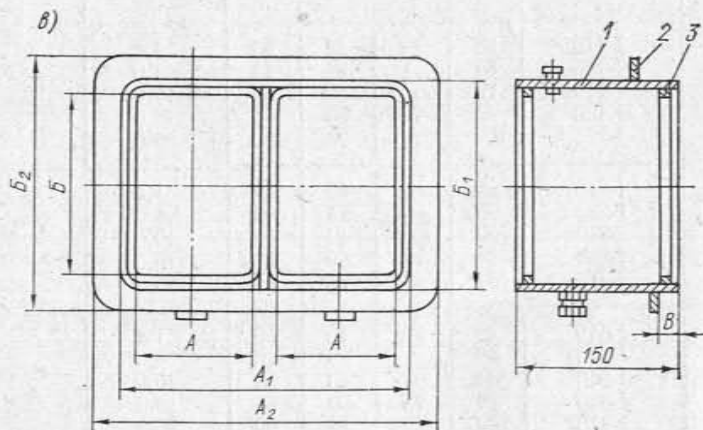
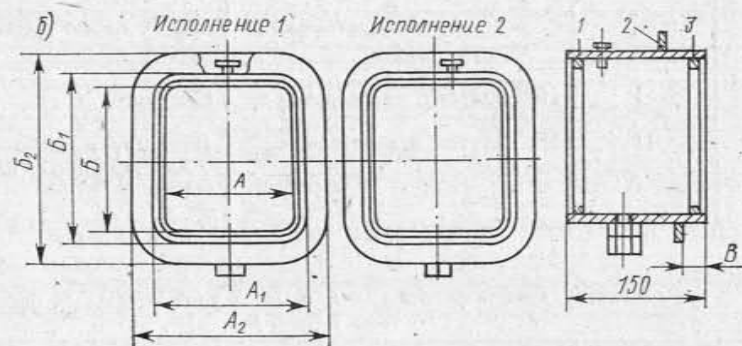
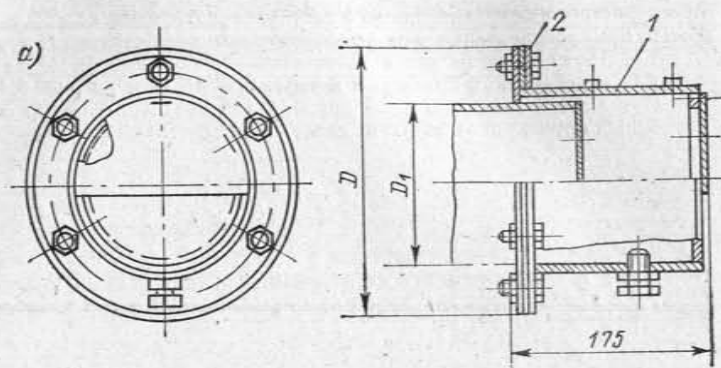


Рис. 6.4. Коробки: а — кабельные трубные типов I—VIII; б — кабельные палубные; в — кабельные палубные сдвоенные. 1 — корпус; 2 — фланец; 3 — рамки.

Величина коробки уточняется по размерам пучка кабелей, при этом расстояние между кабелями принимается равным 5 мм, а свободное надкабельное пространство — 30 мм.

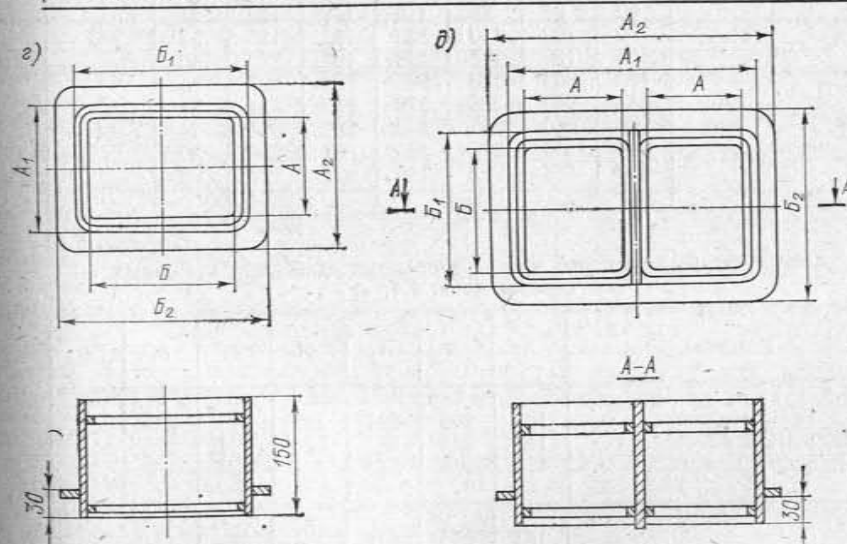
Уплотнительным материалом для кабельных коробок служит заливочный эпоксидно-тиоколовый компаунд.

Таблица 6.12

Конструктивные размеры, мм, и масса уплотнительных патрубков типа II (рис. 6.3, б)

Типоразмеры патрубков	D	H	D ₁	d	d ₁	Полезная площадь, см ²	Материал	Масса, кг
II-115	39	58	15	85	30	1,4	Сталь ВСт3сп2	0,34
II-125	51	73	25	97	40	4,0		0,44
II-140	70		40	116	55	10,0		0,70
II-150	84	74	50	130	65	16,0		0,86
II-175	104		75	150	92	35,0		1,10
II-215	39	58	15	85	30	1,4	Сталь 0Х18Н12Т	0,35
II-225	50	73	25	97	40	4,0		0,43
II-240	69		40	116	55	10,0		0,69
II-250	84	74	50	130	65	16,0		0,87
II-275	102		75	150	92	35,0		1,20
II-315	39	58	15	85	30	1,4	Сплав АМг5	0,12
II-325	49	73	25	97	40	4,0		0,14
II-340	69		40	116	55	10,0		0,23
II-350	79	74	50	130	65	16,0		0,28
II-375	102		75	150	92	35,0		0,41

Пример условного обозначения патрубка уплотнительного типа II с проходным отверстием 50 мм из сплава АМг5: патрубок II-350.



кабельные переборочные; в — кабельные переборочные сдвоенные; г —

Таблица 6.13

Конструктивные размеры, мм, трубных кабельных коробов типов I—VIII (рис. 6.4, а)

Тип	D	D ₁	Тип	D	D ₁
I	170	76	V	256	159
II	195	89	VI	307	194
III	221	108	VII	335	219
IV	256	133	VIII	387	273

Пример условного обозначения коробки кабельной типа II на трубу диаметром 89 мм: коробка кабельная, тип II, чертеж № . . .

Таблица 6.14

Конструктивные размеры, мм, переборочных коробов (рис. 6.4, б)

Материал	A	B	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	B	Исполнение
Сталь ВСтЗсп2	60	80	88	108	140	160	34	2
	80	103	108	131	160	183	32	
	103	136	133	166	185	218	30	
	136	203	166	233	218	285	25	
	153	240	183	270	235	322	24	1
	203	240	233	270	285	322	24	
	203	136	233	166	285	218	30	
	240	153	270	183	322	235	29	
Сплав АМг5	60	80	90	110	142	162	34	2
	80	103	110	133	152	185	32	
	103	136	135	168	187	220	30	
	136	203	158	235	220	287	25	
	153	240	185	272	237	324	24	1
	203	240	235	272	287	324	24	
	203	136	235	168	287	220	30	
	240	153	272	185	324	237	29	

Таблица 6.15

Конструктивные размеры, мм, переборочных сдвоенных кабельных коробов (рис. 6.4, в)

Материал	A	B	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	B
Сталь ВСтЗсп2	134	203	324	233	376	285	25
	113	294	282	324	334	376	20
	138	294	332	324	384	376	20
Сплав АМг5	134	203	327	235	379	287	25
	113	294	285	326	337	378	20
	138	294	335	326	387	378	20

Таблица 6.16

Конструктивные размеры, мм, палубных кабельных коробов (рис. 6.4, г)

Материал	A	B	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂
Сталь СтЗ	60	80	88	108	140	160
	80	103	108	131	160	183
	103	136	133	166	185	218
	136	203	166	233	218	285
	153	240	183	270	235	322
	203	240	233	270	285	322
Сплав АМг5	60	80	90	110	142	162
	80	103	110	133	162	185
	103	136	135	168	187	220
	136	203	168	235	220	287
	153	240	185	272	237	324
	203	240	235	272	287	324

Таблица 6.17

Конструктивные размеры, мм, палубных сдвоенных кабельных коробов (рис. 6.4, д)

Материал	A	B	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂
Сталь ВСтЗсп2	134	203	324	233	376	285
	113	294	282	294	334	376
	138	294	332	294	384	376
Сплав АМг5	134	203	327	235	379	287
	113	294	285	326	337	378
	138	294	335	326	387	378

§ 6.2.4. ГРУППОВЫЕ ПРИБОРНЫЕ САЛЬНИКИ

Основные конструктивные размеры групповых приборных сальников приведены в табл. 6.18 и на рис. 6.5.

Тип сальника выбирается в зависимости от конструкции прибора. Расстояние между отверстиями принимается не менее 5 мм.

Уплотнительным материалом для групповых приборных сальников служит пастообразный эпоксидно-тиоколовый компаунд холодного отверждения с наполнителем. Заполнение сальника компаундом производится через отверстие в стенке корпуса с последующим поджатием крышки.

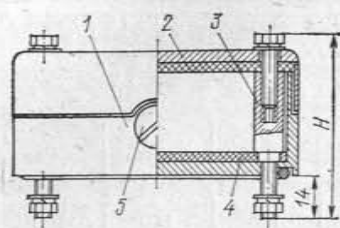


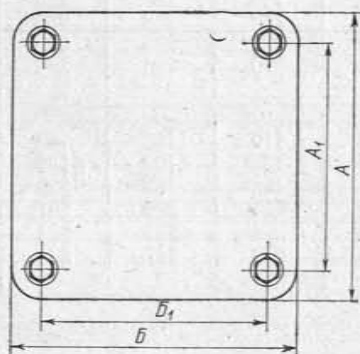
Рис. 6.5. Сальники приборные групповые.

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — стойка; 4 — прокладки; 5 — пробка заливочного отверстия.

Таблица 6.18

Основные конструктивные размеры, мм, групповых приборных сальников (рис. 6.5)

Тип	A	A ₁	B	B ₁	H
I	135	115	95	75	72
II	95	75	135	115	72
III	95	75	95	75	72
IV	60	40	118	98	72



§ 6.2.5. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ШИНОПРОВОДОВ

Уплотнительные конструкции для шинопровода имеют специфические особенности по сравнению с уплотнительными конструкциями для кабелей: в них применяются более термостойкие уплотнительные материалы с высокими электроизоляционными свойствами.

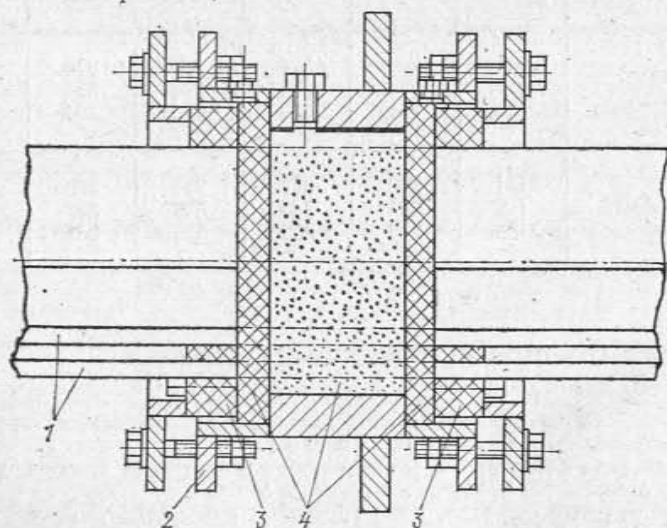


Рис. 6.6. Уплотнительная конструкция для шинопровода.

1 — шинопровод; 2 — корпус; 3 — диск из стеклотекстолита; 4 — уплотнительный материал.

Конструкция уплотнительного устройства для шинопровода представлена на рис. 6.6. Корпус коробки 2 имеет фланец для закрепления на переборках или палубах. В коробке установлены диски или сектора из стеклотекстолита 3 с пазами для прохода шинопроводов 1 и их фиксации относительно друг друга. Свободное пространство между дисками заполнено уплотнительным материалом 4. Диски поджимаются фланцами.

Глава 6.3. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УПЛОТНЕНИЙ

§ 6.3.1. ЗАЛИВКА КАБЕЛЬНЫХ КОРОБОК

Технологический процесс заливки кабельных коробок состоит из следующих операций:

- нанесение замазки с обонх торцов коробки с предварительной прокладкой асбестового шнура между кабелями;
- заливка компаунда через штуцер до появления его из верхних отверстий коробки. Заливка производится через присоединенный к коробке шланг от приспособления для заливки компаунда;
- установка заглушек в верхние отверстия для выхода воздуха и в нижний заливочный штуцер.

Палубные коробки заливают через верхний торец коробки.

Заливка концевых кабельных коробок на трубах производится аналогично заливке переборочных коробок.

Общий вид уплотнения показан на рис. 6.7.

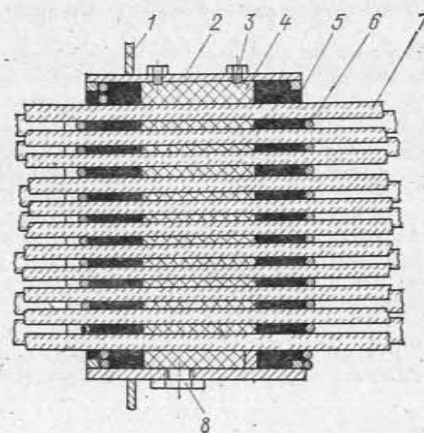


Рис. 6.7. Уплотнение кабельной коробки.

1 — переборка; 2 — корпус коробки; 3 — отверстие для выхода воздуха; 4 — компаунд заливочный; 5 — замазка торцов; 6 — асбестовый шнур; 7 — кабели; 8 — заливочное отверстие.

§ 6.3.2. УПЛОТНЕНИЕ ПАТРУБКОВ И ГРУППОВЫХ ПРИБОРНЫХ САЛЬНИКОВ

Заполнение патрубков пастообразным компаундом производится шприцем, после чего устанавливаются шайба и кольцо. Уплотнение патрубков осуществляется вдавливанием внутрь патрубка кольца при завинчивании винтов (рис. 6.8). При этом происходит равномерное распределение пастообразного компаунда между кабелями.

Заполнение групповых сальников аппаратуры производится также шприцем при отведенной крышке сальника; после заполнения крышка устанавливается на корпусе сальника (рис. 6.9).

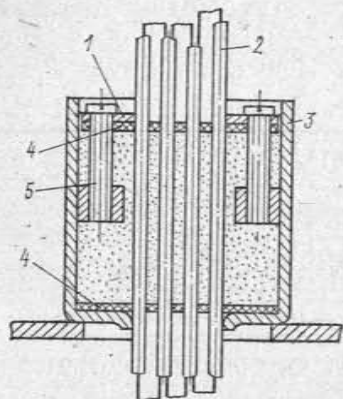


Рис. 6.8. Уплотнение патрубков.
1 — кольцо; 2 — кабель; 3 — корпус патрубка; 4 — шайба прессшпильная; 5 — винты нажимные.

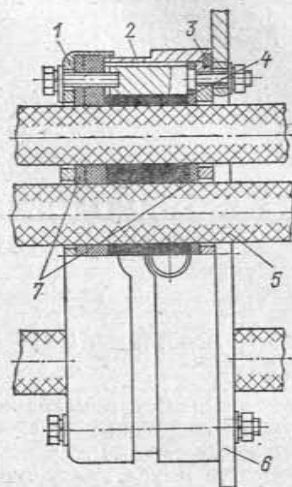


Рис. 6.9. Уплотнение группового приборного сальника.
1 — крышка сальника; 2 — корпус сальника; 3 — кольцо резиновое; 4 — уплотнительный материал; 5 — кабель; 6 — корпус прибора; 7 — резиновые прокладки.

§ 6.3.3. УПЛОТНЕНИЕ САЛЬНИКОВ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ

Уплотнение сальников асбестовым пропитанным компаундом шнуром производится путем обмотки им кабеля. После завинчивания гайки шнур уплотняет сальник (рис. 6.10, а).

Уплотнение сальников массой 421А выполняется после уплотнения зазора вокруг кабеля в проходном отверстии. Зазор уплотняется асбестовым шнуром. Поджатие массы 421А производится завинчиванием гайки, при этом размер а (рис. 6.10, б) должен быть не менее 5 мм для возможности доуплотнения сальника при эксплуатации.

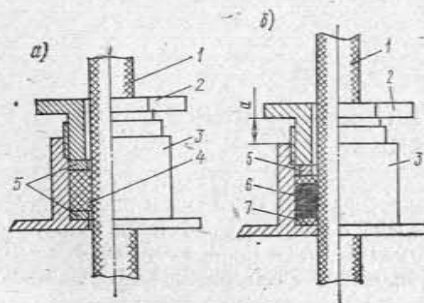


Рис. 6.10. Уплотнение сальников для одиночных кабелей: а — с помощью пропитанного компаундом асбестового шнура; б — массой 421А.

1 — кабель; 2 — гайка сальника; 3 — корпус сальника; 4 — шнур асбестовый, пропитанный компаундом; 5 — шайба нажимная металлическая; 6 — масса уплотнительная 421А; 7 — кольцо асбестового шнура.

РАЗДЕЛ 7

ВНУТРЕННИЙ МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Под понятием «внутренний монтаж электрооборудования» подразумевается совокупность технологических операций, обеспечивающих правильное подключение жил кабелей к соответствующим элементам электрооборудования, а также исправное состояние мест подключения в процессе эксплуатации.

В состав технологических операций внутреннего монтажа входят: подготовка жил к внутреннему монтажу, контактное оконцевание жил, защитное, либо защитно-уплотнительное, либо теплозащитное оконцевание жил, заземление экранирующих оплеток жил, маркировка жил, их укладка и увязка, подключение жил к контактам электрооборудования. К операциям внутреннего монтажа следует отнести также комплекс работ по монтажу штепсельных разъемов.

Внутренний монтаж — один из наиболее трудоемких и ответственных видов электромонтажных работ, практически завершающий этап, после которого начинаются наладка и сдаточные испытания электрооборудования. Важнейшими факторами, обеспечивающими хорошее качество работ и высокую производительность труда на этапе, являются:

- объединение однородных технологических операций по всему заданному объему работ во времени и соблюдение строгой очередности их выполнения;
- специализация электромонтажников по видам работ;
- организация рабочего места.

Основные требования к организации рабочих мест:

- обеспечение местного освещения, приточно-вытяжной вентиляции и отопления помещения в соответствии с принятыми в судостроении нормами;
- изготовление при необходимости удобных подмостей и ограждений для производства работ;
- изоляция, по возможности, источников шума и света (при дуговой сварке) путем выполнения соответствующих работ в нерабочие смены или в помещениях, где в данное время не выполняются другие виды работ;
- перенесение, по возможности, максимального объема работ, выполняемых непосредственно на судне, в более благоприятные цеховые условия;
- обеспечение рабочих электрифицированным и механизированным инструментом и оснасткой;
- размещение инструмента и материалов, употребляемых в процессе работы, непосредственно в зоне выполнения работ;
- регулярная уборка помещений.

Подготовка жил кабелей к внутреннему монтажу производится после того, как кабель через сальник или иное отверстие введен внутрь электротехнического изделия (или его клеммной коробки) и снята внешняя защитная оболочка

кабеля. Для выполнения операций кабель рекомендуется вывести из корпуса изделия (если размеры отверстия позволяют ввести оконцованный кабель).

Состав операций: а) отделение каждой жилы от повива (у многожильных кабелей); б) отрезка жил на необходимую длину; в) прозвонка жил кабелей.

При отрезке жил кабелей руководствуются следующими правилами:

а) длина жилы сечением до $2,5 \text{ мм}^2$ должна быть равна расстоянию от места ввода кабеля до контакта при укладке жилы по кратчайшему пути вдоль стенок изделия с учетом расположения конструктивных элементов для крепления жгутов и соблюдения допустимых радиусов изгиба жилы (не менее трех наружных диаметров) плюс 40—50 мм. Допускается принимать длину всех жил равной длине жилы, подключаемой к наиболее удаленному контакту;

б) длина свободных (запасных) жил многожильного кабеля должна быть равна длине жилы данного кабеля, подключаемой к наиболее удаленному контакту;

в) длина жил кабелей в светильниках и плафонах должна быть равна расстоянию от места ввода кабеля до контакта плюс 40—50 мм;

г) длина жил сечением 4 мм^2 и выше должна быть равна расстоянию от места ввода кабеля до контакта при свободной укладке и соблюдении допустимых радиусов изгиба (не менее трех наружных диаметров жилы, а для жил сечением более 50 мм^2 — не менее пяти наружных диаметров);

д) для малогабаритной аппаратуры, в том числе для светильников, запас на переоконцевание можно предусматривать вне аппаратуры, в местах подводки кабелей.

Контактное оконцевание жил должно обеспечивать: механическую прочность и монолитность соединения жилы с наконечником, малое переходное сопротивление и стабильность его во времени, отсутствие внешних дефектов; эти свойства должны сохраняться при длительном влиянии температурных, механических и климатических воздействий. К числу важнейших требований относятся простота выполнения и небольшая трудоемкость работ, а также минимальная стоимость используемых материалов. Подробные сведения о контактном оконцевании даны в гл. 7.1.

Защитное оконцевание имеет целью предохранить изоляцию жил от вредного влияния внешних воздействий (света, тепла, механических повреждений).

Защитно-уплотнительное оконцевание выполняет функцию защитного оконцевания и одновременно предохраняет кабель от проникновения в него влаги или паров жидкостей через зазоры между проволоками жил, между токоведущей жилой и ее изоляцией, между жилами, между жилами и наружной оболочки кабеля.

Теплозащитное оконцевание жил — защита изоляции жил кабелей, освобожденных от наружной оболочки, от воздействия повышенных температур.

Подробные сведения об этих технологических процессах даны в гл. 7.2.

Заземление экранирующих оплеток жил кабелей имеет целью обеспечить непрерывность экранировки токоведущих частей для защиты радиоприема от помех (см. гл. 7.3).

Маркировка жил кабелей имеет целью облегчить правильное, в соответствии с документацией, подключение жил, а также выполнение регулировочных и ремонтных работ (см. гл. 7.4).

Укладка и увязка — технологический процесс увязывания жил кабелей в жгуты и размещения их внутри электротехнических изделий (см. гл. 7.5).

Подключение жил к контактам электрооборудования — завершающая операция внутреннего монтажа. К ней относятся: подключение оконцованных и замаркированных жил к соответствующим контактам согласно схемам, укладка и увязка запасных жил, проверка правильности подключения. Одновременно производится проверка комплектности и штатной маркировки электрооборудования (см. гл. 7.5).

глава 7.1. КОНТАКТНОЕ ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

§ 7.1.1. СПОСОБЫ КОНТАКТНОГО ОКОНЦЕВАНИЯ

Контактное оконцевание может выполняться различными способами: лужением, пайкой наконечника, опрессовкой наконечника или гильзы, обжатием кольцевого наконечника, приваркой наконечника. Обобщенные характеристики этих способов приведены в табл. 7.1. Из таблицы видно, что к недостаткам методов лужения и пайки наконечника относятся необходимость использования дорогостоящих материалов (припоев) и неудобство выполнения работ, связанное с применением электротигля и паяльника. Достоинства этих методов — высокое качество соединения, стабильность его электрических характеристик. Метод опрессовки наиболее прост и дешев и считается самым прогрессивным способом контактного оконцевания. Метод приварки наконечника также дешев и обеспечивает высокое качество получаемого соединения, но при этом качество сварки зависит от индивидуальных способностей и навыка электромонтажника.

Способы контактного оконцевания жил в зависимости от их сечения указаны в табл. 7.2.

§ 7.1.2. КАБЕЛЬНЫЕ НАКОНЕЧНИКИ

Сведения о номенклатуре кабельных наконечников приведены в табл. 7.3.

Наконечники кабельные медные по ГОСТ 7386—70 (рис. 7.1, а) изготавливают из тянутых труб по ГОСТ 617—72 (медь марки М1 или М2). Их основные размеры приведены в табл. 7.4. Наконечники других типов, как правило, изготавливают из латуни марки Л63 по ГОСТ 15527—70; сортамент по ГОСТ 2208—75, ГОСТ 931—70. Допускается изготовление из меди марки М1 по ГОСТ 859—78; сортамент по ГОСТ 434—78 (наконечники типа НТ изготавливают из томпака марки Л96 по ГОСТ 15527—70). Покрытие типа О-С (61) толщиной 12—36 мкм.

Основные размеры наконечников типов НЛ и НТ приведены на рис. 7.1, б и в и в табл. 7.5.

Наконечники типов НГ, НК и НВ (рис. 7.2) изготавливают под крепящую шпильку диаметром 3 или 4 мм. Габаритные размеры наконечников: $D = 6,6 \text{ мм}$ (для шпильки М3) или 10 мм (для шпильки М4); $L = 14,5 \div 25 \text{ мм}$.

Наконечники приварные типа НУ (рис. 7.3, а) применяют для оконцевания жил сечением 1 мм^2 под шпильку диаметром 3 или 4 мм; наконечники типа НЗ (рис. 7.3, б) — для жил сечением 1 или $1,5 \text{ мм}^2$ также под шпильку диаметром 3 или 4 мм.

Роликовые наконечники типа НР (рис. 7.4, а) применяют для оконцевания жил сечением $0,35—1,5 \text{ мм}^2$ под шпильку диаметром 3 или 4 мм (наружные диаметры наконечников соответственно 6,6 и 10 мм).

Кольцевые наконечники типа К (рис. 7.4, б) изготавливают двух типоразмеров: К1 для жил сечением 1 и $1,5 \text{ мм}^2$ и К2 для жил сечением $2,5 \text{ мм}^2$. Первые применяют для оконцевания жил под шпильку диаметром 3, 4 и 5 мм², вторые — диаметром 3, 4, 5 и 6 мм². Максимальный наружный диаметр наконечника 12,5 мм.

Наконечники по ТУ 5.986-5069—74 (рис. 7.4, в) изготавливают десяти типоразмеров для жил сечением $0,35—1,5 \text{ мм}^2$ с резиновой и пластмассовой изоляцией.

Обобщенные характеристики различных способов контактного оконцевания

Способ оконцевания	Необходимость предварительного удаления окислов с жилы	Материал для оконцевания	Оснастка	Сеть питания оснастки	Факторы, определяющие качество оконцевания	Необходимость специального обучения монтажника
Лужение	Требуется	Флюс, припой	Электротигель	Сеть питания электротигельных элементов 36 В, 50 Гц	Навык монтажника	Нет
Пайка наконечника	»	То же	Электротигель или паяльник	То же	То же	»
Опрессовка наконечника	»	Не требуется	Электротигель или пресс	Сеть питания электротигельных элементов 36 В, 200 Гц	Оснастка	»
Обжатие кольцевого наконечника	»	То же	Ручной инструмент или гидротисс	Не требуется	»	»
Приварка наконечника	Не требуется	Графитовый электрод	Сварочный аппарат с клещами, дроссель	»	»	»
				Специальная сеть 36 В, 50 Гц	Индивидуальные способности монтажника	Есть

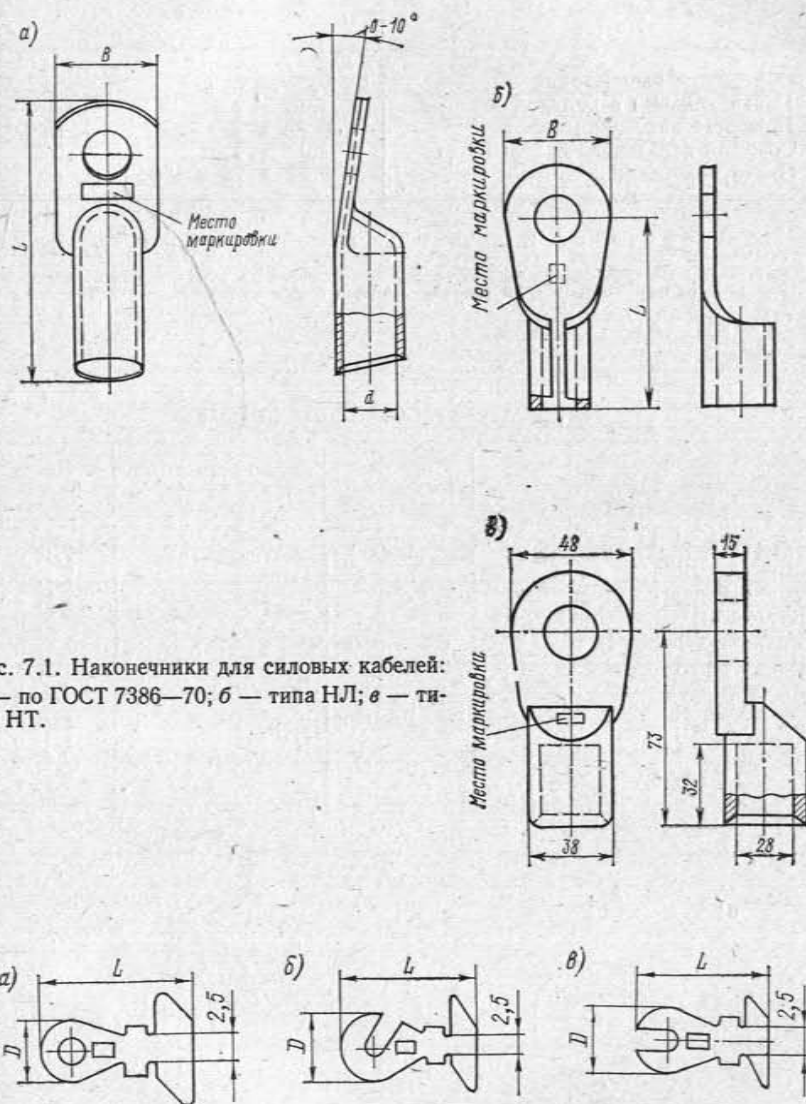


Рис. 7.1. Наконечники для силовых кабелей: а — по ГОСТ 7386—70; б — типа НЛ; в — типа НТ.

Рис. 7.2. Наконечники с обжимом по изоляции жилы (развертка): а — типа НГ; б — типа НК; в — типа НВ.

Таблица 7.2

Способы контактного оконцевания токоведущих жил
в зависимости от их сечения

Способ оконцевания	Сечение жилы, мм ²
Опрессовка наконечника	От 0,35 до 300
Пайка кольцом с полудой	» 1,0 » 1,5
Приварка наконечника	» 0,75 » 2,5
Обжатие кольцевого наконечника	» 1,0 » 2,5
Пайка наконечника	» 0,35 » 70 и 400

Примечания: 1. Оконцевание обжатием кольцевого наконечника применяют только для сетей освещения и санитарно-бытового электрооборудования. 2. Жилы, подключаемые под зажим или в колодку, оконцовывают опрессовкой гильзы или штырем (при сечении жилы 4 мм² и более).

Таблица 7.3

Номенклатура кабельных наконечников

Тип	Сечение жилы, мм ²	Способ присоединения к жиле	Номер рисунка
По ГОСТ 7386—70	2,5—300	Опрессовкой	7.1, а
Лепестковый НЛ	1—70	Пайкой	7.1, б
Трубчатый НТ	400	»	7.1, в
Глухой НГ	0,35—0,75	»	7.2, а
Крючкообразный НК	0,35—0,75	»	7.2, б
Вильчатый НВ	0,35—0,75	»	7.2, в
Угловой НУ	1	Сваркой	7.3, а
Закрытый НЗ	1—1,5	»	7.3, б
Роликовый НР	0,35—1,5	Пайкой	7.4, а
Кольцевой К	1—2,5	Обжатием	7.4, б
По ТУ 5.986-5069—74	0,35—1,5	Опрессовкой	7.4, в

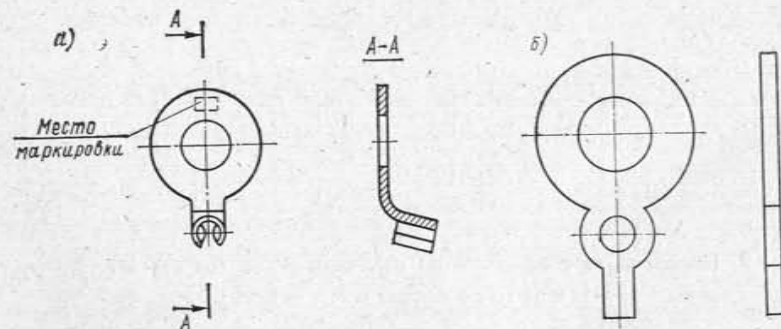


Рис. 7.3. Наконечники приварные: а — типа НУ; б — типа НЗ.

Таблица 7.4

Основные размеры, мм, наконечников кабельных медных по
ГОСТ 7386—70 (рис. 7.1, а)

Сечение, мм ² , и тип жилы *	d	Диаметр шпильки болта	B	L
(2,5)I; 2,5II; 2,5III; (4)I; 4II	2,6	3 4 5	9	28
4III	3	3 4 5 6	10 12	32
(6)I; 6II; (6)II; 6(III); 10II	4	4 5 6	10 12	32
(10)I; 10(II); 10III	5	5 6 8	14	40
16I; (16)I; 16II	6	6 8	14	40
16III; 25I; (25)I	7	6 8	14	45
25II; 26III; 35I	8	6 8 10	16	50
35II	9	8 10 12	18	60
35III; 50I	10	8 10 12	20	60
50II; 50III; 70I	11	8 10 12	22	63
70II; 70III; 95I	13	10 12	24	65
95II; 95III; 120I	15	10 12	28	75
150I	16	10 12	28	75

Сечение, мм ² , и тип жилы *	d	Диаметр шпильки болта	B	L
120II; 120III; 150II (259 проволока); 185I	18	12 16	34	85
150II (266 проволока)	19	12 16	36	90
150III; 185II	10	12 16	38	90
185III; 240I	21	12 16	40	95
240II; 300I	23	16 20	45	105
240III	24	16 20	48	105
300II; 300III	27	16 20	52	105

* Римскими цифрами I—III обозначается тип жилы, арабскими цифрами — сечение жилы по ГОСТ 1956—70. В скобках указано сечение жил, для которых при заказе кабеля необходимо оговаривать количество проволок в жиле.

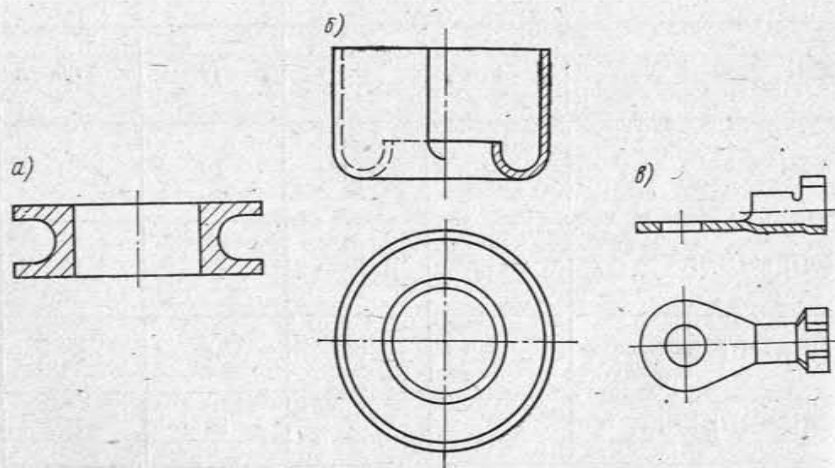


Рис. 7.4. Наконечники: роликовые типа НР (а), кольцевые типа К (б) и по ТУ 5.986-5069—74 (в).

Основные размеры, мм, наконечников лестковых типа НЛ
(рис. 7.1, б)

Сечение жилы, мм ²	Диаметр шпильки болта	B	L	Сечение жилы, мм ²	Диаметр шпильки болта	B	L
1,0	3 4	6,6 10	20 20	16	6 8	12 16	30 30
1,5	3 4 5	6,6 10 12	20 20 20	25	6 8	12 16	35 35
2,5	4 5 6	10 12 12	22 22 22	35	6 8 10	12 16 22	40 40 40
4	4 5 6 *	10 12 12	24 24 24	50	8 10 12	16 22 22	47 47 47
6	4 5 6	10 12 12	24 24 24	70	8 10 12	16 22 25	53 53 53

* Применяется для перемычек заземления.

§ 7.1.3. КЛЕММЫ, ПЛАТЫ КЛЕММНЫЕ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЗАЖИМЫ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

Клеммы устанавливают в распределительных устройствах с односторонним или двусторонним монтажом панелей при оконцевании жил кабелей наконечниками. Контактные части клемм (шпилька, гайка, шайба) изготовляют из латуни марки ЛС59-1 по ГОСТ 15527—70, а остальные металлические детали (стопорные шайбы и штифт) — из стали 10кп и стали 45 по ГОСТ 1050—74; латунные и стальные детали имеют никелевое покрытие.

В зависимости от назначения и конструктивного исполнения клеммы разделяются на три типа: КЛ (лабораторные), КОС (односторонние), КПП (проходные). Основные параметры клемм типов КОС и КПП (рис. 7.5) приведены в табл. 7.6.

Платы клеммные типа ПК (рис. 7.6) применяют в распределительных устройствах, соединительных ящиках и коробках. Их характеристики приведены в табл. 7.7.

Платы соединительные типа ПС предназначены в основном для подключения жил кабелей и проводов в различных приборах при навесном монтаже элементов схемы. Платы соединительные типов ПС3 и ПС4 (рис. 7.7, а и б) применяют при напряжении до 500 В, максимальный ток через контакт 6 А, количе-

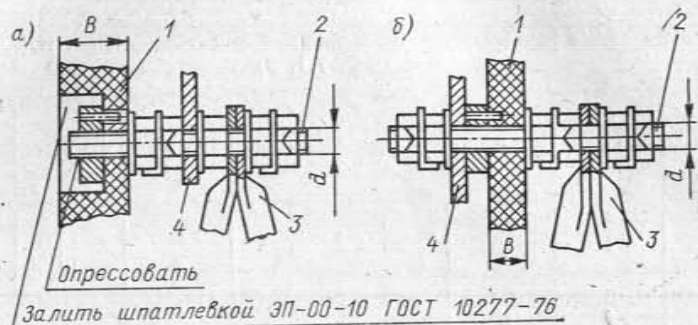


Рис. 7.5. Клеммы: а — односторонние типа КОС; б — проходные типа КПР.

1 — панель; 2 — шпилька с гайками и шайбами; 3 — наконечник внешнего кабеля; 4 — шина.

Таблица 7.6

Основные параметры клемм типов КОС и КПР (рис. 7.5)

Ток, А	Диаметр шпильки	Толщина панели В, мм		Сечение подключаемого кабеля, мм²
		Клемма КОС	Клемма КПР	
20	M4	15	8; 12	2,5
40	M5	15	8; 12	2,5
80	M6	15	8; 12; 15	6
125	M8	20	12; 15; 20	16
200	M10	20	10; 12; 15; 20	25
320	M12	25	10; 12; 15; 20; 25	70
400	M14	25	10; 12; 15; 20; 25	120
500	M16	30	15; 20; 25	150
630	M20	30	20; 25; 30	240

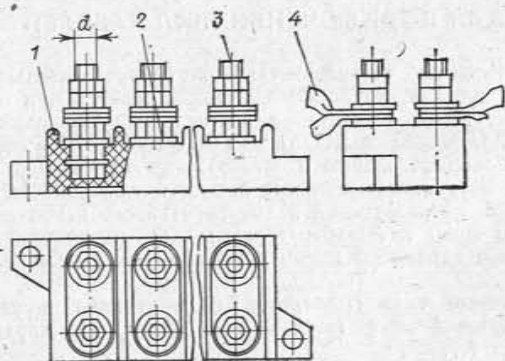


Рис. 7.6. Плата клеммная типа ПК.

1 — плата; 2 — пластина; 3 — шпилька с гайками и шайбами; 4 — наконечник.

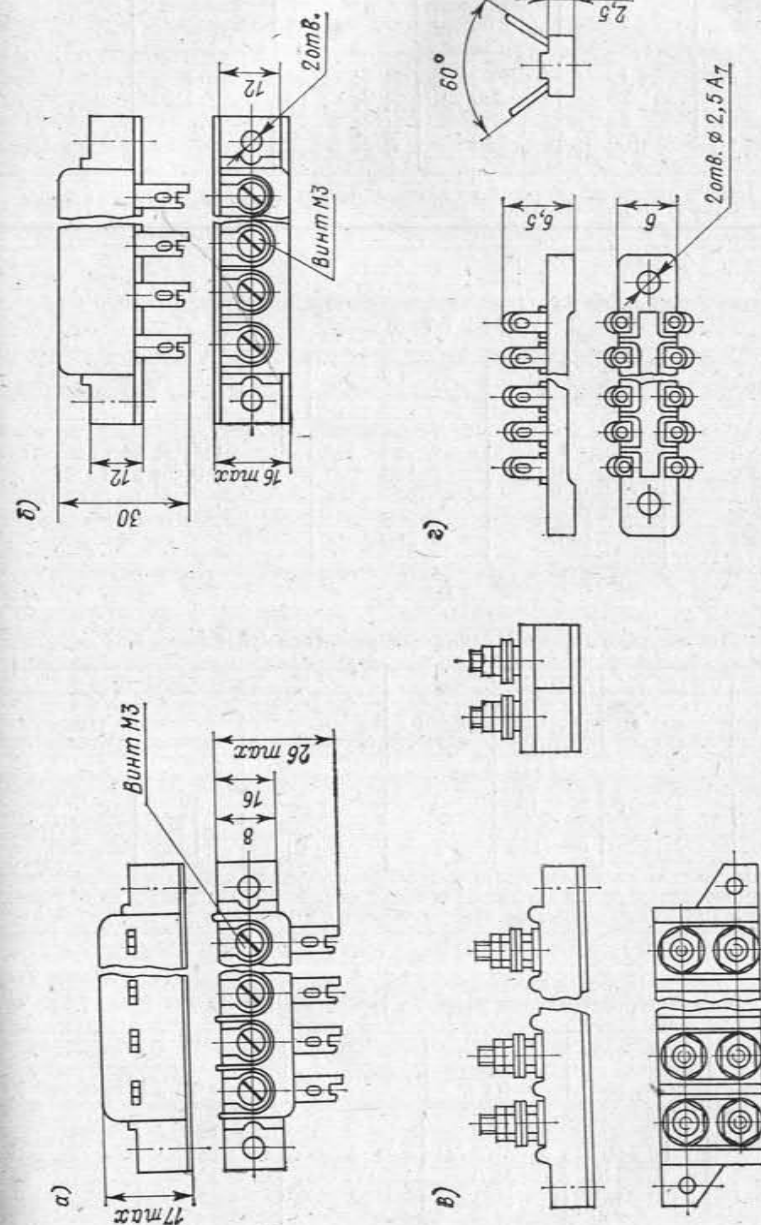


Рис. 7.7. Платы соединительные: а — типа ПС3; б — типа ПС4; в — типа ПС5; г — типа ПС11.

Таблица 7.7

Технические характеристики клеммных плат типа ПК (рис. 7.6)

Типоразмер платы	Ток, А	Напряжение, В	Количество пар шпилек	Диаметр шпильки	Сечение подключаемого кабеля, мм ²
1	10	220	2; 3; 6; 10	М3	1
2	25	380	2; 3; 6; 10	М4	1,5—2,5
3	63	380	2; 3; 6	М6	10—16
4	100	380	2; 3; 6	М8	16—25

Пример условного обозначения платы клеммной на ток 10 А с тремя контактами: плата ПК1-3.

Таблица 7.8

Технические характеристики соединительных плат типов ПС5—ПС9 (рис. 7.7, в)

Тип платы	Ток, А	Напряжение, В	Количество пар контактов
ПС5	6	250	2; 3; 4; 6; 8; 10
ПС6	20	500	2; 3; 6; 8; 10
ПС7	60	500	2; 3; 4; 6; 8
ПС8	100	500	2; 4; 6
ПС9	160	500	2; 4

Таблица 7.9

Технические характеристики зажимов типа ЗКП (рис. 7.8)

Ток, А	Диаметр питающей шпильки d	Питающий кабель		Коммутационный провод		
		Сечение, мм ²	Количество, шт.	Сечение, мм ²	Количество, шт.	Диаметр крепящего винта d_1
250	М6	До 16	2	До 2,5	10	М4
630	М8	25—35	2	6—10	13	М4
400	М12	95—120	2	6—10	12	М5

Пример обозначения зажима с питающей шпилькой диаметром М8 на 13 коммутационных проводов: зажим кабель—провод ЗКПМ8-13.

Таблица 7.10

Технические характеристики зажимов типов ЗКШ и ЗКШП (рис. 7.9)

Ток, А	Сечение питающего кабеля, мм ²	Диаметр зажимного винта D	Толщина шины S , мм	Толщина панели B , мм	
				Зажим ЗКШ	Зажим ЗКШП
125	25—35	М12	2	12	15
160	50—95	М16	3	15	20
250	95—120	М20	3	20	25
320	150—185	М24	4	20	25

Пример обозначения зажима под питающий кабель сечением 185 мм²: зажим кабель — шина ЗКШ 185 или зажим кабель — шина проходной ЗКШП 185.

Рис. 7.8. Зажим типа ЗКП.

1 — основание с болтами, гайками, шпильками, стопорными винтами; 2 — винт с шайбой; 3 — панель; 4 — наконечник коммутационного провода; 5 — наконечник питающего провода.

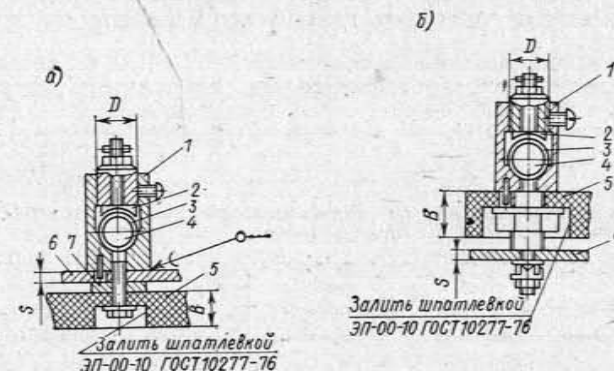
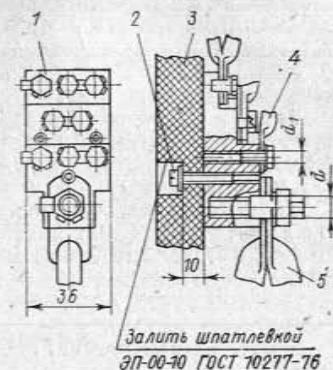


Рис. 7.9. Зажимы: а — типа ЗКШ; б — типа ЗКШП.

1 — корпус с винтами, шайбами, гайками, шпильками; 2 — прижим; 3 — гильза; 4 — жила кабеля; 5 — панель; 6 — шина; 7 — кольцо.

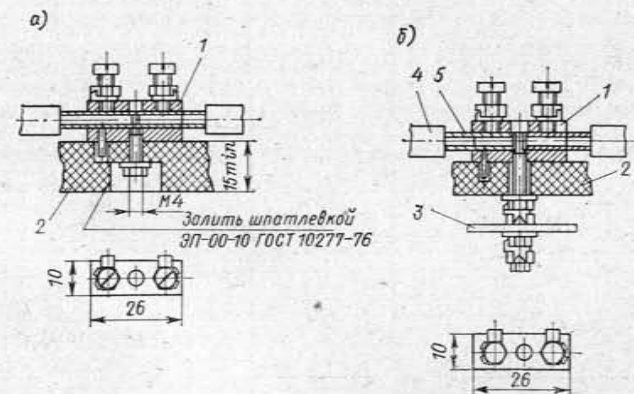


Рис. 7.10. Зажимы: а — типа ЗОС; б — типа ЗПР.

1 — колодка с винтами, гайками, шайбами и штифтом; 2 — панель; 3 — шина; 4 — кабель; 5 — гильза.

ство контактов 3, 4, 6, 8, 10 (платы ПС3) и 4, 6, 8, 10 (платы ПС4). Технические характеристики плат ПС5—ПС9 (рис. 7.7, в) приведены в табл. 7.8. Платы типа ПС11 (рис. 7.7, г) применяют при напряжении до 250 В, максимальный ток через контакт 2 А. Условные обозначения соединительных плат аналогичны обозначениям клеммных плат.

Зажимы применяют в распределительных устройствах с односторонним или двусторонним монтажом панелей; они подразделяются на пять типов: ЗКП (кабель—провод), ЗКШ (кабель—шина), ЗКШП (кабель—шина проходной) ЗОС (односторонний), ЗПР (проходной).

Технические характеристики зажимов типа ЗКП (рис. 7.8) приведены в табл. 7.9, типов ЗКШ и ЗКШП (рис. 7.9, а и б) — в табл. 7.10. Зажимы типов ЗОС и ЗПР (рис. 7.10, а и б) выпускаются на токи 16, 40 и 63 А (сечение жил кабелей соответственно 1,5; 4—6; 10—16 мм²).

§ 7.1.4. ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОГО ОКОНЦЕВАНИЯ

Подготовка жил к контактному оконцеванию заключается в снятии изоляции жил на необходимую длину, зачистке и скрутке токопроводящих проволок жилы.

Для снятия изоляции используют клещи КИ-5 (см. § 8.2.4) либо клещи для снятия пластмассовой изоляции, либо нож. Длина участка со снятой изоляцией зависит от способа оконцевания и сечения жилы. Рекомендуемые размеры указаны в табл. 7.11.

Таблица 7.11

Длина участка жилы со снятой изоляцией при контактном оконцевании

Способ оконцевания	Сечение жилы, мм ²	Длина участка со снятой изоляцией, мм
Опрессовка: наконечника по ТУ 5.986-5069—74 наконечника по ГОСТ 7386—70 или гильзы	0,35—1,5 2,5—300	4,5—5 Длина внутренней полости наконечника или гильзы плюс 1—3 мм
Приварка наконечника: типа НЗ типа НУ	1—2,5 1,0	13 8
Обжатие наконечника типа К	1—2,5	23—33
Пайка наконечника: типа НЛ	1,0—70	Длина шейки наконечника плюс 3—6 мм
типа НТ	400	35—38
типов НГ, НВ, НК	0,35—0,75	4—4,5
типа НР	0,75—1,5	32—45
Лужение: кольца штыря	1—1,5 300	30—40 Длина (глубина) контактной части плюс 1—3 мм

Зачистку поверхности оголенной жилы и ее протирку выполняют стеклянной шкуркой и нетканой протирочной салфеткой. Зачистка производится до появления металлического блеска. Зачистку не требуется выполнять при оконцевании сваркой или если проволоки жилы облужены на заводе-поставщике.

Таблица 7.12

Технология контактного оконцевания

Способ контактного оконцевания	Сечение жилы, мм ²	Технологические операции	Эскиз	Оснастка (инструмент)
Опрессовка наконечника по ТУ 5.986-5069—74	0,35—1,5	Выбрать наконечник для данного сечения жилы Надеть наконечник (гильзу) на жилу Опрессовать		Пресс-клещи «Донец»
Опрессовка наконечника по ГОСТ 7386—70 или гильзы	2,5—300			Клещи КРП-1, ручной пресс РПК-50, ручной гидрокпресс НГПН-300, электрогидрокпресс ЭГП-300
Пайка наконечника	0,35—70; 400	Облудить жилу Надеть наконечник на жилу Обжать плоскогубцами Произвести пайку в электропигле		Электропиглы емкостью 75 и 700—1000 см ³
Пайка штырем с полудой	1—400	Наложить бандаж из медной проволоки на жилу Облудить в электропигле Допускается бандаж не накладывать на жилы сечением более 2,5 мм ²		Электропиглы емкостью 75 см ³
Пайка кольцом с полудой (многопроволочная жила)	До 1,5	Изогнуть жилу по оправке в кольцо диаметром, соответствующим контактному винту или шпильке Произвести закрепление жилы скручиванием в 1,5 оборота Облудить в электропигле		Оправка, плоскогубцы, электропиглы емкостью 75 см ³

Способ контактного оконцевания	Сечение жил, мм ²	Технологические операции	Эскиз	Оснастка (инструмент)
Пайка кольцом с проводом (однопроводная жила)	1,0	Изогнуть жилу по оправке в кольцо диаметром, соответствующим контактным винтам или шпилькам Наложить бандаж из трех-четырех витков медной проволоки Ø 0,15—0,2 мм Облудить в электротигле		Оправка, плоскогубцы, электропаяльник емкостью 75 см ³
Пайка с блочным наконечником	До 1,5	Изогнуть жилу вокруг наконечника Закрепить жилу, сделав 1,5—2 оборота Произвести пайку в электротигле		Плоскогубцы, электропаяльник емкостью 75 см ³
Обжатие кольцевого наконечника	От 1,0 до 2,5	Изогнуть жилу на оправке в кольцо по диаметру, равным кольцевому наконечнику Вложить кольцо жилы в канавку кольцевого наконечника Обжать клещами кольцевой наконечник с двух сторон до упора		Оправка, плоскогубцы, клещи КОКН-2,5
Приварка лепесткового наконечника	0,75—2,5	Выбрать нужный наконечник для оконцевания жилы Продеть жилу через отверстие у торца наконечника Обжать торец наконечника и жилы сварочными клещами Произвести сварку		Клещи экранные и сварочный карандаш Сварочный дроссель для питания от временной судовой сети 36 В

Способ контактного оконцевания	Сечение жил, мм ²	Технологические операции	Эскиз	Оснастка (инструмент)
Приварка углового наконечника	1,0	Выбрать нужный наконечник для оконцевания жилы Продеть жилу через шейку наконечника Обжать наконечник с жилой Произвести сварку		Клещи экранные и сварочный карандаш Сварочный дроссель для питания от временной судовой сети 36 В
Пайка от 2 до 4 жил сечением 1—2,5 мм ² в одном наконечнике	1—2,5	Выбрать необходимый наконечник для оконцевания жил Скрутить жилы по повиву в общий жгут и облудить Надеть наконечник на жилы Обжать жилы и облудить вместе с наконечником в тигле		Нож, плоскогубцы, электропаяльник емкостью 75 см ³
Пайка наконечника с обжатием по изоляции жилы	0,35—0,75	Выбрать наконечник Облудить жилу Обжать жилу наконечником и произвести пайку Обжать изоляцию жилы лепестками наконечника		Плоскогубцы, паяльник

Скручивание проволок жилы по повиву осуществляют с помощью плоскогубцев. Жилы кабелей и провода сечением менее 0,5 мм² скручивают пальцами. Сведения о технологических операциях приведены в табл. 7.12.

§ 7.1.5. ПАЙКА И ЛУЖЕНИЕ

Пайку широко применяют при электромонтажных работах на судах и при изготовлении различных изделий. В частности, к ней прибегают при контактном оконцевании жил кабелей, монтаже штепсельных и высокочастотных разъемов, заземлении и ремонте металлических оболочек кабелей, соединении жил кабелей, изготовлении распределительных устройств, гирлянд иллюминации и других изделий, изготовлении и монтаже шин заземления корпусов электрооборудования, настройке и испытании аппаратуры.

При выполнении пайки необходимо соблюдать следующие требования:

1. Поверхности соединяемых изделий в месте пайки должны быть тщательно очищены от пыли, жира, краски и других загрязнений.

2. Температура нагрева соединяемых изделий в месте пайки должна на 50—100°С превышать температуру начала затвердевания припоя (см. табл. 4.3).

Величина зазоров между соединяемыми поверхностями должна обеспечивать повсеместное затекание припоя под действием законов течения жидкостей по капиллярам.

3. Пайка должна вестись с применением флюса, предназначенного для растворения или разрушения окисной пленки на соединяемых поверхностях (без чего невозможно обеспечить смачиваемость этих поверхностей припоем). Флюс служит также для защиты поверхностей спаиваемых металлов и припоя от окисления и для снижения поверхностного натяжения расплавленного припоя на границе металл—припой (в целях обеспечения текучести припоя).

При выполнении контактного оконцевания методом пайки выбор припоев, если это не оговорено в документации разработчика, производится следующим образом. Припой ПОС-61 используют при подключении радиотехнического оборудования, установленного в наружных помещениях, а также при лужении и пайке жил с пластмассовой изоляцией в любом оборудовании, припой ПОС-40 — при подключении остального оборудования. Для пайки жил с пластмассовой изоляцией применяют также припой марки ПОСК-50.

Олово марки О1 применяют при работе на судах, предназначенных для плавания в тропической зоне. Припой ПОС-61 может быть использован при подключении электрооборудования, установленного во внутренних помещениях, с последующей защитой места пайки эмалью ЭП-51.

Выбор того или иного способа пайки зависит от конструкции и габаритов соединяемых изделий, от условий производства применяемых припоев. Так, при выполнении электромонтажных работ на судах применяют пайку с нагревом паяльниками и пайку окунанием в расплавленный припой. В цеховых условиях применяют пайку с электроконтактным нагревом, пайку с помощью паяльников, пайку наконечников в электротиглях и т. д.

Лужение представляет собой процесс покрытия металлических поверхностей тонким слоем олова или оловянно-свинцового припоя. Лужение применяют как для облегчения процесса пайки, так и для защиты наружных токоведущих элементов от вредных воздействий внешней среды.

Способы лужения: горячее лужение, лужение окунанием в расплавленный припой, гальваническое лужение.

Технологический процесс горячего лужения паяльником (например, при заземлении металлических оплеток кабелей) сводится к следующим операциям: поверхность металла зачищают, покрывают флюсом, наносят на нее припой, нагревают, а затем выравнивают слой припоя, перемещая жало паяльника в разных направлениях по поверхности металла.

Лужение окунанием в расплавленный припой применяют как на судах (оконцевание жил кабелей штырем, кольцом), так и в цеховых условиях при изготовлении электромонтажных изделий (наконечников, перемычек заземления и пр.). Поверхность металла зачищают, смачивают ее флюсом и помещают

на некоторое время облуживаемую деталь в ванну (электротигель) с расплавленным припоем. Излишки припоя удаляют встряхиванием или вращением деталей в центрифуге. Для последующего охлаждения деталей их обычно погружают в ванну с холодной водой. При пайке наконечников в электротигле охлаждение водой не производится.

Гальваническое лужение применяется в цеховых условиях в целях экономии расходования припоя. Оно производится в специальных ваннах с кислотными или щелочными электролитами. Анодами в этих ваннах служат оловянистые пластины, а к катодам присоединяют обрабатываемые детали. Этот способ лужения позволяет получить любую заданную равномерную толщину покрытия, обеспечивая высокую прочность сцепления покрытия с основным металлом и малую пористость покрытия. Недостатком гальванического лужения является постепенное окисление покрытия, особенно заметное при низких температурах, что ухудшает смачиваемость припоем и затрудняет пайку. Поэтому такое покрытие применяется в основном лишь в качестве антикоррозионного.

Глава 7.2. ЗАЩИТНОЕ, ЗАЩИТНО-УПЛОТНИТЕЛЬНОЕ И ТЕПЛОЗАЩИТНОЕ ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

§ 7.2.1. ВЫБОР ВИДА ОКОНЦЕВАНИЯ

Выбор вида оконцевания жил определяется типом кабеля, условиями эксплуатации и исполнением электрооборудования. Случаи применения защитного или защитно-уплотнительного оконцевания указаны в табл. 7.13. Теплозащитное оконцевание применяется в электродвигателях типов АН, АНУ, АМШ, АМШУ, НА, в трансформаторах типов ТВ, ОБ, в термическом оборудовании (грелках, камбузном оборудовании, электронагревателях, реостатах, ящиках сопротивлений), в светильниках (кроме арматуры аварийного и переносного освещения, арматуры световой сигнализации и иной осветительной арматуры с кратковременным режимом работы, светильников типа бра, люминесцентных светильников и других с лампами мощностью до 40 Вт, а также светильников, имеющих разделители жил), в другом электрооборудовании, на жилах которого в месте подключения температура превышает длительно допустимую для судов, что может выявиться в процессе сдаточных работ.

Таблица 7.13

Вид оконцевания жил кабелей и проводов в зависимости от исполнения электрооборудования и типа кабеля

Подключаемое электрооборудование	Кабели	Вид оконцевания
Открытого исполнения	С пластмассовой изоляцией	Защитное
	С резиновой изоляцией	Защитно-уплотнительное
Силовое защищенного и брызгозащищенного исполнения, устанавливаемое внутри	Одно-, двух- и трехжильные с резиновой изоляцией	То же

Подключаемое электрооборудование	Кабели	Вид оконцевания
судна, кроме сухих помещений (каюты, кубрики, посты и т. п.) Устанавливаемое в особо сырых помещениях (открытые палубы, камбузы, бани, гальюны и т. п.)	С резиновой изоляцией	Защитно-уплотнительное
Не имеющее конструкций для крепления жил кабелей	Всех типов	Защитное в местах, где возможно повреждение изоляции жил во время эксплуатации
	С экранированными жилами	Защитное в местах, где расстояние между экранами жил и неизолированными токоведущими деталями менее 15 мм

§ 7.2.2. ТЕХНОЛОГИЯ ОКОНЦЕВАНИЙ

Основные технологические операции при выполнении защитного, защитно-уплотнительного и теплозащитного оконцеваний указаны в табл. 7.14, а общие виды оконцованных жил кабелей — на рис. 7.11—7.13.

Защитное оконцевание обычно выполняется по всей длине жилы. Выбор нужного внутреннего диаметра трубок при выполнении оконцеваний производится в соответствии с табл. 7.15—7.17. Длина трубок должна быть такой, чтобы их концы отстояли от места среза изоляции жилы на 5—10 мм. Трубки надевают на жилы кабелей до выполнения работ по контактному оконцеванию наконечниками или кольцом. В случаях, когда длина жилы превышает 400 мм, для надевания трубок на жилы рекомендуется применять иглу (см. § 8.3.4).

Поливинилхлоридную ленту накладывают с натягом вполнахлеста в два слоя. Конец ленты, накладываемый без натяга, отрезают и приклеивают перхлорвиниловым клеем. При защитном оконцевании в аппаратуре со стесненной монтажной зоной допускается применять лакоткань на шелковой основе. Размеры уплотнительной части оконцевания приведены на рис. 7.14 и в табл. 7.18, 7.19.

В электродвигателях серий АН и АНУ, трансформаторах типов ТВ и ОВ и в электронагревателях теплозащитное оконцевание выполняется трубками ТКР, ТКС или стеклолентой ЛЭС с последующим покрытием ее эмалью КО-911; в остальном электрооборудовании кроме вышеуказанных материалов могут быть применены трубки ТЭС и стеклоткань ЛСКЛ-155. В светильниках допускается применение трубок ТЛС, если температура внутри светильников не превышает 105°С.

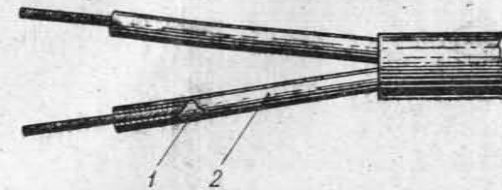


Рис. 7.11. Защитное оконцевание жил кабелей поливинилхлоридными трубками.
1 — изоляция жилы; 2 — защитная трубка.

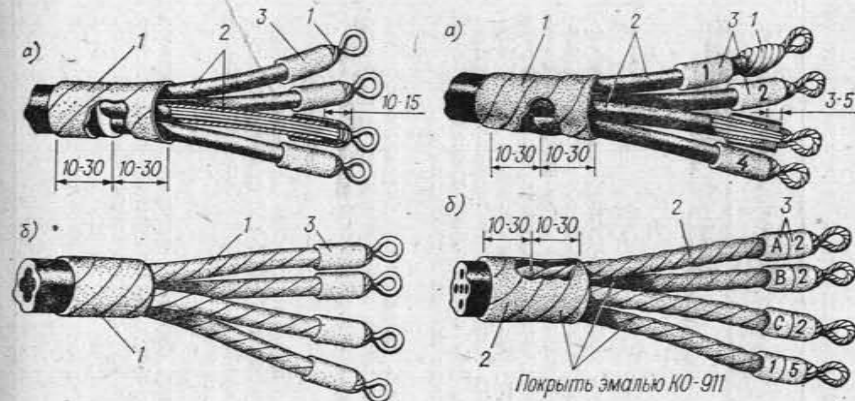
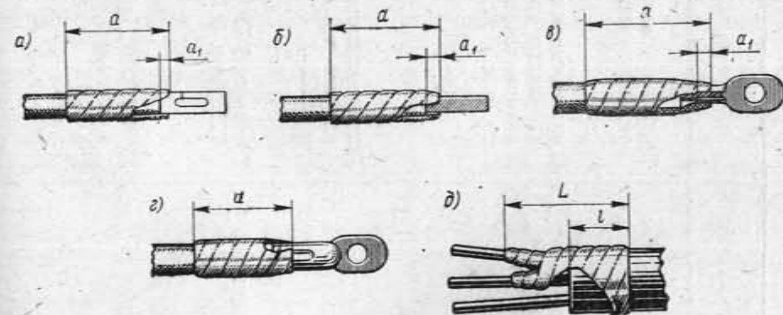


Рис. 7.12. Защитно-уплотнительное оконцевание жил кабелей: а — поливинилхлоридной трубкой; б — поливинилхлоридной лентой.
1 — поливинилхлоридная лента; 2 — поливинилхлоридная трубка; 3 — маркировочные бирки

Рис. 7.13. Теплозащитное оконцевание жил кабелей: а — трубками ТКР, ТЭС, ТКС, ТЛС; б — лентой ЛЭС.
1 — лента ЛСКЛ-155; 2 — теплозащитная трубка (лента ЛЭС); 3 — маркировочные бирки.



Технология защитного, защитно-уплотнительного и теплозащитного окончаний

Вид окончания	Способ окончания	Технологическая операция	Технологические требования
Защитное	Трубами поливинилхлоридными (рис. 7.11)	Надеть трубки на жилы	На трубах не должно быть трещин, вмятин; они должны плотно прилегать к жиле
Защитно-уплотнительное	С применением поливинилхлоридных трубок и поливинилхлоридной ленты (рис. 7.12, а)	Отгнуть жилы наружного повива у места среза шланговой оболочки. Развернуть и разоборать в стороны жилы внутренних повивов. Надеть поливинилхлоридные трубки. Собрать жилы в пучок. Наложить бандаж из поливинилхлоридной ленты (два слоя) у мест среза шланговой оболочки кабеля и изоляции жил	На трубах не должно быть трещин и вмятин
Теплозащитное	Поливинилхлоридной клеейкой лентой (рис. 7.12, б)	Наложить бандаж из поливинилхлоридной ленты: а) на каждую жилу; б) на место среза шланговой оболочки	Лента должна быть наложена ровными слоями, конец ее следует приклеить перхлорвиниловым клеем
	Трубами ТКР, ТЭС, ТКС, ТЛС (рис. 7.13, а) Лентой ЛЭС с последующим покрытием эмалью КО-911 (допускается лентой ЛСКЛ-155, рис. 7.13, б)	После надевания трубок наложить бандаж из ленты ЛСКЛ-155 (два-три слоя) у мест среза шланговой оболочки и изоляции жил Наложить бандаж с натягом виолнахлеста в два-три слоя, закрепив конец ленты узлом. На ленту нанести кистью эмаль КО-911 и просушить в течение 24—26 ч, после чего нанести второй слой эмали	На трубах не должно быть трещин и вмятин Лента должна быть наложена ровными слоями. Эмаль КО-911 следует тщательно перемешать

Таблица 7.15

Размер поливинилхлоридных трубок, надеваемых на жилы с пластмассовой изоляцией при защитном и защитно-уплотнительном окончевании

Сечение жил, мм ²	Внутренний диаметр трубки, мм	
	Неэкранированные жилы	Экранированные жилы
0,35	2,0	2,5
0,5; 0,75	2,0—2,5	2,5
1,0	2,5—3,0	2,5
1,5	3,5	3,0
2,5	4,5	3,5
1	6	6
6	6—7	7
10	7	7—8
16	9	10
25	10	10
35	12	12—14
50	14	14
70	16	16
95	18	18—20

Таблица 7.16

Размер поливинилхлоридных трубок, надеваемых на жилы с резиновой изоляцией при защитном и защитно-уплотнительном окончеваниях

Сечение жилы, мм ²	Внутренний диаметр трубки, мм	Сечение жилы, мм ²	Внутренний диаметр трубки, мм
1 (однопроволочная)	3,5	35	12
1—1,5	3,5—5	50	12—14
2,5	4,5—6	70	14—16
1	5—7	95	16—18
6	6—7	120	18—20
10	7	150	20—25
16	8	185	25—30
25	10	240	30
		300	30

Примечание. Для экранированных жил кабелей типа МЭРШН внутренний диаметр трубок равен 4,5 мм для сечений 1—1,5 мм² и 5—6 мм — для сечений 2,5 мм².

Таблица 7.17

Размер теплостойких трубок, надеваемых на жилы кабелей при теплозащитном оконцевании

Сечение жилы, мм ²	Внутренний диаметр трубки, мм	Сечение жилы, мм ²	Внутренний диаметр трубки, мм
0,35	3—3,5	25,0	12,0
0,5	3,5	35,0	14,0
0,75	3,5	50,0	16,0
1,00	4,0	70,0	16,0
1,50	4,5	95,0	20,0
2,5	5,0	120,0	22,0
4,0	6,0	150,0	24,0
6,0	7,0	185,0	24,0
10,0	8,0	240,0	28,0
16,0	10,0	300,0	30,0
		400,0	32,0

Примечание. Допускается применять трубки ближайшего большего размера.

Таблица 7.18

Размеры уплотнительной части оконцевания места среза изоляции жилы (рис. 7.14, а—г)

Сечение жилы, мм ²	а, мм	а ₁ , мм, при оконцевании	
		штырем (рис. 7.14, а, б),	пайкой наконечника (рис. 7.14, в)
1; 2,5; 4	15	3	3
6; 10	20	3	3
16	25	3	3
25	25	4	5
35; 50; 70	30	4	5
95; 120; 150	30	5	5
185; 240; 300	30	5	6

Примечание. При оконцевании опрессовкой наконечника (рис. 7.14, г) а₁ равно половине длины лунки вдавливания.

Таблица 7.19

Размеры уплотнительной части оконцевания места среза наружной оболочки кабеля (рис. 7.14, д)

Диаметр кабеля, мм	L, мм	l, мм
До 20	20	10
20—30	40	20
30—50	60	30

Глава 7.3. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭКРАНОВ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

§ 7.3.1. СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Процесс заземления экранов жил кабелей сводится к присоединению их с помощью гибкого проводника к специальному заземляющему контакту, устанавливаемому на корпусе прибора.

В зависимости от требований конструкторской документации заземление может выполняться с сохранением экранировки жил внутреннего прибора по всей длине жил или только у места ввода кабеля. С технологической точки зрения имеется также различие между заземлением экранов из металлизированной бумаги (кабели типа КНРЭТ) и экранов из металлической оплетки (кабели марки МЭРШН-50, типа КМПЭВ и т. п.).

Основная трудность, возникающая при выполнении операции заземления экранов жил, — необходимость сохранения целостности изоляции жил многожильных кабелей.

§ 7.3.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

В качестве примера в табл. 7.20 приведено описание технологии процесса заземления экранов жил кабелей типа КНРЭТ для случая сохранения экранировки жил внутри прибора (рис. 7.15). В случаях, когда экранировка жил сохраняется только до места ввода кабеля в прибор, технологический процесс отличается использованием лишь одного отрезка плетенки ПМЛ 3×6 (заземляющего проводника); при этом экраны жил сохраняются у места среза оболочки кабеля на ширину банджа из фольги, указанную в табл. 7.20; контакт с экранами жил создается путем наложения на фольгу трех-четырех витков плетенки.

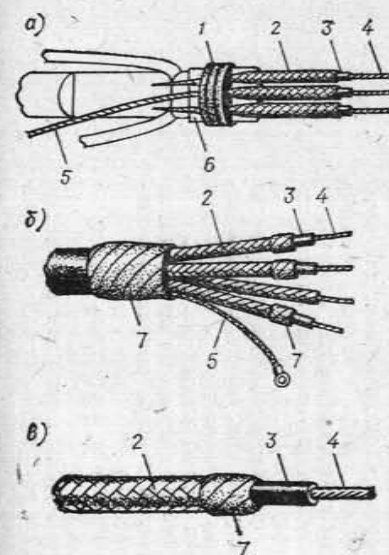


Рис. 7.15. Заземление экранирующих оплеток кабелей типа КНРЭТ. 1 — бандж для плетенки ПМЛ 3×6; 2 — экранирующая плетенка; 3 — изоляция жил; 4 — жила; 5 — заземляющая плетенка; 6 — бандж из фольги; 7 — бандж из поливинилхлоридной ленты.

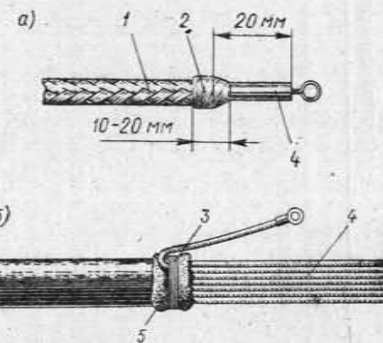


Рис. 7.16. Заделка экранов жил кабелей типа МЭРШН: а — на концах жил; б — токопроводящим покрытием у среза шланговой оболочки.

1 — оплетка; 2 — поливинилхлоридная лента; 3 — бандж из проволоки; 4 — резиновая изоляция жил; 5 — токопроводящее покрытие.

Технология заземления экранов жил кабелей типа КНРЭТ

Технологические операции	Инструмент	Технологические требования
Удалить с жил металлизированную бумагу Нарезать плетенку ПМЛ 3×6	— Бокорезы	Оставить экран на расстоянии 50—60 мм от места среза оболочки Длина отрезков должна быть на 60—70% больше длины жил; один отрезок, используемый в качестве заземляющего проводника, должен иметь запас длины от места ввода кабеля до контакта заземления
Надеть заготовленные отрезки плетенки на соответствующие жилы Обеспечить электрический контакт между отрезками плетенки и экранами жил, для чего у места среза оболочки кабеля наложить на экранованные жилы бандаж из фольги, прижать к нему свободные концы плетенки и сверху наложить бандаж из медной луженой проволоки диаметром 0,5 мм (рис. 7.15, а)	Оправка для надевания плетенки —	Длина свободных концов плетенки у места среза оболочки кабеля должна составлять 15—20 мм Ширина бандажа из фольги должна составлять 20 мм, количество слоев должно быть равно трем, ширина бандажа из проволоки 10 мм
Заделать место среза оболочки кабеля, для чего собрать все жилы кабеля в пучок, прижать концы плетенки к оболочке кабеля и поверх их и проволоочного бандажа наложить поливинилхлоридную ленту (рис. 7.15, б)	—	Концы плетенки должны заходить на наружную оболочку кабеля не более чем на 5—6 мм; излишки должны быть отрезаны. Конец поливинилхлоридной ленты приклеить перхлорвиниловым клеем
Закрепить поливинилхлоридной лентой отрезки плетенки на концах жил, предварительно наложив непосредственно на экраны жил бандаж из поливинилхлоридной ленты (рис. 7.15, в)	—	Плетенка должна заходить на бандаж на 3—4 мм
При необходимости предохранения от замыкания токоведущих частей прибора выполнить защитное окончание жил	Игла (см. § 8.3.4)	Трубки должны быть на 30—35 мм короче изолируемых частей жил
Выполнить маркировку и контактные окончание жил	См. табл. 7.12	См. гл. 7.1 и 7.4
Напаять к плетенке, оставленной для заземления, наконечник. При необходимости надеть на плетенку изоляционную трубку	См. табл. 7.12	—
Подключить перемычку к заземляющему контакту	—	—

Заземление экранов жил кабелей типа МЭРШН и т. п. производится с помощью плетенки ПМЛ 3×6, при этом последнюю припаивают к экрану каждой жилы. Срезы экранов на концах жил заделывают так же, как плетенку на жилах кабелей типа КНРЭТ. Заделка места среза показана на рис. 7.16.

Заземление экранов жил кабелей типа КМПЭВ и т. п. состоит в вытаскивании жил из экранов на расстоянии 10—15 мм от среза оболочки, наложении на экраны общего бандажа из трех слоев стеклоткани, отгибании на него экранов, которые закрепляют общим пропаяваемым бандажом из шести—восьми витков медной луженой проволоки диаметром 0,5 мм. Выступающие из-под бандажа концы оплеток отрезают, кроме одной, используемой для заземления.

Для заземления жил с металлическими экранами (как типа МЭРШН, так и типа КМПЭВ) может быть применена свинцовая фольга, плакированная оловом, которую накладывают у места среза оболочки тремя слоями в виде бандажа шириной 20—25 мм, причем один конец ленты из фольги помещают между экранами жил внутреннего повива. Далее на фольгу накладывают с натягом бандаж из семи-восьми витков плетенки ППЛ 2×4 или 3×6.

Во всех случаях узел заземления и срез оболочки кабеля защищают бандажом из двух слоев поливинилхлоридной ленты, накладываемой с натягом. Конец ленты отрезают и приклеивают перхлорвиниловым клеем.

Электрический контакт между заземляющей плетенкой и экранами жил может создаваться с помощью токопроводящего покрытия (см. § 4.2.4). Последнее наносят шпателем на срез шланговой оболочки кабеля и между жилами на длине 20 мм; жилы в месте нанесения покрытия собирают в пучок и накладывают на них несколько витков заземляющей плетенки ПМЛ 3×6, закрываемых бандажом из поливинилхлоридной ленты.

Глава 7.4. МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

Маркировка электрооборудования и жил кабелей обеспечивает возможность выполнения электромонтажных работ при постройке судна, а также быстрое нахождение электрооборудования, кабелей и жил кабелей в процессе эксплуатации судна.

Маркировка подразделяется на проектную и штатную.

Целью выполнения проектной маркировки электрооборудования и кабелей является правильное выполнение чертежей расположения электрооборудования, прокладки кабелей и схем подключения электрооборудования, а также выполнение электромонтажных работ по этим чертежам.

Проектная маркировка указывается в рабочей конструкторской документации и выполняется на основании принципиальных схем.

Каждой системе электрооборудования присваивается определенный буквенный индекс, состоящий из одной или двух букв. Все электрооборудование и кабели системы маркируются в схемах и в рабочей конструкторской документации этим индексом с прибавлением порядкового номера электрооборудования или кабеля.

Структура буквенно-цифрового индекса определяется особенностями построения каждой системы.

Проектной маркировке подлежат все электрооборудование и все кабели, включенные в конструкторскую документацию.

Маркировка жил кабелей показывается в схемах подключения электрооборудования.

Кроме принципиальных схем и рабочих чертежей маркировка электрооборудования приводится в ведомости маркировки, выпускаемой на проект в целом.

Характеристики различных способов маркировки жил кабелей

Способ маркировки	Область применения	Достоинства	Недостатки
Поливинилхлоридными трубками Фибровыми бирками	Приборы слабого тока Силовое электрооборудование	Знак четко читается при эксплуатации Прочность, простота исполнения	Неудобство нанесения знаков ручным способом Сложность в изготовлении. При эксплуатации нитки, крепящие бирку в жиле, обрываются
Липкой поливинилхлоридной маркировочной лентой	Приборы слабого тока и силовое электрооборудование	Одновременно с маркировкой жилы можно выподнить дополнительную часть окончания	На ленте имеются только два знака, поэтому необходим набор рулонов лент с разными знаками

В этой ведомости по каждой единице электрооборудования приводятся следующие сведения:

— номер рабочего чертежа, по которому данное электрооборудование устанавливается;

— наименование электрооборудования и номер позиции по спецификации к рабочему чертежу;

— маркировка электрооборудования;

— место установки электрооборудования (наименование помещения или его номер);

— сведения об отличительной табличке с маркировкой, устанавливаемой на электрооборудовании;

— текст отличительной маркировки, выполняемой светосоставом.

Маркировка кабелей приводится, как правило, только в схемах, рабочих чертежах и журналах кабелей.

Штатная маркировка электрооборудования и кабелей выполняется для быстрого нахождения их в процессе эксплуатации судна.

Штатная маркировка электрооборудования производится с помощью табличек, на которых нанесен схемный индекс электрооборудования и его назначение (при необходимости).

Штатной маркировке подлежит все электрооборудование, не имеющее маркировки в виде табличек, установленных заводом-изготовителем. Размеры табличек и тексты надписей на них указываются в ведомости маркировки электрооборудования.

Штатная маркировка кабелей производится с помощью бирок с нанесенными на них буквенно-цифровыми индексами в соответствии со схемами. Подробные сведения о маркировке кабелей см. в § 5.1.7.

§ 7.4.1. СПОСОБЫ МАРКИРОВКИ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

Маркировка жил кабелей состоит в нанесении на каждую жилу присвоенного ей номера или индекса.

Маркировка рабочих жил должна соответствовать маркировке контактов электрооборудования. Жилы не маркируются, если не маркируются

Таблица 7.22

Размеры маркировочных бирок-трубок

Сечение жилы, мм²	Внутренний диаметр, мм, бирок-трубок для жил					Длина трубки, мм
	с резиновой изоляцией		с пластмассовой изоляцией			
	неэкранированных	имеющих защитную трубку	неэкранированных	экранированных	имеющих защитную трубку	
0,35	—	—	2,0	2,5	3,5	12
0,5	—	—	3,0	3,5	4,5	
0,75	—	—	3,0	3,5	4,5	
1	4,5	6	3,5	3,5	4,5	
1,5	4,5—6	8	4,0	4,0	6	
1,5	4,5—6	8	4,0	4,0	6	
2,5	6—7	9	4,5	4,5	6	
4	7	9	7	7	9	
6	8	10	7—8	8	10	
10	9	12	8	10	12	
16	10	12	10	12	12—14	18
25	12	14	12	12	14	
35	14	16	14	14	16	
50	14—16	18	16	16	18	
70	16—18	20	18	18	20	
95	18—20	25	20	20	22	
120	20—25	25—30	—	—	—	30
150	25—30	30—34	—	—	—	
185	30—34	34—36	—	—	—	
240	34	36	—	—	—	
300	34	36	—	—	—	

Примечания: 1. Длина бирок-трубок для маркировки жил кабелей в штепсельных разъемах 12, 15 или 18 мм в зависимости от высоты хвостовиков контактов разъема. 2. Для экранированных жил кабелей типа МЭРШН внутренний диаметр бирок равен 4 мм для сечений 1—1,5 мм² и 5—6 мм — для сечений 2,5 мм².

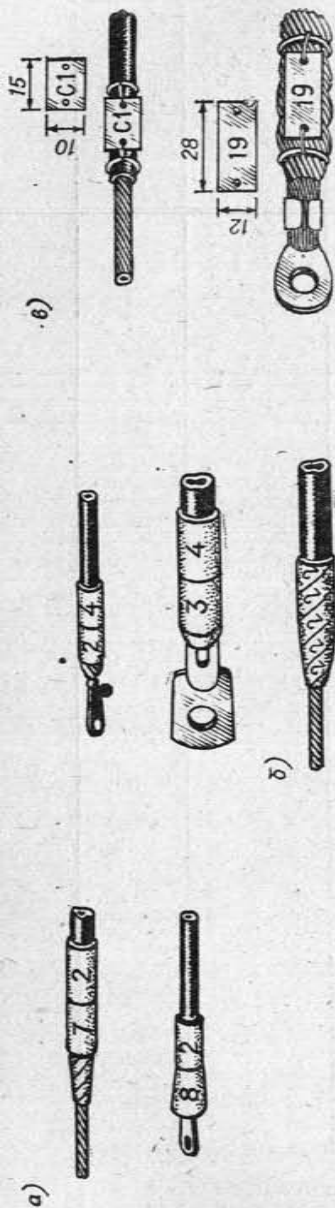


Рис. 7.17. Маркировка жил: а — поливинилхлоридной трубкой при оконцевании штырем, лепестковым наконечником для сварки, угловым наконечником для опрессовки; б — поливинилхлоридной маркировочной лентой; в — фибровой биркой при оконцевании наконечником одиночной жилы и пучка из нескольких жил.

Таблица 7.23

Технология маркировки

Способ маркировки	Технологические операции	Оценка качества
Поливинилхлоридными трубками	Поливинилхлоридные трубки надеть на жилу до выполнения контактного и уплотнительной части защитно-уплотнительного оконцевания и сдвинуть на 40—60 мм от конца жилы. После выполнения оконцеваний сдвинуть трубки к концу жилы (см. рис. 7.17, а). Ленту с соответствующим номером наложить вполнахлеста	Индекс должен читаться начиная от наконечника
Липкой поливинилхлоридной маркировочной лентой	Ленту с соответствующим номером наложить вполнахлеста	Цифры не должны перекрываться
Фибровыми бирками	Бирку привязать к жиле (или пучку жил) нитками № 00 или капроновыми	Индекс должен читаться начиная от контактного оконцевания

контакты или если порядок подключения жил не влияет на функционирование оборудования.

Жилы, подключаемые к отдельным контактам, контактам силового электрооборудования и к контактам платы (если в электрооборудовании она одна), маркируются одной биркой с обозначением контакта. Жилы, подключаемые к контактам плат, число которых равно двум и более, маркируются двумя бирками: с номером клеммы (бирка, ближняя к клеммам) и с номером платы.

Запасные жилы маркируются одной или двумя бирками без знаков, которые наносятся в случае использования жилы как рабочей, и еще одной биркой с порядковым номером жилы в ряду запасных.

Применяют три способа маркировки: поливинилхлоридными трубками, фибровыми бирками и липкой поливинилхлоридной маркировочной лентой. Характеристики этих способов приведены в табл. 7.21. Выбор маркировочных бирок-трубок производится в соответствии с табл. 7.22. Надпись на трубках для жил сечением до 6 мм² производят шрифтом ПО-2,5 или ПО-3,5, для жил сечением от 10 мм² и выше — шрифтом ПО-5 по ГОСТ 2930—62.

§ 7.4.2. ТЕХНОЛОГИЯ МАРКИРОВКИ

Основные технологические операции приведены в табл. 7.23. Внешний вид замаркированных жил показан на рис. 7.17.

Глава 7.5. УКЛАДКА, УВЯЗКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЖИЛ

§ 7.5.1. УКЛАДКА И УВЯЗКА ЖИЛ

Способы укладки жил с учетом запаса их длины приведены в табл. 7.24 и показаны на рис. 7.18. Способы увязки пучков показаны на рис. 7.19. Запасные жилы собирают в отдельный пучок, увязывают петлями и укладывают в легкодоступном месте поверх рабочих жил, при этом конец каждой жилы изолируют лакотканью или поливинилхлоридной лентой.

Таблица 7.24

Способы укладки жил

Вид электрооборудования	Количество жил в кабеле	Сечение жилы, мм ²	Способ укладки
Электрические машины	1—3 1—3	До 2,5 4—400	Полукольцом (рис. 7.18, а) Запаса длины жил нет
Распределительные и пускорегулирующие устройства	2—52 1—3 1—3	До 2,5 » 2,5 4—400	Пучком с увязкой (рис. 7.18, в) Кольцом (рис. 7.18, б) Запаса длины жил нет
Электроустановочная арматура	1—3	До 2,5	Кольцом или спиралью (рис. 7.18, б)

Вид электрооборудования	Количество жил в кабеле	Сечение жилы, мм ²	Способ укладки
Электрооборудование схем связи, навигации, управления	2—52	До 2,5	Пучком с увязкой (рис. 7.18, в)

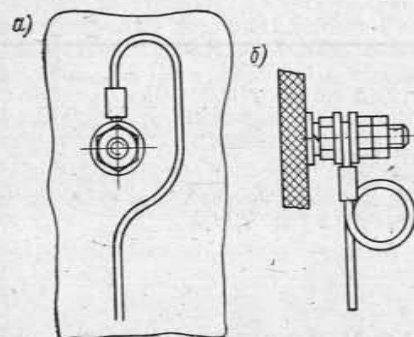


Рис. 7.18. Укладка жил: а — полукольцом; б — кольцом; в — пучком с увязкой.

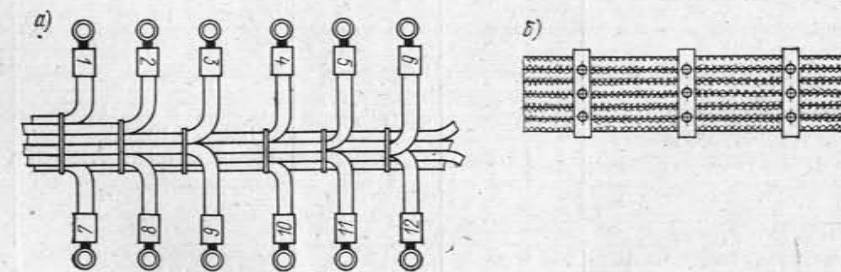
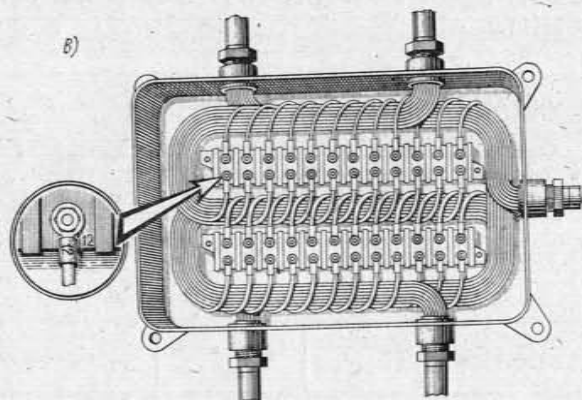


Рис. 7.19. Увязка пучков жил: а — нитками; б — поясками.

§ 7.5.2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЖИЛ

Подключение жил кабелей производится в соответствии с монтажной схемой и маркировкой жил. Способы подключения показаны на рис. 7.20.

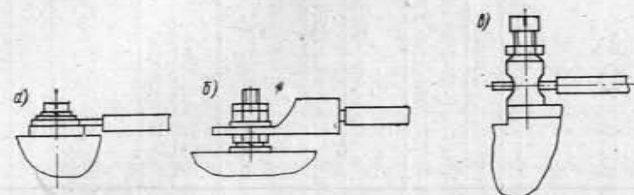


Рис. 7.20. Подключение жил кабелей: а — под винт; б — на шпильку; в — под зажим.

При подключении жил необходимо учитывать следующее:

а) у шпильки, на которую подключается наконечник, должен предусматриваться запас длины, обеспечивающий не менее двух ниток резьбы, выступающих над гайкой (контргайкой) после ее установки;

б) жилы кабелей, оконцованные кольцом с полудой или кольцевым наконечником, должны подключаться между латунными никелированными или лужеными шайбами.

Глава 7.6. НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ, РАДИОЧАСТОТНЫЕ (ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ) СОЕДИНИТЕЛИ И ИХ МОНТАЖ

§ 7.6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основное назначение штепсельных разъемов (ШР) и соединителей радиочастотных (СР) — уменьшить габариты электрооборудования и аппаратуры, а также улучшить условия их эксплуатации. Монтаж штепсельных разъемов и радиочастотных соединителей — наиболее технологически сложный этап монтажа. Поэтому к выполнению работ по заделке ШР и СР допускаются только электромонтажники, прошедшие специальный курс обучения и получившие удостоверение на право выполнения работ.

Работы по заделке кабелей в ШР и СР включают в себя разделку кабеля, подготовку к монтажу, заземление металлических оплеток кабеля и жил, маркировку жил, припайку жил к контактам, сборку ШР и СР и заделку места ввода кабеля.

§ 7.6.2. НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ

В судовом электрооборудовании применяются низкочастотные ШР разных типов: цилиндрические общего применения (ШР, ШРГ, СШР и др.), малогабаритные (2РМ, 2РМГ и др.), прямоугольные (А, РП10, РП14 и др.).

Примеры условных обозначений штепсельных разъемов приведены на рис. 7.21. Составные части некоторых ШР показаны на рис. 7.22.

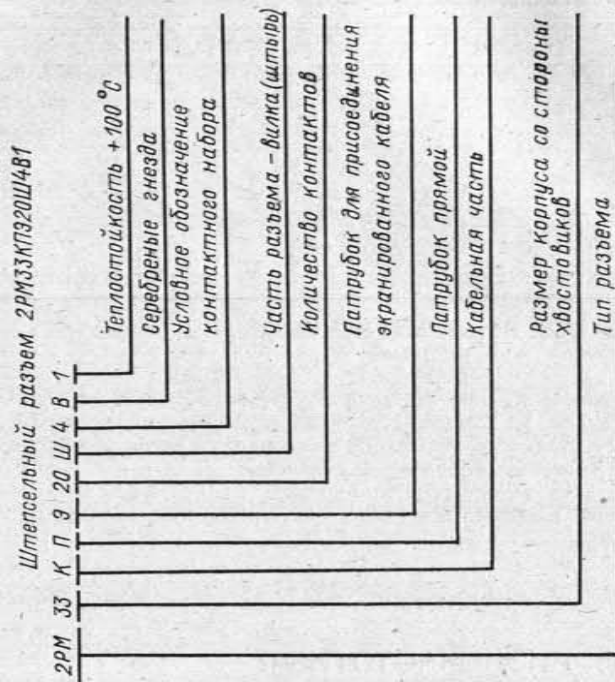
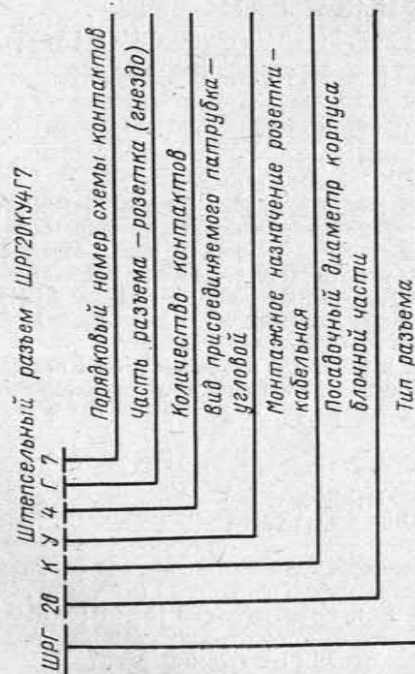


Рис. 7.21. Примеры маркировки штепсельных разъемов.

Выбор типа ШР определяется условиями эксплуатации, монтажной схемой, сечением присоединительных жил, исполнением электротехнического изделия и особенностями его конструкции. С монтажной точки зрения ШР должен обеспечивать возможность ввода в него нужного кабеля и размещения всех жил, в том числе запасных.

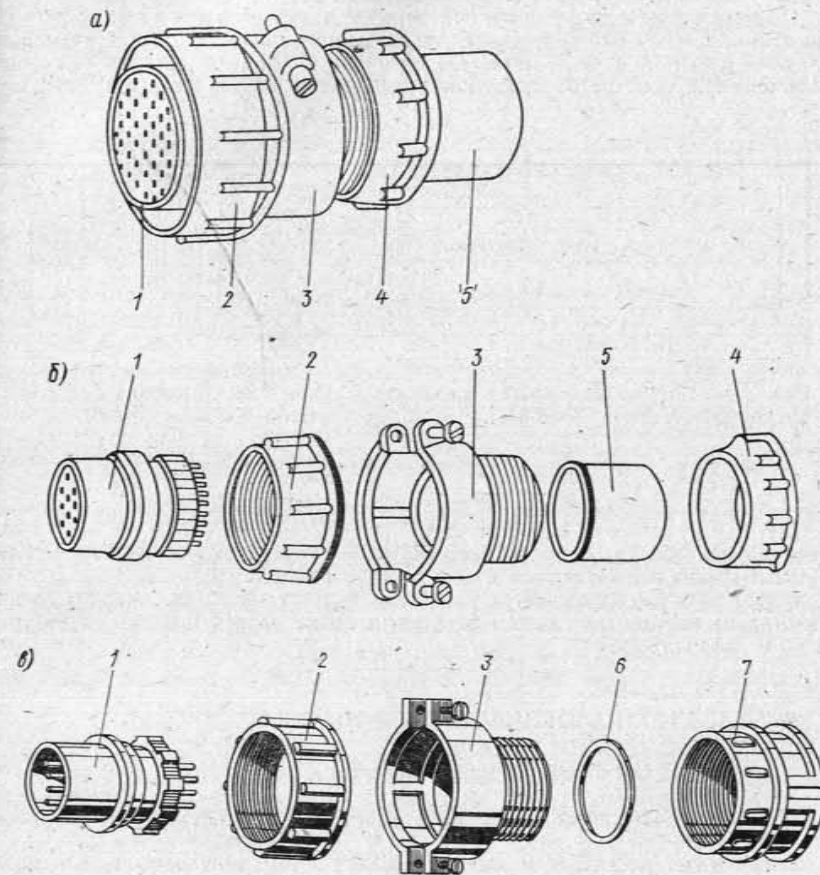


Рис. 7.22. Составные части штепсельных разъемов ШР, СШР, Р: а — в сборке; б — в разобранном виде (с накидной гайкой и втулкой); в — в разобранном виде (с накидной гайкой и шайбой).

1 — корпус с контактной частью; 2 — соединительная гайка; 3 — разъемный патрубок; 4 — накидная гайка; 5 — втулка; 6 — шайба заземления; 7 — накидная гайка с хомутиком.

При выборе разъемов для кабелей в ряде случаев предусматривается запас числа контактов для заземления экранирующих оплеток. В тех случаях, когда оба конца кабеля распаиваются на ШР, при выборе ШР следует учитывать необходимость согласования направления повода жил с маркировкой контактов разъема для уменьшения перекрещивания жил при монтаже ШР; рекомендуется применять на концах кабеля разноименные вставки (розетка и вилка).

§ 7.6.3. СОЕДИНИТЕЛИ РАДИОЧАСТОТНЫЕ

Для соединения элементов высокочастотных трактов посредством коаксиальных кабелей, а также для соединения коаксиальных кабелей между собой используются СР. Пример условного обозначения СР приведен на рис. 7.23. Внешний вид СР показан на рис. 7.24.

По виду сочленения внешнего контакта СР подразделяются на СР с резьбовым соединением, у которых сочленение осуществляется при помощи резьбовой накидной гайки, и с байонетным соединением, у которых сочленение осуществляется при помощи быстросъемного фигурного замка (байонета).

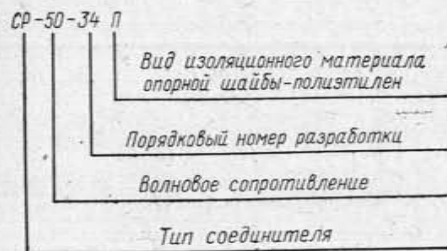


Рис. 7.23. Пример маркировки соединителя радиочастотного СР-50-34П.

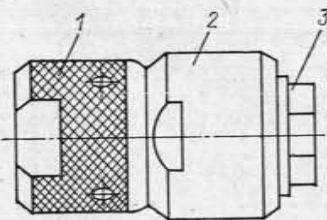


Рис. 7.24. Внешний вид соединителя радиочастотного.

1 — накидная гайка; 2 — корпус соединителя; 3 — зажимная втулка.

По конструктивному исполнению СР подразделяются на кабельные, заделываемые на кабелях, и приборные, укрепляемые на панелях приборов. Как те, так и другие изготавливаются в виде розеток и вилок.

Выбор типа СР определяется условиями эксплуатации, монтажной схемой, исполнением электротехнического изделия, а также маркой кабеля, заделываемого в соединитель.

§ 7.6.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ В ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ

Технология заделки кабелей в ШР иллюстрируется рис. 7.25—7.29.

Технологические операции заделки кабелей в ШР выполняются, как правило, в такой последовательности:

- 1) отмерить необходимую длину свободного конца кабеля за последним креплением и отрезать излишек;
- 2) снять металлическую оплетку с кабеля;
- 3) снять шланговую оболочку с кабеля;
- 4) снять экранирующие оплетки с жил кабеля;
- 5) снять изоляцию с жил кабеля;
- 6) разобрать ШР и удалить консервирующую смазку с резьбовых частей;
- 7) надеть на разделанный конец кабеля неразъемные детали ШР, имеющие отверстия для прохода кабеля;
- 8) произвести заземление оплетки кабеля и экранов;
- 9) надеть на жилы кабеля маркировочные поливинилхлоридные трубки и сдвинуть их на рабочих жилах в сторону кабеля. На запасных жилах торцы трубок соединить, оплавив их паяльником;
- 10) расплести проводочные жилы, зачистить их и скрутить;
- 11) облудить жилы кабеля;

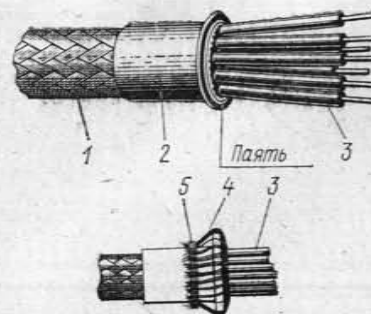


Рис. 7.25. Напайка экранирующих оплеток на втулку.

1 — кабель в металлической оплетке; 2 — втулка; 3 — жилы кабеля; 4 — экранирующие оплетки жил и кабеля; 5 — временный бандаж из проволоки.

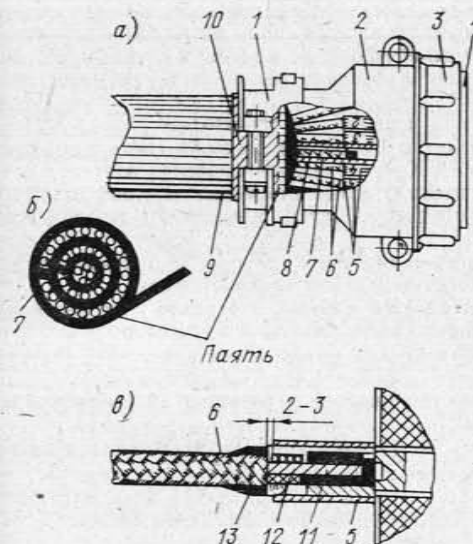


Рис. 7.27. Заделка кабеля в ШР с заземлением экранирующих оплеток жил через контакт разъема: а — ШР в сборе; б — узел присоединения плетенки к экранам жил; в — узел соединения жилы с хвостовиком.

1 — накидная гайка с хомутиком; 2 — разъемный патрубков; 3 — соединительная гайка; 4 — корпус с контактной частью; 5 — маркировочные поливинилхлоридные трубки; 6 — экранированные жилы кабеля; 7 — плетенка ПМЛ 3×6; 8 — поливинилхлоридная трубка; 9 — кабель; 10 — бандаж из резины; 11 — токопроводящая жила; 12 — резиновая изоляция жилы; 13 — бандаж из поливинилхлоридной ленты.

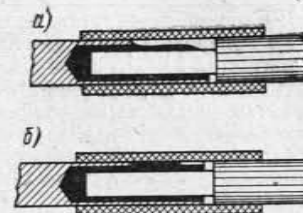


Рис. 7.26. Припайка жил к контактам ШР: а — хвостовик цилиндрический срезаемый; б — хвостовик цилиндрический с отверстием.

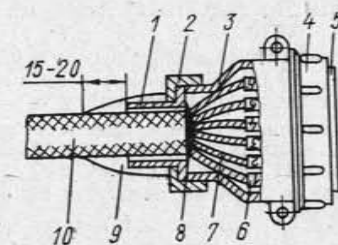


Рис. 7.28. Заделка кабеля в ШР с заземлением экранирующих оплеток жил и кабелей на втулку.

1 — втулка; 2 — накидная гайка; 3 — разъемный патрубков; 4 — соединительная гайка; 5 — корпус с контактной частью; 6 — маркировочные поливинилхлоридные трубки; 7 — жилы кабеля; 8 — экранирующие оплетки жил кабеля; 9 — бандаж из поливинилхлоридной ленты; 10 — оплетка кабеля.

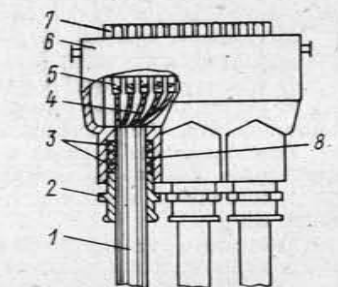


Рис. 7.29. Заделка кабеля в ШР с уплотнением места ввода кабеля.

1 — кабель; 2 — штуцер (зажимная гайка); 3 — металлические кольца; 4 — жилы кабеля; 5 — маркировочные поливинилхлоридные трубки; 6 — корпус; 7 — контактная часть; 8 — уплотнительное резиновое кольцо.

- 12) протереть спиртом поверхности хвостовиков и контактов ШР;
 - 13) припаять жилы к хвостовикам контактов ШР. Пайку производить по рядам контактов ШР, начиная с нижнего, стремясь избежать перекрещивания жил. Остатки флюса удалить спиртом. Место пайки покрыть лаком НЦ-62. Припайку перемычки между контактами производить аналогично припайке жил, также с применением поливинилхлоридной трубки;
 - 14) после проверки качества пайки каждого ряда контактов сдвинуть маркировочные трубки на хвостовики ШР;
 - 15) собрать ШР;
 - 16) заделать место ввода кабеля; а) уплотнить, если имеются уплотнительные детали; б) на место ввода кабеля в заземляющую втулку наложить бандаж из поливинилхлоридной ленты; конец ленты прикрепить эмалью ХВ-124; в) на кабель, закрепляемый в ШР хомутиком, наложить резиновую прокладку.
- Разделка кабеля выполняется так же, как при выполнении работ по внешнему и внутреннему монтажу кабелей.

Заземление металлических оплеток кабеля в зависимости от конструкции ШР осуществляют тремя способами:

- а) напайкой оплеток на втулку в разьемах типов ШР, ШРГ, 2РМ и т. п., снабженных накидной гайкой без деталей для уплотнения и обжатия кабелей;
- б) напайкой оплеток на шайбу в разьемах типов ШР, ШРГ, 2РМ и т. п., имеющих накидную гайку с хомутиком для обжатия кабелей, но без деталей уплотнения;
- в) с применением токопроводящего покрытия под последней — крепящей кабель скобой — для кабелей со стальной оплеткой, а также в случае использования разъемов типа А и им подобных, имеющих детали для уплотнения кабелей.

Заземление экранирующих оплеток жил кабелей производят непосредственной напайкой на втулку (шайбу) либо с применением плетенки ПМЛ 3×6, припаяваемой к втулке или контакту ШР. Контакт для подключения плетенки должен быть указан на схеме подключения; соответствующий контакт ответной части ШР должен быть соединен с корпусом. Экраны запасных и рабочих жил заземляют одновременно.

Втулки и шайбы для заземления металлических оплеток в комплект поставки ШР не входят и изготавливаются в индивидуальном порядке.

При заземлении металлических оплеток кабелей и экранов жил напайкой их на втулку (шайбу) необходимо выполнить следующие операции:

- 1) развести с натягом по фланцу втулки (шайбы) металлическую оплетку кабеля;
- 2) расплести экранирующие оплетки кабелей и развести их с натягом по периметру фланца втулки (шайбы);
- 3) наложить временный бандаж на расплетенные металлические оплетки для удобства их пайки;
- 4) припаять оплетки к фланцу;
- 5) отрезать излишки оплеток, зачистить напильником острые кромки и наплывы припоя, снять временный бандаж.

При заземлении экранов жил с применением перемычки из плетенки ПМЛ необходимо выполнить следующие операции:

- 1) заготовить отрезок плетенки ПМЛ 3×6 (длина отрезка определяется типом ШР);
- 2) отрезать экранирующие оплетки жил и заделать их двумя витками липкой поливинилхлоридной ленты шириной 6—8 мм (между местом среза шланговой оболочки кабеля и бандажом из ленты должно оставаться не менее 15 мм);
- 3) отделить экранированные жилы от неэкранированных;
- 4) при монтаже кабелей с резиновой изоляцией жил собрать в пучок экранированные жилы, наложить и припаять один виток плетенки на каждый ряд жил, начиная с внутреннего повива. Неэкранированные жилы могут быть увязаны отдельно или могут находиться в общем пучке;
- 5) при монтаже кабелей с пластмассовой изоляцией жил развести жилы кабеля и покрыть их токопроводящим покрытием, наложить один виток плетенки ПМЛ на жилы каждого повива, начиная с внутреннего, и закрепить бандажом

из луженой проволоки диаметром 0,3 мм. Токопроводящее покрытие наносится на длине 10 мм от места среза шланговой оболочки;

- б) надеть на свободный конец плетенки изоляционную поливинилхлоридную трубку и произвести припайку к фланцу втулки (шайбы) или хвостовику контакта ШР.

Технология заземления с применением токопроводящего покрытия под последней скобой аналогична изложенной в § 5.2.2, при этом место среза металлической оплетки кабеля должно находиться под деталями для обжатия и уплотнения кабелей. При наложении на кабель двух стальных плетенок последние в месте наложения токопроводящего покрытия предварительно пропанявают по периметру на ширину 5—7 мм.

Маркировка жил производится с помощью маркировочных поливинилхлоридных трубок. Маркировочная трубка должна закрывать полностью хвостовик контакта ШР и не менее 3 мм изоляции жилы кабеля. Маркировку рабочих жил обычно производят по номерам контактов ШР; на запасные жилы маркировочные знаки не наносятся.

Припайка жил к контактам ШР — наиболее ответственная операция. Условия работы должны исключать возможность загрязнения спаиваемых поверхностей. Должен быть обеспечен максимум удобств монтажнику (закрепление контактной колодки, свободный доступ к объекту работы, достаточная освещенность и т. п.); паяльники должны соответствовать типоразмерам ШР. Пайку следует производить припоем ПОС-61 с применением канифольно-спиртового флюса. При забракковании работы сотрудником ОТК повторные пайки допускаются выполнять не более одного раза для жил диаметром до 1 мм и не более двух раз для жил диаметром 1,5—2,5 мм.

В целях повышения производительности труда рекомендуется хвостовики контактов ШР облуживать и заполнять припоем заранее в цеховых условиях.

Заделка жгутов, набранных из отдельных проводов, производится аналогично заделке кабелей.

§ 7.6.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ В СОЕДИНИТЕЛИ РАДИОЧАСТОТНЫЕ

Технология заделки кабелей в СР иллюстрируется рис. 7.30 и 7.31.

Технологические операции заделки кабелей в СР выполняются, как правило, в такой последовательности:

- 1) надрезать и снять защитную оболочку кабеля, не допуская повреждения внешнего проводника кабеля;
- 2) надеть на разделанный конец кабеля неразъемные детали СР, имеющие отверстие для прохода кабеля;
- 3) на внешний проводник кабеля надеть втулку до упора в торец наружной оболочки кабеля, при этом, если наружный диаметр кабеля меньше внутреннего диаметра втулки, то на защитную оболочку кабеля надеть бандаж;
- 4) на защитную оболочку кабеля с полиэтиленовой изоляцией наложить бандаж из хлопчатобумажных ниток, на оболочку кабеля с фторопластовой изоляцией — бандаж из стекловолокнистых ниток;
- 5) бандаж из хлопчатобумажных ниток смазать клеем БФ-4 и сушить при температуре от +60 до +80°С в течение 3—4 ч, бандаж из стекловолокнистых ниток — клеем ВС-10Т и сушить при температуре +185°С в течение 2 ч;
- 6) расплести внешний проводник, выполненный в виде оплетки, на две косички и уложить их в пазы втулки;
- 7) произвести обкатку хвостовой части втулки;
- 8) снять изоляцию кабеля, не допуская повреждения внутреннего проводника кабеля. Плоскость среза изоляции должна быть гладкой и перпендикулярной к внутреннему проводнику кабеля;
- 9) промыть собранные детали спиртом;

10) на изоляцию кабеля надеть изолятор. Для кабелей РК-50-2-11, РК-50-2-13, РК-50-2-21 предварительно надеть на изоляцию шайбу;

11) на внутренний проводник кабеля надеть штырь (гнездо) до упора в торец изолятора и в уплотненном состоянии произвести пайку так, чтобы не возникло зазора между изолятором и штырем (гнездом);

12) вставить кабель с припаянным штырем (гнездом) в корпус соединителя до упора. При этом необходимо, чтобы уступ штыря или торец гнезда были на одном уровне с соответствующим торцом изолятора;

13) произвести завальцовку корпуса так, чтобы невозможно было его прокручивание от руки относительно втулки;

14) осуществить пайку корпуса со втулкой;

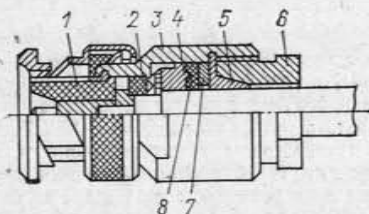


Рис. 7.30. Соединитель радиочастотный в сборе с разделанным кабелем. 1 — изолятор; 2 — изолирующая шайба; 3 — корпус соединителя; 4 — шайба; 5 — сухари; 6 — зажимная втулка; 7 — шайба; 8 — уплотнительное кольцо.

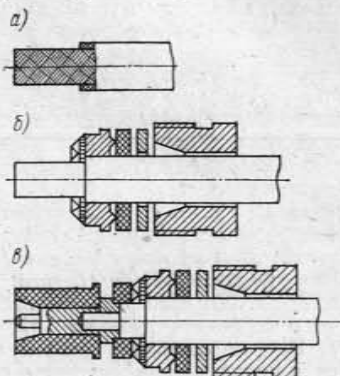


Рис. 7.31. Заделка кабеля в соединитель радиочастотный: а — снятие изоляции; б — распайка внешнего проводника; в — припайка к штырю внутреннего проводника кабеля.

15) надеть колпачок на хвостовую часть втулки до упора.

При заделке кабелей в СР должны выполняться следующие требования:

а) перед сборкой СР и заделкой кабеля в СР тщательно осмотреть все детали; погнутые штыри и гнезда, загрязненные изоляторы, детали с нарушенным покрытием использовать не следует;

б) контактирующие детали — штырь, гнездо, корпус соединителя — необходимо промыть марлевым тампоном, смоченным в спирте;

в) штырь (гнездо) должен быть припаян к внутреннему проводнику кабеля;

г) заделываемый отрезок кабеля следует проверить на отсутствие обрыва внутреннего проводника;

д) остатки канифоли и подтеки припоя после пайки необходимо удалить без нарушения размера штыря (гнезда) и покрытия.

В каждом конкретном случае электрический монтаж разъемов и соединителей должен выполняться по документации, разработанной на каждом предприятии с учетом рекомендаций и требований, изложенных в технических условиях и инструкциях по эксплуатации на конкретные типы ШР и СР.

РАЗДЕЛ 8

ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Мощным рычагом повышения производительности труда в электромонтажном производстве является малая механизация. Разнообразие трудовых операций и большое количество постоянно перемещающихся рабочих мест, свойственные электромонтажному производству на судах, не позволяют ограничить механизацию работ только применением станков и стационарных или передвижных механизмов. Остается широкий фронт работ, где следует ручной труд заменять механизированным, снабжая электромонтажников высокопроизводительным малогабаритным механизированным инструментом и другими средствами малой механизации.

Все применяемые инструменты могут быть разбиты на следующие основные группы: слесарный, монтажный, измерительный инструмент и оснастку. В каждую группу в свою очередь входят инструменты общего назначения и специальные.

Инструменты общего назначения применяются не только в судостроении и являются с точки зрения использования универсальными. Специальные инструменты предназначены для выполнения определенных операций. Примеры инструментов общего применения — молоток, отвертка, дрель, ножовка, специального — нож для снятия оболочки кабеля, клещи для холодной опрессовки кабельных наконечников, клещи для снятия изоляции жил кабеля и т. п.

Характеристики специального инструмента и оснастки и порядок их использования приведены в последующих главах по специализации отдельных видов электромонтажных работ.

Глава 8.1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ, СЛЕСАРНЫЙ И МОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

§ 8.1.1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Измерительный инструмент предназначен для измерения, проверки, контроля наружных и внутренних размеров тел вращения, а также линейных размеров. Основная номенклатура используемого инструмента приведена в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Измерительный инструмент общего назначения

Инструмент	Габаритные размеры, мм	Пределы измерений, мм	Номер ГОСТа	Масса, кг
Линейка измерительная металлическая	500×25× ×0,6	До 500	427—75	0,05
Микрометры	$\left\{ \begin{array}{l} 135 \times 22 \times 70 \\ 160 \times 22 \times 70 \\ 200 \times 22 \times 80 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0-25 \\ 25-50 \\ 50-75 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 6507-78 \\ 6507-78 \\ 6507-78 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,29 \\ 0,38 \\ 0,42 \end{array} \right.$
Рулетка измерительная металлическая	$\varnothing 65 \times 18$	>500	7502—69	
Штангенциркуль	$\left\{ \begin{array}{l} 180 \times 75 \times 10 \\ 250 \times 105 \times 10 \\ 400 \times 120 \times 12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 125 \\ 200 \\ 320 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 166-73 \\ 166-73 \\ 166-73 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,13 \\ 0,24 \\ 0,4 \end{array} \right.$

§ 8.1.2. СЛЕСАРНЫЙ И МОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ РУЧНОЙ

Используемый в электромонтажных работах слесарный и монтажный инструмент состоит из хорошо известных инструментов, применяемых почти во всех отраслях техники (табл. 8.2).

Весь личный монтажный инструмент комплектуется в инструментальных сумках по специализации. Сумки выпускаются двух видов: жесткая металлическая и полужесткая. Имеются две модификации жестких сумок, отличающихся в основном количеством размещаемого инструмента: сумка I модификации рассчитана на 25 инструментов, II модификации — на 15 инструментов. Полужесткая инструментальная сумка рассчитана на укомплектование, перенос и использование до 20 инструментов. Кроме того, во всех видах сумок предусмотрено размещение технической документации и мелких вспомогательных инструментов.

Инструментальные сумки комплектуются с учетом вида монтажа (внешний или внутренний) либо в зависимости от конкретной производственной потребности на определенном этапе электромонтажных работ.

Кроме инструмента индивидуального использования, обычно на группу или бригаду, работающую на определенном участке, выдается инструмент, используемый по мере необходимости всеми членами бригады. Это обусловлено тем, что снабжать каждого работающего полным комплектом инструмента нецелесообразно из-за крайне низкого в этом случае коэффициента его использования и затрудненной транспортировки значительного по массе и объему инструментального набора.

При комплектации сумок в зависимости от условий выполнения работ, а также их объема номенклатура и количество инструмента могут быть соответственно сокращены или, наоборот, расширены.

§ 8.1.3. СЛЕСАРНЫЙ И МОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ

Сведения о применяемом механизированном слесарном и монтажном инструменте общего назначения приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.2

Ручной слесарный и монтажный инструмент общего назначения

Наименование инструмента	Габаритные размеры, мм	ГОСТ	Масса, кг
Вороток одногнездный	160×110×20	22398—77	До 0,25
Вороток трехгнездный	300×20×12	22399—77	» 0,25
Вороток для круглых плашек	200×50×20	22394—77	» 0,25
Кисть флейцовая	208×50×9	10597—70	0,02
Киянка	300×110×65	11775—74	0,43
Ключ гаечный двусторонний	$l = 80 + 254; S = 4 + 30^*$	2839—71	0,011—0,4
Ключ гаечный накидной	$l = 150 + 200; S = 8 \times 10, 12 \times 14, 17 \times 19^*$	2906—71	0,03—0,15
Ключ гаечный разводной	$160 \times 40 \times 11, S \text{ до } 19^*$ $250 \times 68 \times 16, S \text{ до } 30$	7275—75	0,135 0,45
Ключ трубный накидной	№ 1, $l = 400, 1/4"-1"$ № 2, $l = 525, 1/2"-2"$	19733—74	1,5 1,8
Круглогубцы	125×50×8	7283—73	0,085
Кусачки боковые	100** 125 150	22308—77	0,09 0,11 0,13
Молоток слесарный; типа А-2	31×100×310	2810—77	0,47
Молоток из легкого металла типа Б-3	17×88×280	—	0,24
Напильники (набор)	Произвольные	1513—77	0,2—2,5
Напильники, рапили (плоские, квадратные, трехгранные, круглые, полукруглые)	125—250** 250—350	1465—69 6876—68	0,08 0,9—0,62

Наименование инструмента	Габаритные размеры, мм	ГОСТ	Масса, кг
Нож садовый	206×28×50	4230—68	0,15
Ножницы для резки металла	320×55×13	7210—75	0,78
Ножницы-секаторы; типа СД типа СО и СОУ	120×55×18 230×55×18 200×50×40	4153—68 7282—75	0,35 0,4 0,25
Острогубцы	$\left\{ \begin{array}{l} l = 125; S = 0,3; b = 3^{***} \\ l = 200; S = 0,8; b = 9 \\ l = 250; S = 1,4; b = 11 \end{array} \right.$	21010—75	0,045
Отвертки слесарно-монтажные с ди- электрической ручкой	200×52×11 130×23×12 М3—М8	17438—72 21241—77	0,12 0,15
Пассатижи	125×50×8	9740—71	0,25
Пинцет	$\left\{ \begin{array}{l} 125^{**} \\ 150 \\ 200 \end{array} \right.$	7236—73	0,04 0,04—0,033
Плоскогубцы	160×50×8	5547—75	0,105
Плоскогубцы комбинированные	492×122×32	17440—72 17270—71	0,09 0,15 0,29
Плоскогубцы с удлиненными губками	2,5—8	4010—77	0,14
Рамки ножовочные ручные	$\left\{ \begin{array}{l} 100 \times 70 \times 36 \\ 150 \times 90 \times 45 \end{array} \right.$	886—77 7226—72	0,93
Сверла: короткие длинные			0,002—0,02
Тиски ручные			0,32 0,6

* l — длина ключа, S — зав. ключа.
 ** Указана длина инструмента.
 *** l — длина отвертки, S — толщина лезвия, b — ширина лезвия.

Таблица 8.3

Механизированный слесарный и монтажный инструмент общего назначения

Инструмент	Тип	Назначение	Мас- са, кг	Габаритные размеры, мм	Данные привода			Параметр пневмосе- ти, МПа
					Напря- жение, В	Час- тота, Гц	Мощ- ность *	
Сверлильная машина:								
пневматическая	ИП-10-10	Сверление отверстий диаметром: до 12 мм	1,5	185×56×153	—	—	0,6	0,6
электрическая	ЭД-5	» 5 мм	2,0	172×67×115	36	50	—	—
»	ИЭ 1009 (С-452)	» 9 мм	1,7	235×66×132	36	200 **	120	—
Гайковерт унифици- рованный:								
с электроприво- дом	«Удар»	Завинчивание и отвин- чивание винтов, бол- тов с резьбой М3— М8	2,3	297×170×60	36	200	50	—
с пневмоприво- дом	УЭГ 3-5	Завинчивание и отвин- чивание винтов, бол- тов с резьбой М3— М5	2,2	314×168×60	—	—	0,25	0,5
Электрогайковерт			1,1	235×93×60	36	200	50	—
Электрошлифовалка	ЭШ-1	Защистка мест под за- земление	1,7	282×128×70	36	200	120	—

* Для пневматических механизмов — в лошадиных силах, для электрифицированных — в ваттах.
 ** Сеть частотой 200 Гц трехфазная.

§ 8.1.4. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Для преобразования переменного тока промышленной частоты в переменный ток повышенной частоты применяют преобразователи типа ИЭ-9401 (рис. 8.1, а) или ИЭ-9403 (рис. 8.1, б).

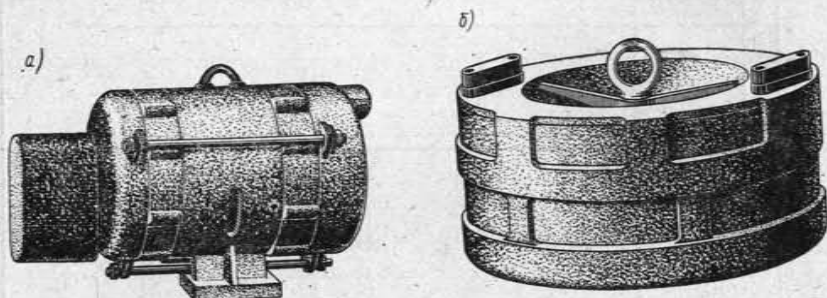


Рис. 8.1. Преобразователи типа: а — ИЭ-9401; б — ИЭ-9403.

Техническая характеристика

	ИЭ-9401	ИЭ-9403
Мощности:		
отдаваемая, кВт	4	1,2
потребляемая, кВт	5,5	1,8
Род тока	Переменный	Переменный
Напряжение, В:	трехфазный	трехфазный
первичное	380 или 220	380 или 220
вторичное	36	36
Частота, Гц:		
первичная	50	50
вторичная	200	200
Габаритные размеры, мм	603 × 282 × 340	335 × 335 × 255
Масса, кг	57,7	39

Глава 8.2. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ ПРОКЛАДКИ И РАЗДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ

§ 8.2.1. ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

Рольганг «Спутник» (рис. 8.2) предназначен для поддержания кабелей и предохранения их от повреждений в процессе затяжки, а также для снижения усилий при затяжке кабелей.

Техническая характеристика

Наибольший расход, мм, губок зажимов:	
основного	До 55
дополнительного	До 135
Габаритные размеры, мм	150 × 150 × 122
Масса, кг	1,5

Основными узлами и деталями рольганга являются основание, дуга, связующая ось, зажим. Дуга с насаженными на нее капроновыми роликами и связующая ось с вращающейся на ней капроновой втулкой образуют рабочую зону, в которой размещается затягиваемый кабель. Дуга и связующая ось крепятся на основании. Связующая ось фиксируется подпружиненным фиксатором, препятствующим осевому перемещению. Фиксатор удерживается в гнезде пластиной. Связующая ось может поворачиваться, образуя рабочую зону для ввода и вывода кабеля. Для этого необходимо нажать на фиксатор, вынуть из основания связующую ось и повернуть ее вокруг оси дуги на 90°.

Зажим крепится в нужном положении на основании гайкой. Он состоит из головки и шпильки с подвижной губкой, закрепленной штифтом от выворачивания. С помощью зажима рольганг крепится к любым деталям судового набора.

Рольганг может устанавливаться на головке зажима в четырех положениях и в каждом из них поворачиваться на 360°. Это достигается тем, что на основании и головке зажима нарезаны зубья, обеспечивающие крепление в любом из указанных положений.

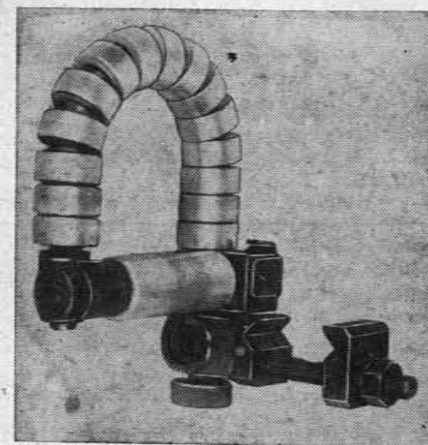


Рис. 8.2. Рольганг «Спутник».

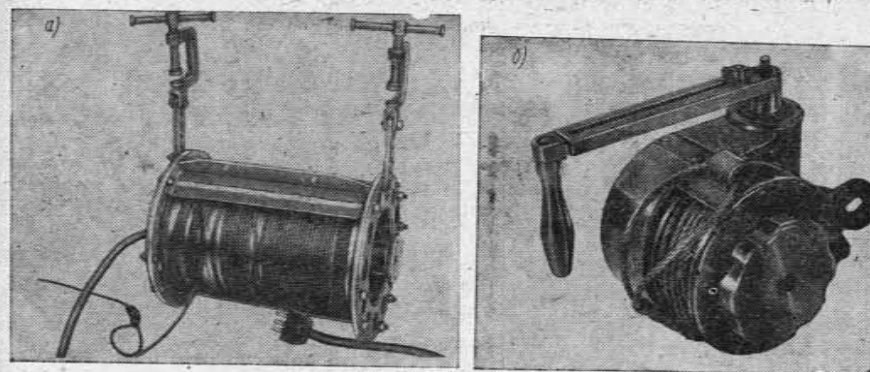


Рис. 8.3. Лебедка: а — типа ЭЛ-300; б — ручная.

Лебедка типа ЭЛ-300 (рис. 8.3, а) предназначена для затяжки кабелей в трубы.

Техническая характеристика

Тяговое усилие (регулируемое), Н	1000—3000
Скорость затяжки (регулируемая), м/мин	5, 10 и 15
Данные электродвигателя:	
тип	Асинхронный короткозамкнутый трехфазный

частота тока, Гц	200
напряжение сети, В	36
мощность, Вт	400
частота вращения, об/мин	11 600
Габаритные размеры, мм	370 × Ø 260
Масса, кг	26

Лебедка состоит из барабана и двух боковых фланцев, стянутых между собой болтами с помощью ограничительных трубок. Внутри барабана вмонтирован электродвигатель, имеющий цилиндрическую зубчатую передачу и эксцентриковый редуктор с обгонными муфтами. На барабан наматывается до 30 м стального гибкого троса, на конце которого укреплен захват, обеспечивающий надежное закрепление как одиночных затягиваемых кабелей, так и их пучка.

Лебедка снабжена двумя струбинами, которые позволяют крепить ее к любым деталям судового набора.

Ручная лебедка (рис. 8.3, б) предназначена для затягивания кабелей и проводов в трубы, а также для подтягивания, подъема и опускания различных грузов.

Техническая характеристика

Тяговое усилие, Н	2 · 10 ⁴
Усилие на рукоятке, Н	200
Габаритные размеры, мм	35 × 103 × 41
Масса, кг	3

Лебедка представляет собой легкую малогабаритную конструкцию, которую можно переносить за рукоятку.

Работа с помощью лебедки осуществляется следующим образом. Ручку устанавливают в соответствующее отверстие ползуна. С помощью троса, продеваемого в отверстие корпуса, лебедку крепят к неподвижному предмету. После нажатия пальцем на кнопку конец троса снимают со скобы и разматывают. Петлей, имеющейся на конце троса, производится крепление его к концу затягиваемого

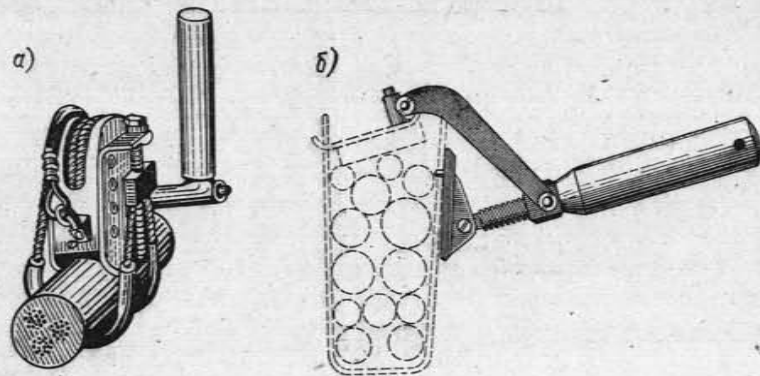


Рис. 8.4. Кабелегиб «Аркан» (а) и устройство для обжатия пучков кабелей в подвесках (б).

мого кабеля или иному грузу. Нажатием на выступающую часть рычага лебедку включают в рабочее положение, при этом под действием пружины втулка своими кулачками входит в зацепление с кулачками червячного колеса. Рукояткой привода, надетой на шестигранный конец вала, осуществляют вращение его по часовой стрелке, чем и обеспечивается затягивание кабеля в трубы, подъем груза или его подтягивание.

Опускание груза производят аналогичным способом, только вращением рукоятки против часовой стрелки.

Кабелегиб «Аркан» (рис. 8.4, а) предназначен для изгибания и подтягивания кабелей больших сечений при затяжке кабелей на судах.

Техническая характеристика

Диапазон изгибаемых диаметров кабеля, мм	30—70
Наибольший угол изгиба, град.	180
Наименьший радиус изгиба	(3÷5) Ø кабеля
Диаметр каната, мм	3,5
Вид привода	Ручной
Усилие на рукоятке, Н	До 200
Максимальное тяговое усилие на барабане, Н	4500
Канатоемкость, мм	1700
Габаритные размеры, мм	107 × 101 × 70
Масса, кг	1,65

Кабелегиб состоит из следующих основных узлов и деталей: корпуса, барабана с храповым устройством, рукоятки, кожуха и каната с крюком.

Крепление кабелегиба на кабеле производится с помощью захвата, представляющего собой петлю из стального каната, на который надевается резиновый шланг, предохраняющий кабель от повреждений. Петлю натягивают на одну из скоб корпуса и затем подтягивают специальным винтом.

Крепление тягового каната на изгибаемом кабеле производится крюком «на удав», после чего производится гибка или подтяжка кабеля на требуемый угол. Снимать кабелегиб с изогнутого кабеля можно только после крепления последнего к корпусу судна.

Устройство для обжатия пучков кабелей в подвесках (рис. 8.4, б) является универсальным ручным инструментом.

Техническая характеристика

Усилие обжима, Н	До 150
Габаритные размеры, мм	60 × 290
Масса, кг	0,550

Работа с использованием устройства осуществляется следующим образом. В одно из свободных отверстий подвески устанавливают упор и прижимают опорной плоскостью к стойке подвески. Затем шарнирную опору устанавливают на замок подвески и в вырезы вставляют нужную гайку. Далее, прикладывая усилие к рукоятке, совмещают отверстия в замке и стойке. После совмещения отверстий и установки рукоятки в «мертвое положение» вставляют винт в отверстие стойки и замка и соединяют его с ранее установленной гайкой. Движением рукоятки в противоположном направлении снимают устройство с подвески.

Седлообразные подвески для бухт кабеля (рис. 8.5) используют при заготовке кабелей на складе, а также для сохранения сбуктованных концов кабелей в процессе выполнения электромонтажных работ при затяжке и прокладке кабелей на панелях по подволоку, бортам или переборкам.

Седлообразные подвески изготовляют трех типов:

	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
I тип	210 × 150 × 105	0,475
II тип	315 × 205 × 130	0,945
III тип	315 × 205 × 175	1,045

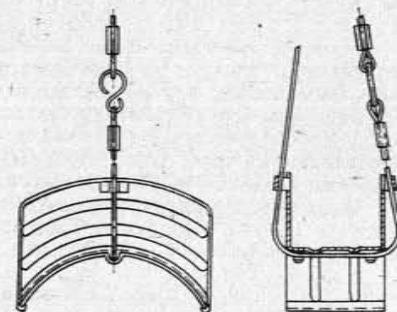


Рис. 8.5. Седлообразная подвеска.

Подвески представляют собой легкую конструкцию из листовой стали толщиной 0,8—1 мм.

Барабан кабельный заготовительный (рис. 8.6) предназначен для технологической заготовки кабелей, их хранения, транспортировки и затяжки.

Заготовительные кабельные барабаны изготовляют трех типов с диаметром шейки катушек двух размеров: 300 и 450 мм.

Техническая характеристика

	I тип	II тип	III тип
Диаметр барабана, мм	1920	1073	1200
Ширина барабана, мм	554	300, 657	660
Диаметры наматываемых кабелей, мм	До 20	До 36	До 36
Масса, кг	45	79	80

Металлический заготовительный кабельный барабан состоит из двух основных частей: каркаса и катушки с осью и обшивкой.

Для защиты кабеля от повреждений во время перекачивания, транспортировки и погрузки на судно каркас снабжен защитной обшивкой из листовой стали толщиной 0,8—1 мм, две трети которой закреплены неподвижно, а одна треть представляет собой подвижные шторки. Шторки открываются только при намотке кабеля или затяжке его на судне.

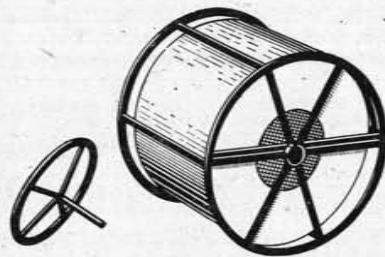


Рис. 8.6. Барабан кабельный заготовительный.

Съемный штурвал, поставляемый к пяти или десяти барабанам, облегчает процесс намотки кабеля на катушку. На одной из шек катушки имеются стрелки, одна из которых указывает направление вращения при перекачивании барабана, другая — при намотке. На катушки кабель укладывается плотно: виток к витку без нахлестов, чтобы витки кабеля не переплетались во время перекачивания барабана.

Стропить заготовительные барабаны с кабелем разрешается только через центральную ось. Барабаны обеспечивают транспортировку кабелей всех сечений, применяемых при электромонтажных работах на судах.

Барабаны I и II типов изготовляют из стальных газовых труб, связанных между собой приварными планками из полосовой стали. Барабаны III типа изготовляют из труб либо сварными, либо разборными, что обеспечивает возможность раздельного ремонта катушки и основания.

Вьюшка кабельная бухтовальная (рис. 8.7) предназначена для намотки и размотки коротких концов кабелей при изготовлении, а также при затяжке кабеля непосредственно на судах.

Техническая характеристика

Диаметры, мм, кабелей, наматываемых:	До 18
на малый конус	36
на большой конус	980 × 850
Габаритные размеры, мм	32
Масса, кг	

Барабаноподъемник (рис. 8.8) предназначен для подъема заводских барабанов при заготовке кабеля. Его применение в значительной степени упрощает процесс заготовки кабеля в условиях электромонтажного цеха, так как позволяет одному рабочему легко поднимать кабельный барабан на высоту, обеспечивая вращение барабана.

Барабаноподъемник представляет собой пространственную ферму из гнутых и прямых труб. На горизонтальных стояках барабаноподъемника просвер-

лены отверстия, внутрь которых вставлены металлические шпильки. На эти шпильки навинчиваются кронштейны с роликами. Высота установки кронштейнов определяется диаметром барабана.

Барабаноподъемники изготовляют двух типов.

Техническая характеристика

	Тип I	Тип II
Диаметр заводского барабана, мм	400—1150	1400—2000
Габаритные размеры, мм	1202 × 900 × 600	1670 × 1100 × 1000
Масса, кг	32,4	45,2

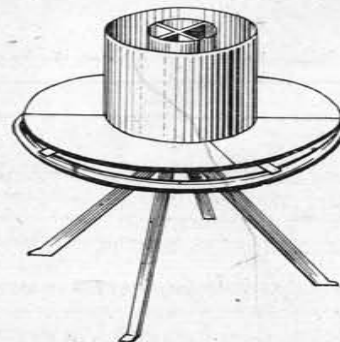


Рис. 8.7. Вьюшка кабельная бухтовальная.

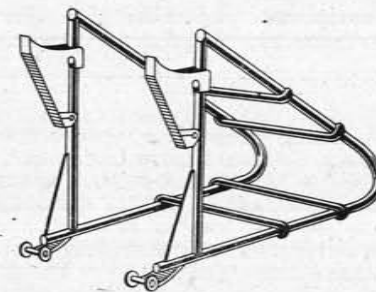


Рис. 8.8. Барабаноподъемник.

Шило монтерское с металлической пяткой применяют при креплении шурупов и установочной аппаратуры на обшивке и деревянных переборках. Ударом по стальной пятке можно производить проколку различных неметаллических материалов. Острый конец стержня имеет четырехгранную форму, другой конец запрессован в стальную пятку. Ручка выполнена из полиэтилена высокого давления.

§ 8.2.2. НОЖНИЦЫ ДЛЯ РЕЗКИ КАБЕЛЕЙ

Технические характеристики ножниц разного типа приведены в табл. 8.4. Ниже приводится краткое их описание.

Ножницы универсальные секторные НУСК-300 (рис. 8.9, а) предназначены для резки кабелей с медной и алюминиевой жилой, проводов разного назначения и кабелей, бронированных двумя стальными лентами толщиной 0,5 мм.

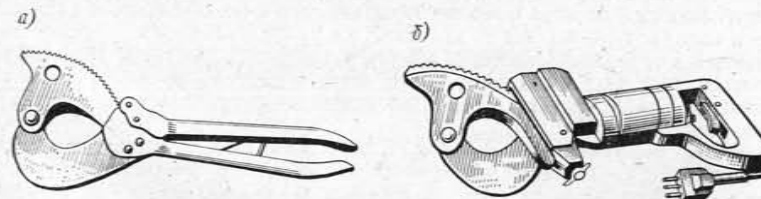


Рис. 8.9. Ножницы для резки кабелей: а — НУСК-300; б — ЭН-720.

Ножницы состоят из подвижного зубчатого и неподвижного ножей, а также неподвижного и подвижного рычагов, связанных между собой осью. На подвижном рычаге смонтирована подпружиненная подающая собачка, а на неподвижном

Ножницы для резки кабелей

Вид ножниц	Тип	Диаметр, мм	Время отрезки, с	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	Усилия на ножах, кН
		кабеля максимального сечения				
Универсальные секторные Электроножницы	НУСК-300	50	15—20	0,85	331×148×26	12
	ЭН-720	79	60	5,1	465×235×75	25

ном — фиксирующая. При перемещении подвижного рычага подающая собачка, сцепляясь с зубцами подвижного ножа, вращает последний относительно неподвижного, и кабель, помещенный между ножами, разрезается.

Электроножницы ЭН-720 (рис. 8.9, б) предназначены для резки кабелей общим сечением жил до 720 мм².

Конструкция электроножниц выполнена на базе промышленной электроверилки типа С-531.

Кинематическое взаимодействие механизмов осуществляется следующим образом. При включении электродвигателя ротор через косозубую шестерню передает вращение двухступенчатому эксцентриковому валу редуктора. На нем насажены бронзовые камни, входящие в пазы вилки, которые являются наружными обоймами обгонных муфт. Вращение вала вызывает колебательные движения вилки, связанных с помощью обгонных муфт с кривошипным валом механизма. Вращающийся кривошипный вал приводит в возвратно-поступательное движение толкатель с укрепленной пружиненной подающей собачкой, входящей в зацепление с зубьями подвижного ножа. Подвижной нож соединен осью-винтом с неподвижным ножом, который жестко закреплен в корпусе механизма подачи. Подвижной нож, поворачиваясь относительно неподвижного, разрезает помещенный между ними кабель.

Параметры электродвигателя: тип АП-23А; напряжение 36 В; частота 200 Гц; мощность 270 Вт; частота вращения 11 250 об/мин.

§ 8.2.3. НОЖНИЦЫ ДЛЯ СНЯТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОПЛЕТКИ

Ножницы комбинированные типа НПО (рис. 8.10, а) состоят из верхнего качающегося ножа и нижнего неподвижного, установленного с помощью винтов в корпусе и одновременно являющегося рукояткой. Для возврата подвижного рычага в исходное положение внутри установлена пружина. Нижний нож длиннее верхнего на 1 мм и имеет форму острого конуса, концом которого поддерживаются пряди оплетки. Этими же ножницами производится и поперечная резка оплетки.

Ножницы унифицированные типа «Илим» (рис. 8.10, б) выполнены в двух модификациях: с питанием от электрической сети или от пневмосети. Ножницы состоят из головки, привода и гайки, с помощью которой головка ножниц присоединяется к электро- или пневмоприводу в зависимости от источника питания.

Работа с помощью ножниц осуществляется следующим образом. После включения ножниц в сеть питания вращательное движение от двигателя через редуктор и водило передается на эксцентрично расположенный на валу палец с насаженным на него сферическим подшипником. Палец преобразует вращательное движение вала в возвратно-поступательное движение подвижного ножа,

который, качаясь относительно неподвижного ножа, разрезает металлическую оплетку, когда последняя входит в зазор между ними. Зазор между ножами регулируется винтом.

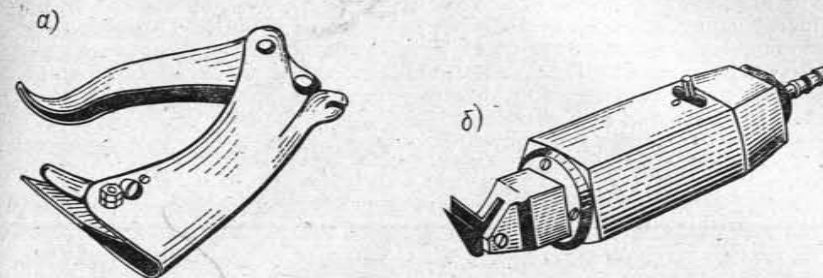


Рис. 8.10. Ножницы для снятия металлической оплетки: а — типа НПО; б — типа «Илим».

§ 8.2.4. ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ СНЯТИЯ ШЛАНГОВОЙ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЯ И ИЗОЛЯЦИИ ЖИЛ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЖИЛ К КОНТАКТНОМУ ОКОНЦЕВАНИЮ

Шагающий нож ШН-65 (рис. 8.11, а) предназначен для продольной резки наиритовой и резиновой оболочек судовых кабелей различной жильности.

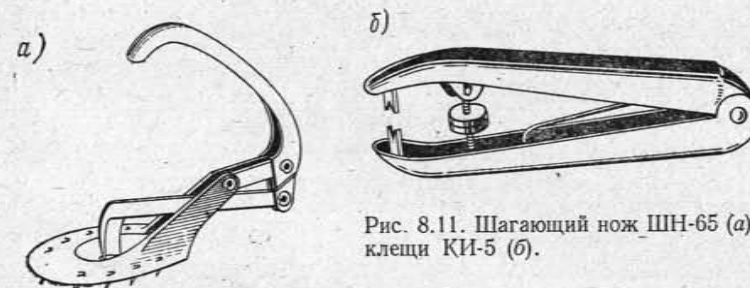


Рис. 8.11. Шагающий нож ШН-65 (а) и клещи КИ-5 (б).

Техническая характеристика

Наружный диаметр разделяемого кабеля, мм	20—65
Максимальная толщина разрезаемых шланговых оболочек кабеля, мм	20
Габаритные размеры, мм	155×60×37
Масса, кг	0,2

При использовании ножа исключается возможность повреждения изоляционной оболочки жил кабеля и травмы рук электромонтажника.

Клещи КИ-5 (рис. 8.11, б) предназначены для снятия резиновой изоляции с жил кабеля сечением до 10 мм².

Техническая характеристика

Максимальное сечение жилы, мм ²	10
Габаритные размеры, мм	180×54×10
Масса, кг	0,215

Клещи состоят из двух рычагов, концы которых шарнирно соединены между собой осью. Рычаги клещей штампованные. Во внутренней полости приварены рабочие трубки, имеющие одинаковые ромбовидные вырезы, кромки которых заточены. Внутри рычагов размещены также регулирующий винт, с помощью которого устанавливается необходимая величина зазора между вырезами губок, гарантирующая сохранность жил, и пружина, обеспечивающая постоянный натяг между рычагами. При сжатии рычагов рабочие губки, сходясь, образуют отверстие в форме ромба, при этом резиновая изоляция подрезается и стягивается с жилы быстрым рывком.

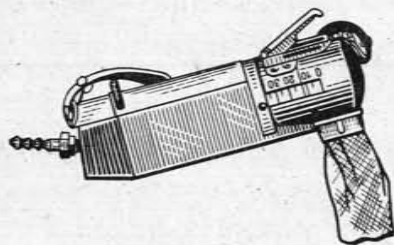


Рис. 8.12. Электроконцеватель «Ерш».

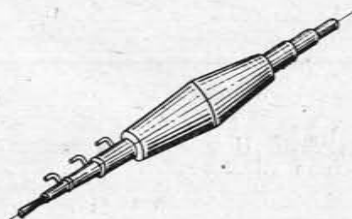


Рис. 8.13. Оправка для изготовления колец.

Унифицированный оконцеватель «Ерш» (рис. 8.12) предназначен для разделки (снятия изоляции, зачистки и скрутки концов) жил кабеля сечением от 1 до 4 мм² с резиновой изоляцией.

Оконцеватель состоит из головки, электро- или пневмодвигателя, гайки и поворотного кронштейна, с помощью которого он закрепляется в требуемом положении, или подвешеного ремня.

Техническая характеристика

Сечение разделяемых жил, мм ²	1—4
Длина разделяемого участка, мм	10—45
Габаритные размеры (без сборника шлама), мм:	
с электроприводом	230×75×67
с пневмоприводом	213×75×67
Масса оконцевателя:	
с электроприводом	1,68
с пневмоприводом	1,6
Данные электропривода:	
тип	АП-12А
мощность, Вт	50
частота вращения, об/мин	11 600
напряжение сети, В	36
частота тока, Гц	200
Данные пневмопривода:	
мощность, л. с.	0,25
частота вращения, об/мин	12 000
Давление воздуха, Па	5·10 ⁵

Оправка для изготовления колец из оголенных жил (рис. 8.13) предназначена для подготовки жил к контактному оконцеванию кольцом с полудой, блочными наконечниками для пайки или кольцевыми обжимными наконечниками.

Оправка представляет собой двустороннюю ступенчатую шпильку. Одна сторона оправки используется для изготовления колец на жилах сечением 1; 1,5 и 2,5 мм², подвергающихся лужению, другая сторона — для изготовления колец на жилах сечением 1 и 1,5 мм², подвергающихся обжатию.

Глава 8.3. ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ КОНТАКТНОГО ОКОНЦЕВАНИЯ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

§ 8.3.1. ОСНАСТКА ДЛЯ ОПРЕССОВКИ

Клещи ручные КРП-1 (рис. 8.14, а) предназначены для опрессовки кабельных наконечников и соединительных гильз по ГОСТ 7386—70 и ГОСТ 7388—70 на жилах сечением от 2,5 до 10 мм².

Техническая характеристика

Типы:	
наконечников по ГОСТ 7386—70	ТЗ—Т4
гильз по ГОСТ 7388—70	ГМ 1,5—ГМ 4
Максимальное усилие на рычагах, Н	250—280
Габаритные размеры, мм	232×49×22
Масса, кг	0,386

Ручной пресс РПК-59 (рис. 8.14, б) предназначен для опрессовки кабельных наконечников и соединительных гильз на жилах кабелей сечением от 10 до 50 мм².

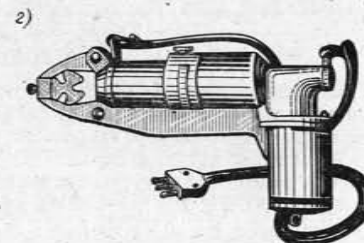
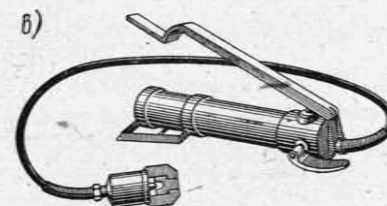
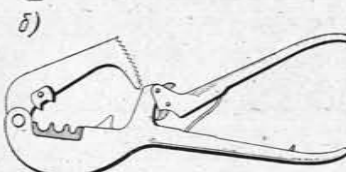
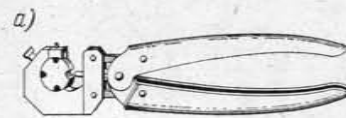


Рис. 8.14. Оснастка для опрессовки наконечников и гильз: а — клещи КРП-1; б — пресс РПК-50; в — пресс НГПН-300; г — электрогидропресс ЭГП-300.

Техническая характеристика

Типы наконечников по ГОСТ 7386—70	Т5—Т10
Максимальное усилие на рычагах, Н	300
Усилие на пуансоне, Н	24·10 ³
Габаритные размеры, мм	386×95×30
Масса, кг	1,41

Пресс состоит из нижнего и верхнего рычагов, соединенных винтом-осью, и рычага с секторной гребенкой, на котором установлен пуансон. Наконечник вкладывают в матрицу, которая фиксируется в корпусе пресса. Рычаг с гребенкой опускают до касания пуансона с наконечником. Опрессовку осуществляют несколькими нажатиями на верхний рычаг.

Конструкция инструмента имеет автоматический ограничитель глубины опрессовки, который независимо от исполнителя обеспечивает оптимальную глубину вдавливания, сводя к минимуму усилия, затрачиваемые на опрессовку, и делая ненужным визуальный контроль.

Ножной гидравлический пресс НГПН-300 (рис. 8.14, в) предназначен для опрессовки кабельных наконечников сечением от 10 до 300 мм².

Техническая характеристика

Тип гидравлического насоса	Плунжерный
Максимальное усилие на поршне, Н	7·10 ⁴
Максимальное давление, Па	22·10 ⁶
Масса, кг:	
насоса	9
головки	3,5
шланга	1,5
Габаритные размеры, мм	520×160×155

Гидравлический ножной пресс состоит из двух самостоятельных узлов: насоса, приводимого в действие ножной педалью, и цилиндрической прессовой головки. Насос и головка соединены шлангом высокого давления.

Пресс работает на машинном масле и укомплектован набором матриц и пуансонов. Пуансоны и матрицы снабжены соответствующей маркировкой, облегчающей их подбор в зависимости от типа жилы кабеля.

Электрогидропресс ЭГП-300 (рис. 8.14, г) предназначен для опрессовки наконечников и гильз на жилах кабеля сечением от 10 до 300 мм².

Техническая характеристика

Тип гидравлического насоса	Плунжерный
Максимальное давление, Па	56·10 ⁶
Максимальное усилие на главном поршне, Н	7·10 ⁴
Время рабочего хода поршня, с	15
Габаритные размеры, мм	350×210×72
Масса в сборе без матриц и пуансонов, кг	4700
Данные электродвигателя:	
тип	АП-21-А
частота вращения, об/мин	11 600
напряжение, В	36
частота, Гц	200
мощность, Вт	120

Электрогидропресс выполнен в форме пистолета, рукояткой которого является электродвигатель, и снабжен блоком автоматического управления, обеспечивающим заданную глубину опрессовки.

Требуемая глубина вдавливания в наконечники различных типов достигается с помощью сменного инструмента — матриц и пуансонов.

Клещи КОКН-2,5 (рис. 8.15) предназначены для обжатия кольцевых наконечников типов К1 и К2 по ГОСТ 9688—76 на жилах сечением от 1 до 2,5 мм².

Техническая характеристика

Максимальное усилие на рукоятках, кг	30
Габаритные размеры, мм	35×65×210
Масса, кг	0,45

Клещи представляют собой рычажный механизм. В корпусе размещены ползун с закрепленным пуансоном и поворотная вставка с матрицей; последняя предназначена для смещения матрицы относительно пуансона во время установки наконечника. Внутри неподвижной рукоятки размещены ось и пружина с курком, с помощью которых осуществляется поворот и возврат вставки с матрицей в исходное положение. Подготовленный для опрессовки наконечник устанавливают в смещенную в сторону матрицу, располагая выход жилы кабеля с торца клещей, после чего сжимают рукоятки до упора.

Для придания правильной цилиндрической формы кольцевой наконечник после первого обжатия снимают с пуансона, переворачивают на другую сторону и обжимают вторично.

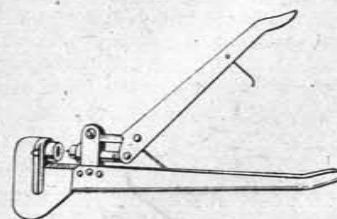


Рис. 8.15. Клещи КОКН-2,5.

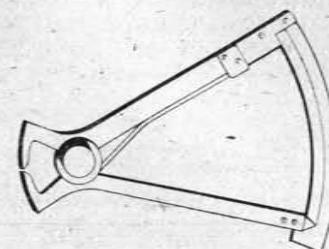


Рис. 8.16. Измеритель глубины вдавливания лунки.

Измеритель глубины вдавливания лунки (рис. 8.16) предназначен для измерения глубины лунки после опрессовки кабельных наконечников и соединительных гильз на жилах кабелей сечением от 2,5 до 300 мм².

Техническая характеристика

Типы наконечников по ГОСТ 7386—70	ТЗ—Т26
Точность измерения, мм	0,4
Габаритные размеры, мм	157×121×7,4
Масса, кг	0,086

Оправка для изготовления колец из оголенных жил при оконцевании кольцевыми наконечниками описана в § 8.2.4.

§ 8.3.2. ОСНАСТКА ДЛЯ ПАЙКИ И ЛУЖЕНИЯ

Электротигли (рис. 8.17) предназначены для расплавления оловянно-свинцовых припоев, применяемых для пайки кабельных наконечников и лужения медных жил кабелей и проводов. Изготавливаются двух типов.

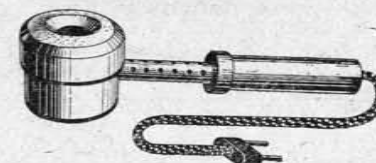


Рис. 8.17. Электротигель.

Техническая характеристика

	Тип I	Тип II
Емкость, см ³	25	75
Напряжение сети, В	24 и 26	36 и 110
Мощность, Вт	156 и 150	140 и 300
Габаритные размеры, мм	215×75×70	260×88×85
Масса, кг	0,90	1,43

Электротигель состоит из стального стакана, на котором закреплен нагревательный элемент, и наружного латунного корпуса с фибровой ручкой, через которую проходит электрический питающий кабель. Сменный нагревательный

элемент электротигля представляет собой асбоцементный цилиндр, в котором заделана спираль из нихрома с выведенными наружу концами.

Выливание припоя при наклонах электротигля на угол 60° предотвращается специальной крышкой с внутренним раструбом.

Электропаяльники предназначены для пайки и лужения оловом и оловяно-свинцовыми припоями. Конструктивно они выполняются с внешними или внутренними нагревателями.

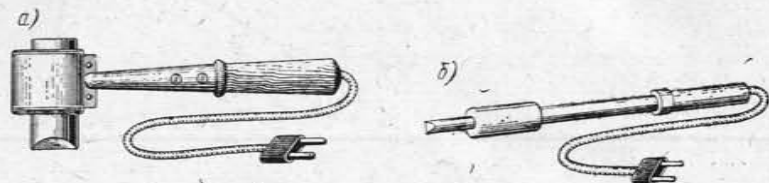


Рис. 8.18. Электропаяльник с внешними нагревателями: а — типа МП 200-24; б — типа ПТ 65-24.

Паяльники с внешними нагревателями бывают молотковые (рис. 8.18, а) и торцовые (рис. 8.18, б). Они состоят из сердечника, изготовленного из красной меди, железной обоймы, поддерживающей сердечник, нагревательного элемента и деревянной или фибровой ручки со шнуром питания.

Техническая характеристика

	Молотковый паяльник	Торцовый паяльник
Тип	МП 200—24	ПТ 65—24
Напряжение сети, В	24	24
Мощность, Вт	200	65
Температура нагрева жала, $^\circ\text{C}$	280	260
Габаритные размеры, мм	$326 \times 110 \times 40$	$345 \times 80 \times 30$
Масса, кг	1,1	0,3

Отличительной особенностью паяльников с внутренним нагревателем (рис. 8.19) является повышенный КПД, достигаемый благодаря двойному теплоподводу к жалу паяльника (через медный стержень нагревательного элемента

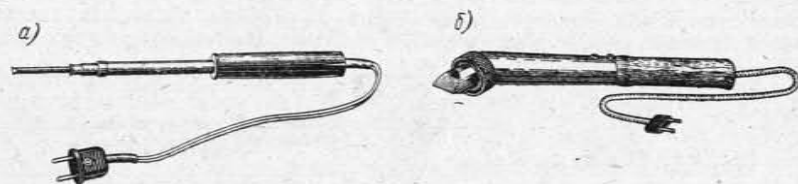


Рис. 8.19. Электропаяльники с внутренними нагревателями: а — типа ПВНР-40; б — типа ПВНР-160.

и корпус нагревателя). Паяльники состоят из следующих основных деталей: корпуса нагревателя с жалом и нагревательным элементом, удлинителя, ручки, выполненной из пресс-материала, и шнура со штепсельной вилкой.

Техническая характеристика

	ПВНР-40	ПВНР-160
Тип		
Напряжение сети, В	24	24
Мощность, Вт	40	160
Температура нагрева жала, $^\circ\text{C}$	280	280
Время разогрева жала до заданного уровня нагрева, мин	До 10	До 10
Срок службы, ч	500	500
Габаритные размеры, мм	$250 \times 80 \times 19$	$325 \times 80 \times 10$
Масса, кг	0,2	0,5

Паяльники с автоматической стабилизацией температуры жала предназначены для работы с различными припоями в тех случаях, когда не допускается перегрев жала паяльника (например, для работы с низкоплавкими припоями, распайки штепсельных разъемов).

Паяльник типа ПВНРС-65-36 (рис. 8.20) конструктивно выполнен из двух электрически связанных узлов: блока стабилизации температуры и собственно паяльника. Блок стабилизации представляет собой электрическое устройство, заключенное в брызгозащищенный корпус, и состоит из следующих основных элементов: верхней крышки, в которую вмонтирован индикатор, сигнализирую-

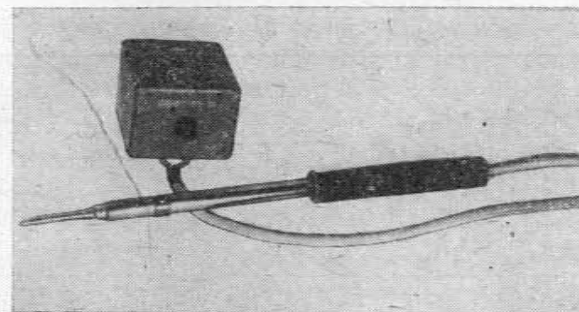


Рис. 8.20. Электропаяльник с автоматической стабилизацией температуры типа ПВНРС-65-36.

щий о включении питания, паяльника и основания корпуса со встроенным в боковую стенку переключателем на два положения, двухполюсной вилкой, расположенной в нижней части основания, и платой в сборе, заключенной в корпус блока стабилизации.

Устройство подключается к питающей сети с помощью вилки, которая расположена на его корпусе. Собственно паяльник состоит из сменных жал прямого или согнутого исполнения диаметром 3 и 5 мм; корпуса нагревателя со встроенным внутри нагревателем, сердечник которого имеет цилиндрический выступ для размещения датчика температуры; ручки, выполненной из пресс-порошка, и соединительного кабеля КСМ $4 \times 0,75$, подключаемого к блоку стабилизации.

В качестве датчика использован терморезистор, включенный в одно из плеч мостовой схемы.

Техническая характеристика

	ПВНРС-65-36
Тип	
Напряжение сети, В	36
Мощность, Вт	65
Температура нагрева жала, $^\circ\text{C}$:	
для припоя ПОСК-50	200
» » ПОС-40	290
Время разогрева жала до заданного уровня нагрева, мин	5
Точность поддержания температуры, %	± 5
Срок службы, ч	500
Габаритные размеры, мм:	
паяльника	$320 \times \varnothing 22$
блока	$100 \times 68 \times 55$
Масса, кг	0,45

Оправка для заделки жил кабеля кольцом описана в § 8.2.4.

§ 8.3.3. ОСНАСТКА ДЛЯ ПРИВАРКИ НАКОНЕЧНИКОВ

Приварка наконечников к жилам кабелей производится с применением открытой дуги напряжением 36 В, частотой 50 Гц с помощью угольного электрода по техническим условиям ТУ 35-ЭА-559-66 (рис. 8.21, а).

Электрод закрепляется в держателе — сварочном карандаше (рис. 8.21, б), а жила кабеля с закрепленным на ней наконечником во время сварки зажимается в сварочных клещах (рис. 8.21, в). Возбуждение дуги производится пу-

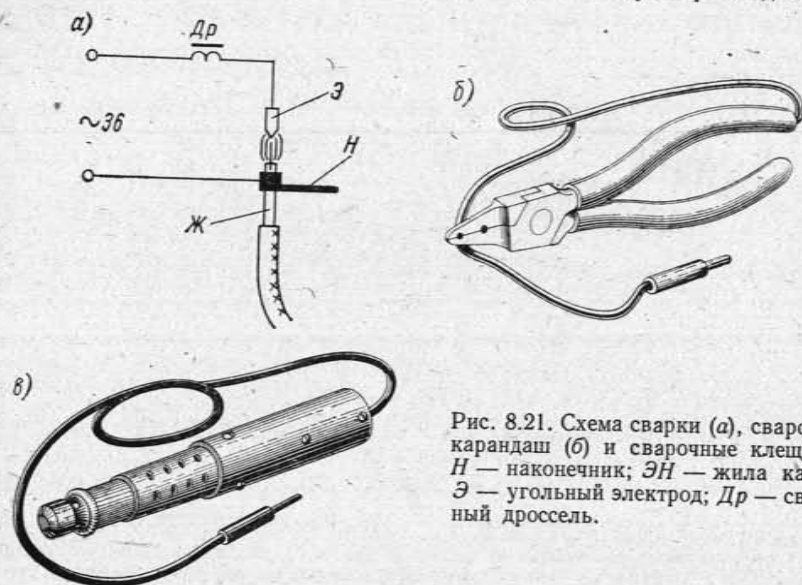


Рис. 8.21. Схема сварки (а), сварочный карандаш (б) и сварочные клещи (в). Н — наконечник; ЭН — жила кабеля; Э — угольный электрод; Др — сварочный дроссель.

тем кратковременного короткого замыкания дугового промежутка. Длина дуги 2—3 мм, длительность горения дуги — около 1 с, потребляемый ток 70—100 А. Подготовка жил к приварке наконечников изложена в разделе 7.

Условия горения дуги улучшаются в случае применения сварочного дросселя Др, так как индуктивное сопротивление создает сдвиг фаз тока и напряжения, а в этом случае улучшаются условия возбуждения дуги при прохождении тока через нулевое значение. Дроссель ограничивает также ток короткого замыкания в цепи сварки.

Масса сварочного карандаша 0,08 кг, сварочных клещей 0,12 кг, сварочного дросселя 5,6 кг.

§ 8.3.4. ОСНАСТКА ДЛЯ НАДЕВАНИЯ ТРУБОК НА ЖИЛЫ КАБЕЛЕЙ

Игла для надевания защитных поливинилхлоридных трубок на разделенные жилы кабелей длиной более 50 мм (рис. 8.22) представляет собой цилиндрический стержень, плавно переходящий на одном конце в лопатку с отверстиями под соответствующее сечение жилы провода.

Техническая характеристика

Длина, мм	1000, 2000
Диаметр, мм, для сечений жил, мм ² :	
0,35; 0,5; 0,75; 1	1,6
1,5; 2,5; 4	2
Масса, кг	0,015—0,05

При работе защитную трубку надевают на цилиндрическую часть иглы и, передвигая, протягивают ее по жиле на требуемую длину, при этом конец разделенной жилы закрепляют в отверстии лопатки с помощью закрутки.

Клещи для надевания маркировочных поливинилхлоридных трубок (рис. 8.23) состоят из двух рычагов и центрального штока, который связан с рычагами подвижными тягами. Сбоку клещей приварены три направляющих

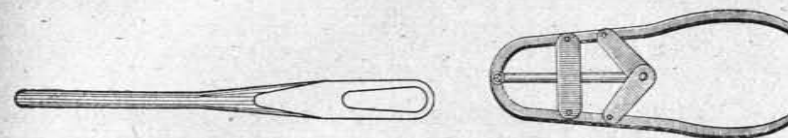


Рис. 8.22. Игла для надевания защитных поливинилхлоридных трубок.

Рис. 8.23. Клещи для надевания маркировочных трубок.

стержня. Два из них закреплены на губках клещей, а третий — на подвижном штоке. При сжатии рычагов направляющие стержни расходятся, растягивая трубку в трех направлениях, благодаря чему ее удобнее надевать на жилу кабеля.

Техническая характеристика

Внутренний диаметр трубок, мм	3—15
Габаритные размеры, мм	150×55×15
Масса, кг	0,08

Глава 8.4. ОСНАСТКА ДЛЯ ПРОЗВОНКИ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

§ 8.4.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЗВОНКИ

Термин «прозвонка», применяемый до настоящего времени для обозначения действий, выполняемых при идентификации жил многожильных кабелей, строго говоря, не является правильным. Он сохранился с тех времен, когда для проверки жил использовалось устройство, в комплект которого входил индуктор и звонок, звонивший при нахождении нужной жилы.

Прозвонка жил многожильных кабелей имеет целью установление нумерации жил, если она по каким-либо причинам отсутствует. Это необходимо для правильного присоединения жил кабелей к контактам электрооборудования. Под прозвонкой монтажных соединений понимается проверка правильности монтажа и исправности электрических связей.

§ 8.4.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНАСТКИ

Принцип действия устройств, применяемых для прозвонки, всегда один и тот же: при нахождении нужной жилы (нужной цепи) создается замкнутая цепь оперативного электрического тока. Отличаются устройства степенью автоматизации (а следовательно, и быстротой действия), максимальным количеством проверяемых жил и числом занятых прозвонкой монтажников.

Пробник является простейшим из устройств, применяемых для прозвонки, и используется в основном в тех случаях, когда одному человеку доступны оба конца проверяемой цепи (при проверке внутреннего электрооборудования распре-

лительных устройств, приборов и т. п.). При пользовании пробником необходимо внимательно руководствоваться схемой соединений, так как в противном случае результаты прозвонки могут быть искажены наличием элементов, присоединенных параллельно проверяемому. Если в схеме имеются полупроводниковые диоды, требуется соблюдать нужную полярность включения.

Пробником можно прозванивать и жилы кабеля, проложенного на судне, но в этом случае необходимо участие двух человек (по одному на каждом из концов проверяемого кабеля) и наличие телефонной связи между ними. Обратным проводом для прозвонки служит металлический корпус судна.

Устройство УПК (рис. 8.24) для прозвонки жил кабеля позволяет выполнять работы силами одного монтажника.

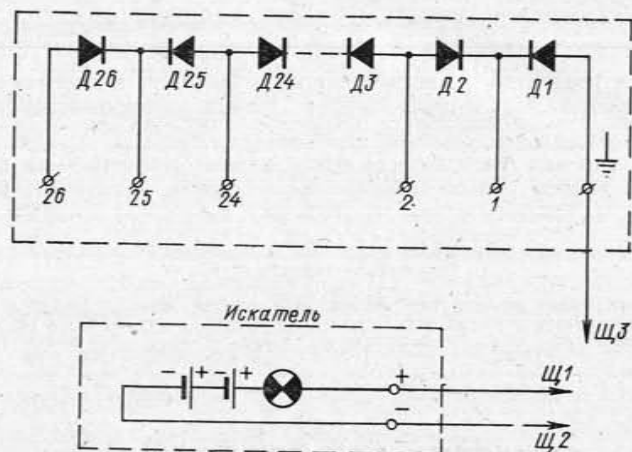


Рис. 8.24. Принципиальная схема устройства УПК.

Устройство состоит из двух частей: клеммной платы (с диодами D1—D26 и пружинными клеммами 1—26) и искателя — малогабаритного электрофонарика с двумя щупами. Предварительно на одном конце кабеля жилы маркируют и присоединяют к одноименным клеммам платы; клемму «Земля» соединяют с металлическим корпусом судна с помощью щупа Щ3. Затем на другом конце кабеля поочередным прикосновением щупа Щ2 искателя к жилам (щуп Щ1 соединяют с корпусом судна) по загоранию лампочки определяют жилу №1. Для нахождения жилы №2 необходимо щуп Щ2 оставить присоединенным к жиле №1, щуп Щ1 отсоединить от корпуса и поочередным прикосновением к оставшимся жилам добиться загорания лампочки искателя. Так, поочередно меняя щупы Щ1 и Щ2, можно пронумеровать 26 жил.

Если кабель имеет более 26 жил, повторяя описанные операции, нумеруют оставшиеся жилы.

К достоинствам устройства можно отнести его простоту и возможность выполнения прозвонки одним человеком; недостатками являются необходимость многих лишних присоединений к жилам при поиске очередной, а также искажение результатов прозвонки при замыканиях жил на корпус и между собой.

Техническая характеристика

Количество одновременно прозваниваемых жил	До 26
Источник питания	Два элемента 316
Габаритные размеры, мм:	
клеммной платы	266 × 57 × 50
искателя	140 × 67 × 21
Масса, кг:	
клеммной платы	0,25
искателя	0,45

Переговорно-прозвоночное устройство «Звук-1» (рис. 8.25) соединяет в себе свойства пробника и телефона. Оно представляет собой двухкаскадный усилитель низкой частоты на полупроводниковых транзисторах.

Габаритные размеры устройства (без головного телефона) 102 × 55 × 20 мм, общая масса 0,3 кг. Питание — от одного элемента 316, энергии которого хватает на 250—300 ч работы.

Устройство «Нева-3» (рис. 8.26) применяется для автоматической проверки в цеховых условиях жгутов проводов, распаянных на ШПР с числом контактов до 200.

Устройство имеет два режима работы: полуавтоматический (режим I) и автоматический (режим II). Режим I предназначен для проверки жгутов, один конец которых распаян на ШПР, режим II — для проверки жгутов, которые с обоих концов распаяны на ШПР.

Соединение проверяемых жгутов с устройством «Нева-3» осуществляется технологическими жгутами, входящими в комплект устройства.

В режиме I смонтированный ШПР подключают к устройству. Жилы второго конца жгута поочередно подключают к специальной клемме, нажатием кнопки

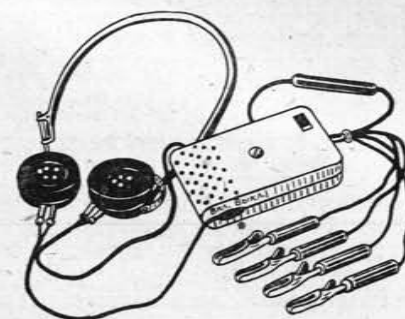


Рис. 8.25. Устройство «Звук-1».



Рис. 8.26. Устройство «Нева-3».

устройство запускают, после чего производится автоматическое определение номера проверяемой жилы и индикация следующих неисправностей:

- низкое сопротивление изоляции (ниже 20 МОм) между проверяемой жилой и остальными жилами жгута, а также относительно корпуса;
- короткое замыкание между проверяемой жилой и остальными жилами жгута, а также на корпус;
- обрыв проверяемой жилы.

При обнаружении дефектов монтажа зажигается соответствующая надпись на табло. При отсутствии дефектов по окончании проверки зажигается надпись «Проверка окончена», при этом указывается номер проверяемой жилы.

В режиме II оба смонтированных ШР подключаются к устройству и автоматически производится поочередная проверка всех жил жгута, причем помимо дефектов, проверяемых в режиме I, определяется также наличие «перепутывания» жил, т. е. случая, когда проверяемая жила припаяна к контактам ШР, имеющим разные номера.

Техническая характеристика

Габаритные размеры, мм	600×300×320
Масса, кг	30
Напряжение сети, В	127/220
Частота тока, Гц	50
Время проверки:	
одной жилы, с	12
жгута из 200 проводов (при отсутствии дефектов), мин	16

Предусмотрен автоматический контроль исправности устройства.

Глава 8.5. ПРОЧИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МОНТАЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА

§ 8.5.1. ОСНАСТКА ДЛЯ ОПРЕССОВКИ ТРОСОВ И БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

Пресс-клещи «Байкал» (рис. 8.27, а) предназначены для опрессовки крестообразных соединителей, поддерживающих биметаллические провода рефлектора и тросы.

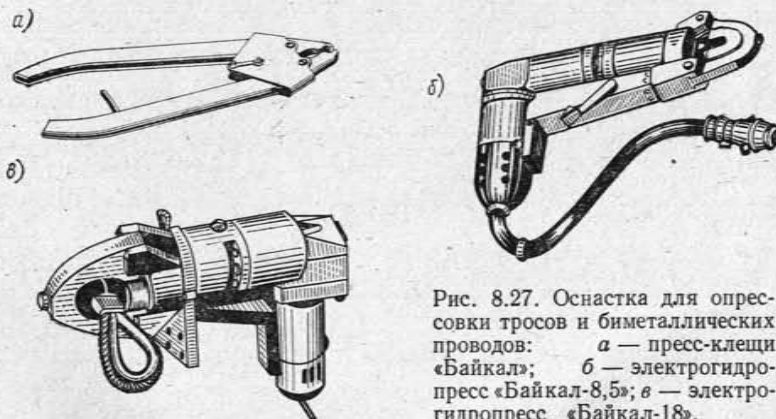


Рис. 8.27. Оснастка для опрессовки тросов и биметаллических проводов: а — пресс-клещи «Байкал»; б — электрогидропресс «Байкал-8,5»; в — электрогидропресс «Байкал-18».

Техническая характеристика

Максимальное усилие опрессовки троса, Н	$25 \cdot 10^3$
Диаметр троса, мм	До 6
Максимальное усилие опрессовки проводов, Н	$15 \cdot 10^3$
Диаметр биметаллических проводов, мм	1,6—3
Габаритные размеры, мм	$325 \times 67 \times 22$
Масса, кг	0,534

Основные детали пресс-клещей — два рычага и две губки. На биметаллический провод надевается соответствующий соединитель и вкладывается в раствор губок. При сжатии производится опрессовка соединителя, чем обеспечивается надежное контактное соединение.

Электрогидропресс «Байкал-8,5» (рис. 8.27, б) предназначен для опрессовки соединений стальных канатов диаметром от 1,95 до 9,2 мм (ГОСТ 3062—69, ГОСТ 3069—66, ГОСТ 7679—69), а также соединений биметаллических проводов (ГОСТ 3822—61) различных сечений диаметром от 2 до 6 мм в антенно-фидерных устройствах. Имеет два исполнения привода.

Техническая характеристика

Тип гидравлического насоса	Плунжерный
Максимальное усилие на пуансоне, Н	$85 \cdot 10^3$
Наибольший диаметр опрессовываемого каната, мм	9,2
Время на опрессовку одного соединения, с	20
Габаритные размеры, мм	$355 \times 260 \times 72$
Масса, кг:	
гидропресса с кабелем	5,7
комплекта матриц и пуансонов	2,7
Данные электропривода:	I исполнение II исполнение
тип	КН 23-В АП-21-А
мощность, Вт	180 120
род тока	Однофазный Трехфазный
напряжение, В	220 36
частота, Гц	50 200
частота вращения, об/мин	11 600 11 600

Электрогидропресс «Байкал-18» (рис. 8.27, в) предназначен для опрессовки соединений стальных канатов (тросов) от 9,2 до 23 мм по ГОСТ 7679—69. Имеет два исполнения привода.

Техническая характеристика

Тип гидравлического пресса	Плунжерный
Максимальное усилие на пуансоне, Н	$18 \cdot 10^4$
Наибольший диаметр опрессовываемого каната, мм	23
Время опрессовки одного соединения, с	40
Габаритные размеры, мм	$435 \times 285 \times 200$
Масса, кг	
гидропресса с кабелями	11,3
комплекта матриц и пуансонов	3,2
Данные электропривода:	I исполнение II исполнение
тип	КНЗ-В АП 23-А
мощность, Вт	400 270
род тока	Однофазный Трехфазный
напряжение сети, В	220 36
частота тока, Гц	50 200
частота вращения, об/мин	11 600 11 600

Гидравлические прессы типа «Байкал» по принципу работы и по конструкции сходны с электрогидропрессом типа ЭГП-300 (см. § 8.3.1), отличаясь от него конструкцией матриц и пуансонов.

§ 8.5.2. ОСНАСТКА ДЛЯ РЕЗКИ ТРОСОВ

Ножницы секторные типа НУСТ-15 предназначены для резки стального троса.

Техническая характеристика

Максимальный диаметр отрезаемого троса, мм	15,5
Усилия на рычагах, Н	300
Усилия на режущих кромках, Н	$5 \cdot 10^4$
Габаритные размеры, мм	$331 \times 132 \times 32$
Масса, кг	1,05

Конструкция и кинематическое взаимодействие узлов и деталей — такие же, как у ножниц для резки кабеля НУСК-300 (см. § 8.2.2). Отличительной особенностью является лишь то, что подвижной нож имеет две последовательно расположенные режущие кромки, а в неподвижном ноже имеется углубление, куда вкладывается разрезаемый трос. Выбранная форма режущих кромок позволила обеспечить разрезку тросов до 15,5 мм, сохранив все конструктивные параметры ножниц НУСК-300.

§ 8.5.3. ОСНАСТКА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ МЕСТ ПРОХОДА И ВВОДА КАБЕЛЕЙ

Ключи торцовые (рис. 8.28) предназначены для затяжки гаек при уплотнении индивидуальных сальников. Технические характеристики их приведены в табл. 8.5.

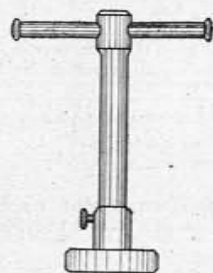


Рис. 8.28. Ключ для затяжки гаек индивидуальных сальников.

Ключи торцовые для затяжки гаек индивидуальных сальников

Типоразмер ключа	Размер под ключ, мм	Наружный диаметр, мм	Масса, кг
I	22,1	50	0,157
II	32,3	60	0,182
III	36,2	64	0,207
IV	46,2	74	0,220
V	50,2	100	0,401
VI	65,2	116	0,458
VII	80,2	182	0,595
VIII	90,4	144	0,693

Торцовые ключи состоят из сменных головок с соответствующим зеvom под гайку, и рукоятки, которая крепится к головке с помощью винта.

Шприц ручной ШР-0,4 (рис. 8.29, а) предназначен для заливки эпоксидным компаундом мест соединения кабелей.

Техническая характеристика

Максимальная емкость, см ³	400
Максимальное усилие на рычаге, Н	300
Максимальное рабочее давление в корпусе, Па	12·10 ⁵
Габаритные размеры, мм	470×95×70
Масса, кг	1,24

Основные детали шприца: корпус, две съемные пружины, поршень и рукоятка. Поршень с помощью зубчатой рейки и собачки соединяется с подвижной рукояткой. Разнонаправленное движение поршня осуществляется с помощью собачки, установленной в рукоятке. Съемные крышки позволяют легко и быстро производить чистку шприца.

Механизированное устройство УПДСП-1 (рис. 8.29, б) предназначено для дозирования полиэтиленполиами́на (отвердителя) и предварительно заготовленного эпоксидно-тиоколового компаунда, смешивания двух указанных компонентов и одновременной подачи полученной массы в кабельные коробки.

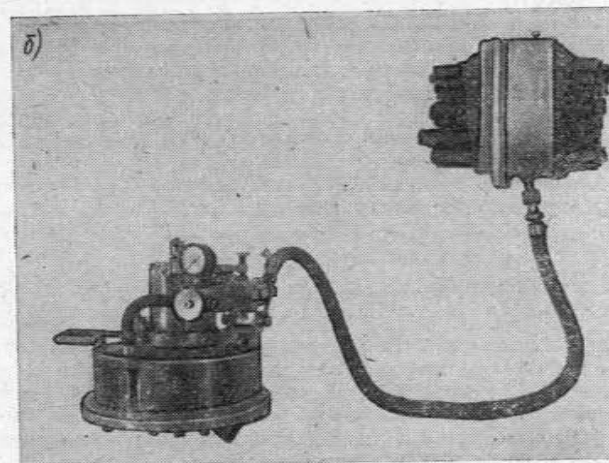
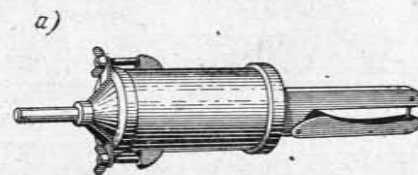
Устройство обеспечивает следующее дозирование указанных компонентов (в весовых частях):

	I вариант	II вариант
Смешанный эпоксидно-тиоколовый компаунд	94	92
Полиэтиленполиамин	6	8

Техническая характеристика

Рабочее давление сжатого воздуха, Па	(5±2)·10 ⁵
Данные пневмопривода:	
тип двигателя	Роторный
тип редуктора	Планетарный
частота вращения, об/мин	1700
Общая масса компаунда, кг	8,5
Производительность, кг/мин	0,6—1,5
Ход диафрагмы, мм	83
Диаметр шланга в свету, мм	12
Габаритные размеры, мм	450×385×350
Масса, кг	17

Рис. 8.29. Оснастка для уплотнения мест прохода и ввода кабелей: а — шприц ШР-0,4; б — устройство УПДСП-1.



§ 8.5.4. ОСНАСТКА ДЛЯ СРАЩИВАНИЯ КАБЕЛЕЙ

Электровулканизатор (рис. 8.30, а) с пультом управления предназначен для восстановления и ремонта изоляции кабеля.

Техническая характеристика

Диаметр соединяемых кабелей, мм	32 и 50
Напряжение сети, В	24
Габаритные размеры, мм	300×367×400
Масса, кг	17

Вулканизатор представляет собой полый разъемный цилиндр в виде двух сводчатых крышек, в которые уложены проволочные нагревательные элементы из нихрома, изолированные фарфоровыми буксами. Между корпусом и сводом в качестве теплоизоляции проложен асбестовый картон. На крышках укреплены два фиксирующих зажима с откидными барашками. В верхней крышке установлена клеммная плата для подсоединения кабеля, с помощью которого вулканизатор соединен с пультом управления.

Для предохранения обслуживающего персонала от ожогов вулканизатор снабжен перфорированным кожухом.

Электрическая схема пульта управления состоит из вольтметра, реле времени, термореле, установленного в клеммной плате на крышке вулканизатора, двух сигнальных лампочек, выключателя и звонка.

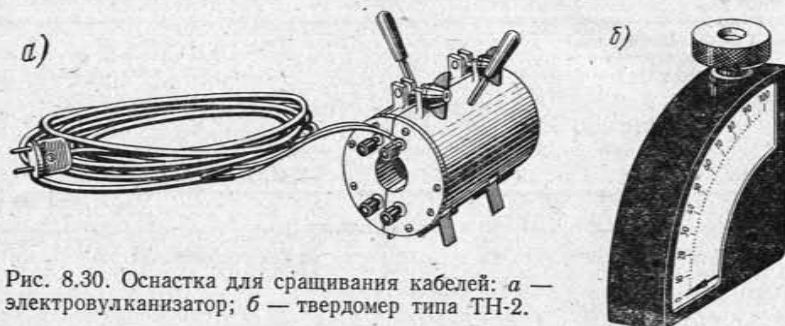


Рис. 8.30. Оснастка для сращивания кабелей: а — электровулканизатор; б — твердомер типа ТН-2.

При включении пульта управления в сеть напряжением 36 В на шкале реле времени устанавливают необходимое время вулканизации оболочки кабеля. При этом необходимое напряжение контролируют по вольтметру, а саму работу пульта — по контрольной лампе зеленого цвета.

По истечении установленного срока процесса вулканизации реле времени отключает питание вулканизатора, сигнализируя об этом звуковым сигналом и лампочкой красного цвета.

Твердомер типа ТН-2 (рис. 8.30, б) предназначен для определения твердости резины в зонах сращивания кабелей.

Техническая характеристика

Габаритные размеры, мм	20×52×75
Масса, кг	0,125

Твердомер устанавливается в зоне сращивания кабеля. Медленным нажатием руки на головку твердомера приводят в соприкосновение иглы, имеющие конический конец, с плоскостью испытываемого образца кабеля, при этом плоскости прибора и испытываемого кабеля должны быть параллельны. Глубину погружения иглы измеряют в условных делениях шкалы твердомера.

Шприц ручной типа ШР-0,4 описан в § 8.5.3.

§ 8.5.5. ОСНАСТКА ДЛЯ СУШКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Электрокалорифер ЭК-400 предназначен для сушки при ремонте и монтаже электрооборудования на судах.

Техническая характеристика

Тип двигателя	АОЛ-11-2
Тип нагревательного элемента	ТЭН-13.Б
Подача, м³/ч	400

Температура воздуха на выходе, °С	50—150
Давление воздуха, Па	300
Количество нагревательных элементов, шт.	6
Габаритные размеры, мм	680×350×320
Масса, кг	18

Электрокалорифер представляет собой переносное устройство, состоящее из вентилятора с электродвигателем, двух блоков электронагревательных элементов, двухканального кожуха, дроссельной заслонки, рукава и основания в виде рамы, на которой смонтированы указанные узлы.

§ 8.5.6. СПЕЦИАЛЬНЫЕ КЛЮЧИ

Ключ штифтовый универсальный предназначен для завинчивания и отвинчивания круглых гаек с отверстиями, изготавливаемых по ГОСТ 6393—73.

Техническая характеристика

Габаритные размеры, мм	11×30×205
Масса, кг	0,21

Ключ для предохранителей (рис. 8.31) предназначен для затяжки предохранителей ПДС.

Техническая характеристика

Тип	ПДС-IV-V	ПДС-VI	ПДС-VII
Размер под ключ, мм	38	49	67
Габаритные размеры, мм	62×110×140	70×110×140	90×110×140
Масса, кг	0,459	0,524	0,681

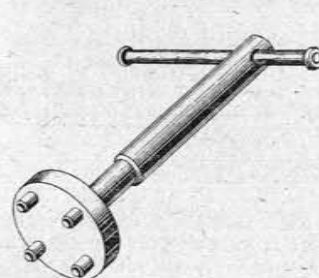


Рис. 8.31. Ключ для предохранителей.

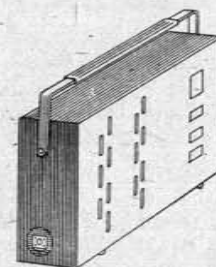


Рис. 8.32. Устройство «Салют-М».

Ключ трехгранный предназначен для открывания шпингалетных замков электрораспределительных устройств.

Техническая характеристика

Размер стороны треугольника, мм	10,5
Габаритные размеры, мм	56×50×14
Масса, кг	0,045

§ 8.5.7. АППАРАТУРА ОПЕРАТИВНОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ

Устройство «Салют-М» (рис. 8.32) предназначено для осуществления двусторонней громкоговорящей связи при производстве электромонтажных работ на строящихся судах. В качестве линии связи используются действующие сети временного освещения.

Техническая характеристика

Система питания	Однофазная сеть переменного тока
Напряжение питания, В	36 или 127
Частота питающей сети, Гц	50
Потребляемая мощность, В·А	20
Чувствительность, мВ	100
Сквозная полоса звуковых частот, Гц	300—2700
Максимальная неискаженная мощность на выходе усилителя мощности в режиме приема, В·А	1,5
Габаритные размеры устройства, мм	249×210×102
Масса, кг	3,35

Устройство состоит из следующих основных узлов (рис. 8.33): задающего генератора с модулятором ЗГМ, усилителя мощности УМ, устройств подключения высокочастотного канала УП1, УП2, усилителя высокой частоты УВЧ,

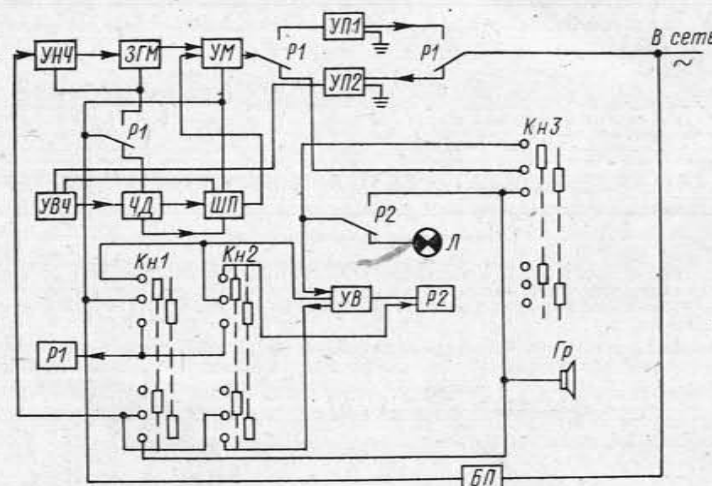


Рис. 8.33. Структурная схема устройства «Салют-М».

частотного детектора ЧД, шумоподавителя ШП, усилителя низкой частоты УНЧ, устройства вызова УВ, управляющего реле Р1, вызывного реле Р2, громкоговорителя Гр, лампы Л («Занято»), блока питания БП, кнопок Кн1 («Передача»), Кн2 («Вызов»), Кн3 («Прием»).

Устройство должно подключаться к сети через кабель, оканчивающийся со стороны приборной части розеткой из комплекта ЗИП, а с сетевой стороны — вилкой, соответствующей имеющимся в сети розеткам.

Включение устройства в сеть напряжением 127 В без заземляющего провода запрещается.

Порядок работы устройства следующий:

1. **Посылка вызова.** Для вызова любого из абонентов, работающих на одной частоте, следует нажать кнопку Кн2 («Вызов») на 3—4 с, затем сразу же нажать кнопку Кн1 («Передача») и назвать фамилию вызываемого. После этого нажать кнопку Кн3 («Прием») и выслушать ответ. После ответа вызываемого абонента нужная информация передается при нажатой кнопке Кн1.

2. **Ответ на вызов.** Услышав сигнал вызова и свою фамилию, необходимо нажать кнопку «Передача» и ответить вызывающему. Затем нажать на кнопку «Прием» и прослушать сообщение. После окончания разговора кнопку «Прием» необходимо вернуть в исходное положение. В случае, когда в линию включено несколько абонентов (более двух), сообщение нужному абоненту передается по свободной линии (сигнализация о ведущемся разговоре между другими абонентами осуществляется миганием лампы «Занято»).

РАЗДЕЛ 9

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

С точки зрения возможности поражения людей электрическим током большинство помещений строящегося судна относятся к категории особо опасных. Кроме того, электрооборудование может явиться источником зажигания, приводящим при неблагоприятных условиях к пожару или взрыву на судне. Поэтому при разработке проекта электрооборудования и при монтаже должны учитываться требования обеспечения электро- и пожаробезопасности, а в необходимых случаях и взрывобезопасности при выполнении работ. Наряду с мероприятиями по обеспечению этих требований в штатных сетях, рассмотренными в гл. 1.4 первого тома настоящего справочника, должны выполняться также мероприятия, специфические для периода постройки судна.

Глава 9.1. СИСТЕМЫ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

§ 9.1.1. СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В системы временного электроснабжения входят электрические сети освещения и питания электроинструментов и силовых установок, эксплуатируемые в период постройки или ремонта судна и демонтируемые после ввода в эксплуатацию штатных сетей.

Проекты систем временного электроснабжения разрабатываются для каждой серии однотипных судов (или для отдельных судов при одиночной постройке) с учетом особенностей технологии постройки и включают в себя документацию технического проекта и рабочую.

Обычно в состав технического проекта систем временного электроснабжения входят: пояснительная записка, расчет электрических нагрузок, расчет кабельных сетей, расчет освещенности, принципиальные схемы первичной сети освещения и сетей питания электроинструментов и силовых потребителей, схемы канализации кабелей сети освещения и сетей питания силовых потребителей, перечень защитных мероприятий, предварительные ведомости заказа электрооборудования и кабельных изделий, а также проектные ведомости сводных и специфицированных норм расхода материала и кабеля на изготовление конструкций и монтаж сетей. Для вторичной сети освещения взамен схемы канализации

разрабатывают предварительную ведомость выбора типовых монтажных узлов и арматуры вторичной сети.

В состав рабочей документации входят: принципиальные схемы, чертежи распределительных устройств, чертежи прокладки кабелей, размещения, крепления и заземления электрооборудования, пояснительная записка и принципиальная технология монтажа, схемы затяжки кабелей, исполнительные ведомости заказа электрооборудования и кабельных изделий, ведомости сводных и специфицированных норм расхода материалов и кабеля на изготовление конструкций и монтаж временных сетей, чертежи расположения временных вырезов в палубах и переборках, а также инструкции по эксплуатации и технике безопасности.

§ 9.1.2. СЕТИ ВРЕМЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Сети временного освещения обычно получают питание от заводской (береговой) сети. Они должны обеспечивать:

- 1) требуемую освещенность в помещениях, на рабочих местах и обрабатываемых поверхностях, в проходах, коридорах, на мостках и трапах;
- 2) бесперебойность действия сетей освещения;
- 3) удобство обслуживания осветительной установки;
- 4) электро- и пожаробезопасность;
- 5) взрывобезопасность при соответствующих условиях работы.

Выполнение указанных требований обеспечивается следующими мероприятиями.

1. Требуемая освещенность обеспечивается за счет применения систем общего и переносного (местного) освещения.

Общее освещение служит для освещения одиночных помещений, отсеков, участков судна; оно обеспечивает нормируемую освещенность по всей площади помещения в соответствии с характером выполняемой в нем работы. Переносное (местное) освещение служит для освещения рабочих мест и обрабатываемых поверхностей; оно обеспечивает нужную освещенность на небольших участках рабочей поверхности или служит для создания определенного направления света на них.

Совокупность общего и местного освещения называют комбинированным освещением. Нормы освещенности в случае общего и комбинированного освещения при выполнении различного рода работ приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Некоторые нормы освещенности для цехов и объектов
судостроительных заводов

Производственный процесс, место работы	Освещенность, лк	
	Общее освещение	Комбинированное освещение
Корпусные работы, слесарное насыщение, электро-сварочные работы	50	150
Монтаж:		
особо сложных механизмов и машин, ШП	100	400
трубопроводов, электросетей	50	150
Проходы по палубам и трапам	10	—

2. Бесперебойность действия сетей освещения достигается за счет подразделения системы общего освещения на три сети: рабочего (внутреннего и наружного), дежурного и аварийного освещения.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения возможности нормальной работы в любое время суток во всех помещениях строящегося судна, где по условиям работы возможно пребывание людей, при этом внутреннее освещение служит для освещения внутренних помещений и отсеков судна, а наружное обеспечивает необходимую освещенность на верхних палубах и открытых пространствах, а также на лесах, монтируемых на строящемся судне.

Дежурное освещение предусматривается для создания необходимой освещенности у трапов, входов, в коридорах, машинных отделениях и других помещениях во время перерывов в работе (обеденный перерыв, ночное время и т. п.).

Аварийное освещение предназначено для обеспечения освещенности, достаточной для безопасного выхода людей из помещений или отсеков при исчезновении напряжения в сети рабочего освещения. Оно предусматривается для освещения проходов, люков, трапов, машинных отделений, выходов из помещений, передней и задней сторон районных распределительных щитов систем временного электроснабжения, помещений строителей. Аварийное освещение должно обеспечивать освещенность не менее 0,3 лк на полу помещения и на ступенях лестниц внутри судна и не менее 0,2 лк в местах основных проходов и спусков на открытых пространствах.

Обычно для аварийного освещения применяют автономные аккумуляторные светильники с подзарядным устройством от сети рабочего освещения либо светильники с независимыми источниками питания.

3. Удобство обслуживания осветительной установки обеспечивается свободой доступа к распределительным устройствам и к арматуре.

4. Условия электробезопасности обеспечиваются соответствующим выбором рабочего напряжения и типа светильников, а также применением защитных мероприятий.

Рабочее напряжение в сети общего освещения должно быть 127 или 36 В. При этом напряжение 127 В применяют только при наличии специальной электрозащитной арматуры, конструкция которой исключает возможность доступа к лампам и токоведущим частям светильника без применения специальных приспособлений и обеспечивает снятие напряжения с патрона при разрушении колбы лампы или снятии защитной сетки. Мощность ламп накаливания в сети общего освещения не должна превышать 200 Вт. Рекомендуемые типы светильников для сетей общего и аварийного освещения приведены в табл. 9.2. Сети переносного освещения питаются напряжением 12 В.

К ручным переносным светильникам предъявляются следующие требования безопасности: конструкция их должна исключать возможность прикосновения к токоведущим частям; должен быть предусмотрен отражатель светового потока; корпус должен быть выполнен из изоляционного влагостойкого и теплоустойчивого материала, обладающего достаточной механической прочностью; лампа должна быть защищена от механических повреждений, причем защитная сетка должна иметь изоляционное покрытие и крепиться не к патрону, а к корпусу; провод (кабель) должен вводиться в светильник в защитной оболочке, при этом конструкция ввода должна обеспечивать надежное его крепление и исключать возможность излома кабеля; подключение светильника к сети должно выполняться с помощью штепсельного разъема. Мощность лампы не должна превышать 60 Вт. Типы применяемых светильников приведены в табл. 9.3.

Монтаж сетей временного освещения должен выполняться кабелями в шланговой оболочке с медными жилами с резиновой негорючей маслостойкой изоляцией на номинальное напряжение 1000 В для сетей 127 В и 500 В для сетей 12 и 36 В. Подключение переносных светильников при этом осуществляется гибкими кабелями.

В целях защиты от перехода высокого питающего напряжения (380 В) на сторону низшего вторичные обмотки трансформаторов питания сетей 36 и 12 В должны быть заземлены. Требования к защитному заземлению и способам его выполнения приведены в гл. 1.4 первого тома настоящего справочника.

5. На период работ, в процессе которых возможно образование взрывоопасных смесей паров, газов и пыли с воздухом, а также в период сушки после проведения окрасочных и изоляционных работ общее освещение данного помещения (отсека) должно отключаться. Отключаются также все кабели и провода,

Светильники для сетей общего и аварийного освещения

Тип светильника	Техническая характеристика	Тип и характеристика лампы
СП-131у	Блокированный электротрассированный, 127 В	Г127-200 по ГОСТ 2239-70, газонаполненная, 127 В, 200 Вт; М036-100 по ГОСТ 1182-77, для местного освещения, 36 В, 100 Вт
По чертежу 865	Ручной переносный, 36 В	М036-40 по ГОСТ 1182-77 для местного освещения, 36 В, 40 Вт
По чертежу 866	Люстра на три лампы, 36 В	М036-40 по ГОСТ 1182-77 для местного освещения, 36 В, 40 Вт; М036-25 по ГОСТ 1182-77, 36 В, 25 Вт
По чертежу СС-328	Подпалубный, 36 В	М036-40 или М036-100 по ГОСТ 1182-77; Г127-200 по ГОСТ 2239-70
ВЗГ-200-ам	Взрывозащищенный, 127 В	БК127-100 по ГОСТ 2239-70, биспиральная криптоновая, 127 В, 100 Вт; М036-40 по ГОСТ 1182-77, 36 В, 40 Вт
ВЗГ-100	Аварийный аккумуляторный с зарядным устройством от сети 36 В, 50 Гц	Рудничная лампа РЗ,75-1-0,5 по ГОСТ 12123-74, 3,75 В с номинальным током основного тела накала 1 А и запасного тела накала 0,5 А
По чертежу 918	Аварийный аккумуляторный с зарядным устройством от сети 127 В, 50 Гц	
По чертежу 621м		
Примечание. Подключение питающих кабелей к светильникам по чертежам 865, 866 и 918 производится с помощью штепсельных разъемов.		

Переносные светильники

Тип светильника	Техническая характеристика	Тип лампы	Область применения
По чертежу СС-900	Аккумуляторный с зарядным устройством от сети 127 В	МН2,3-1,25 по ГОСТ 2204-74, мини-аторная, 2,3 В, 1,25 А; МН6,3-0,22 по ГОСТ 2204-74, мини-аторная, 6,3 В, 0,22 А	В период спуска судна на воду
По чертежу 436	Фонарь с аккумуляторной батареей 2ФКН9-1 емкостью 8 А·ч	МН2,5-0,27 по ГОСТ 2204-74, мини-аторная, 2,5 В, 0,27 А	То же
По чертежу 1240	Ручной переносный, 24 В	М012-40 по ГОСТ 1182-77, 12 В, 40 Вт	В период постройки судна
По чертежу СС-99		С24-40 по МРТУ 16.535.003-71, 24 В, 40 Вт	То же
СПВ-9	Взрывозащищенного исполнения с питанием от сети 12 В	А12-6 по ГОСТ 2023-75, автомобильная, 12 В, 8,2 Вт	Во взрывоопасных помещениях
СПВ-27м		А12-32 по ГОСТ 2023-75, автомобильная, 12 В, 27,7 Вт	То же
СПВ-2	Взрывозащищенного исполнения, головной с питанием от автономного источника напряжением 3,75 В	Рудничная лампа РЗ,75-1-0,5 по ГОСТ 12123-74, 3,75 В с номинальным током основного тела накала 1 А и запасного тела накала 0,5 А	»

проходящие через данное помещение транзитом; при этом обеспечивается работа дежурного и аварийного освещения в коридорах, проходах и других помещениях, примыкающих к данному.

В самих взрывоопасных помещениях применяют светильники во взрывозащищенном исполнении — стационарные или переносные. Основные требования к светильникам: провода (кабели) должны вводиться в арматуру через сальники (в процессе монтажа сети кроме штатного уплотнения сальника производится дополнительная наружная герметизация места ввода кабеля с применением асбестового шнура, пропитанного эпоксидным компаундом К-115); конструкция светильника должна обеспечивать возможность смены лампы только при снятом напряжении; в случае поломки колпака или колбы лампы напряжение должно автоматически сниматься; независимо от значения питающего напряжения корпус светильника должен иметь контакт для подключения заземляющего проводника. В цепях питания взрывозащищенных светильников во взрывоопасных помещениях не допускается устанавливать невзрывозащищенные выключатели, соединительные коробки, штепсельные соединения и т. п. установочную арматуру. Сведения о применяемых светильниках приведены в табл. 9.3.

§ 9.1.3. СЕТИ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА И СИЛОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В системе временного электроснабжения применяют следующие напряжения: 220 В постоянного тока и 380 В, 50 Гц с изолированной нейтралью для питания силовых электроприемников; 36 В, 50 или 200 Гц для питания ручных электроинструментов. Подключение силовых потребителей (вентиляторы, сварочные агрегаты, станки) к сетям временного освещения не допускается. Питание распределительных щитов ручных электроинструментов может осуществляться непосредственно от сетей временного освещения, если их суммарная мощность не превышает 1 кВт·А, или от сети 127 В через понижающие трансформаторы. Защитные мероприятия аналогичны изложенным для сетей временного освещения и для штатных сетей питания электроинструментов (гл. 1.4 первого тома настоящего справочника).

Прокладка кабеля по помещениям судна производится, как правило, по подволоку, в местах, доступных для наблюдения и ремонта. Обычно применяют следующие способы прокладки: а) на специальных временных креплениях; б) креплением к специальным или штатным судовым конструкциям; в) креплением к специальным стальным тросам; г) в стальных трубах (преимущественно во взрывоопасных помещениях); д) в металлических желобах (в местах возможных механических повреждений); е) в стальных трубах или желобах с толщиной стенок 4—6 мм (для силовых сетей напряжением 380 В).

Глава 9.2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ И РЕГУЛИРОВОЧНО-СДАТОЧНЫХ РАБОТ

До начала электромонтажных работ на судне выполняются необходимые мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда. К ним относятся: монтаж систем временного электроснабжения, вентиляции и отопления (в холодное время года) помещений судна; установка ограждений и поручней у люков, снятых съемных листов и других проемов; установка необходимых лесов и подмостей в местах выполнения работ.

Характер судовых электромонтажных работ определяет специфичность ряда требований техники безопасности. Так, при выполнении кабельных работ технологические барабаны с кабелем перекачивать вручную допускается лишь в виде исключения на небольшие расстояния. При этом следует находиться только сзади или сбоку от барабана. Работы по затяжке кабеля выполняют только в рукавицах. При затяжке не разрешается находиться между кабелем и переборкой или внутри углов поворота кабеля, а также браться за движущийся кабель руками вблизи отверстий, в которые он затягивается. Концы панцирных и экранирующих оплеток кабелей должны быть изолированы лентой.

При работах с эпоксидно-тиоколовыми компаундами необходимо строго соблюдать правила личной гигиены, пользоваться спецодеждой и индивидуальными защитными средствами. Работы по приготовлению компаундов должны выполняться на специализированных участках централизованного приготовления компаунда, оборудованных в соответствии с правилами техники безопасности. К работам по приготовлению и использованию компаундов допускаются только специально обученные лица, имеющие соответствующие удостоверения на право работы. Перемешивание компаунда с отвердителем должно производиться только в закрывающихся емкостях. Рабочие места должны быть оборудованы вентиляцией. У залитых палубных коробок на период отвердевания компаунда должны устанавливаться временные вентиляционные отсосы.

Контактное оконцевание жил кабелей электросваркой необходимо выполнять только в светозащитных очках. При использовании электротиглей следует надежно закреплять питающий провод, защищать электротигель от возможного попадания влаги, устанавливать его на изолирующую негорючую подставку и т. п.

Работы, связанные с испытаниями и обслуживанием судового электрооборудования и аппаратуры, должны выполняться лицами, имеющими соответствующую квалификационную группу — от II до V. Работы в сетях без снятия напряжения разрешается выполнять только в исключительных случаях с применением индивидуальных защитных средств и под наблюдением мастера. На выполнение особо опасных работ, например, проведение испытания изоляции на электрическую прочность повышенным напряжением, должен выдаваться специальный наряд-допуск. Срок действия наряда определяется длительностью работы, но не должен быть более 5 сут. Наряд-допуск выдается рабочему на руки только после проведения мастером инструктажа по безопасному выполнению работы.

Особые требования предъявляются к членам сдаточных команд, поэтому последние проходят обучение по специальной программе. Перед началом ходовых испытаний ответственный сдатчик обязан проинструктировать сдаточную команду и установить контроль за выполнением ее членами требований техники безопасности и инструкций по обслуживанию.

- Бердичевский Л. Д., Марченко В. А. Автоматизированное проектирование судовых кабельных сетей. Л., Судостроение, 1978.
- Вопросы автоматизации проектирования электрооборудования судов. Сб. НТО им. акад. А. Н. Крылова, вып. 283. Л., Судостроение, 1979.
- О состоянии и путях развития судовой электроэнергетики и технология электромонтажных работ. Сб. НТО им. акад. А. Н. Крылова, вып. 275. Л., Судостроение, 1978.
- Правила классификации и постройки морских судов Регистра СССР. Л., Транспорт, 1977.
- Справочник судового электромонтажника/Ю. С. Пулято, Н. В. Еремеев, Б. Д. Гандин, Н. А. Лазаревский. Л., Судостроение, 1976.
- Справочник судового электротехника. Т. 3. /Под ред. Г. И. Китаенко. Л., Судостроение, 1975.

Предисловие	5
Раздел 1. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ	
Глава 1.1. Принципиальная технология электромонтажных работ . .	8
§ 1.1.1. Объекты электромонтажных работ	8
§ 1.1.2. Виды принципиальной технологии	9
§ 1.1.3. Выбор принципиальной технологии выполнения электромонтажных работ	12
§ 1.1.4. Технологический план выполнения электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ	14
Глава 1.2. Организация электромонтажных работ	16
§ 1.2.1. Состав электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ	16
§ 1.2.2. Электромонтажные и регулировочно-сдаточные работы на судне	16
§ 1.2.3. Монтажный поток	17
§ 1.2.4. Планирование электромонтажных работ	21
Раздел 2. ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ СУДНА	
Глава 2.1. Техническая документация	22
§ 2.1.1. Документация эскизного проекта	23
§ 2.1.2. Документация технического проекта	23
§ 2.1.3. Документация рабочего проекта	23
Глава 2.2. Рабочая документация	25
§ 2.2.1. Вспомогательная документация	25
§ 2.2.2. Электромонтажная документация	26
Глава 2.3. Технологическая документация для монтажа и сдаточных испытаний электрооборудования судов	30
Глава 2.4. Автоматизация разработки электротехнической части проекта судна	35
§ 2.4.1. Основные требования к системе автоматизации проектирования	35

§ 2.4.2.	Принципы построения базы исходных данных	36
§ 2.4.3.	Пути сокращения объема исходной информации	38
§ 2.4.4.	Принципы автоматизированной разработки электро- монтажной документации	38
§ 2.4.5.	Технологический процесс автоматизированного проекти- рования	41
Глава 2.5.	Автоматизация проектирования прокладки кабелей	42
§ 2.5.1.	Задачи, решаемые при автоматизированном проектирова- нии кабельных трасс	42
§ 2.5.2.	Методы решения задачи нахождения оптимальных маршру- тов кабелей	45
§ 2.5.3.	Методы автоматизированного проектирования схем за- тяжки магистральных кабелей	49

Раздел 3. РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ТРАСС-КАБЕЛЕЙ

Глава 3.1.	Классификация судовых помещений и требования к исполнению электрооборудования	60
§ 3.1.1.	Классификация судовых помещений	60
§ 3.1.2.	Степени защиты судового электрооборудования	61
§ 3.1.3.	Требования к исполнению электрооборудования	62
Глава 3.2.	Размещение и установка электрооборудования	63
§ 3.2.1.	Размещение электрооборудования	63
§ 3.2.2.	Агрегатирование электрооборудования	64
§ 3.2.3.	Конструкции и изделия для установки электрооборудова- ния и светильников и заземления корпусов электрообору- дования	66
§ 3.2.4.	Амортизаторы	79
§ 3.2.5.	Установка и заземление электрооборудования	86
Глава 3.3.	Основные требования к проектированию кабельных трасс	90
§ 3.3.1.	Размещение трасс	90
§ 3.3.2.	Проектирование трасс	91
§ 3.3.3.	Конструкции для прокладки и крепления кабелей	96
§ 3.3.4.	Прокладка кабелей в трубах	107
§ 3.3.5.	Узлы крепления кабелей	108
§ 3.3.6.	Специальные требования по прокладке кабелей	112

Раздел 4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Глава 4.1.	Нормирование расхода материалов	113
§ 4.1.1.	Цели нормирования расхода материалов и классифика- ция норм расхода	113
§ 4.1.2.	Способы разработки норм	116
Глава 4.2.	Материалы для пайки, лужения и контактного оконце- вания	117
§ 4.2.1.	Припой	117
§ 4.2.2.	Флюсы для пайки мягкими припоями	119
§ 4.2.3.	Угольные электроды для приварки наконечников	119
§ 4.2.4.	Состав и приготовление токопроводящего покрытия	119
Глава 4.3.	Твердые электроизоляционные материалы	120
§ 4.3.1.	Лакоткани и стеклоткани	120
§ 4.3.2.	Трубки электроизоляционные	121
§ 4.3.3.	Ленты электроизоляционные	123

§ 4.3.4.	Бумага, картон, фибра	124
§ 4.3.5.	Слоистые пластики	126
§ 4.3.6.	Асбестовые материалы	131
§ 4.3.7.	Шпагат и нитки	131
§ 4.3.8.	Резины	131
Глава 4.4.	Крепежные изделия	134

Раздел 5. ВНЕШНИЙ МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Глава 5.1.	Прокладка, крепление, разделка, ввод и маркировка кабелей	137
§ 5.1.1.	Способы затяжки магистральных и местных кабелей	137
§ 5.1.2.	Технология затяжки и укладки кабелей	137
§ 5.1.3.	Технология крепления кабелей	140
§ 5.1.4.	Затяжка кабелей в трубы и отверстия в наборе корпуса судна	141
§ 5.1.5.	Разводка кабелей	143
§ 5.1.6.	Разделка и ввод кабелей в электрооборудование	145
§ 5.1.7.	Маркировка кабелей	147
Глава 5.2.	Заземление металлических оплеток кабелей	148
§ 5.2.1.	Виды и способы заземления	148
§ 5.2.2.	Заземление оплеток кабелей по трассе	148
§ 5.2.3.	Заземление оплеток кабелей при вводе их в электрообо- рудование	151
§ 5.2.4.	Заземление оплеток кабелей у труб и деталей набора корпуса	153
§ 5.2.5.	Перемычки для заземления металлических оплеток кабелей	153
Глава 5.3.	Сращивание кабелей	153
§ 5.3.1.	Общие сведения	153
§ 5.3.2.	Сращивание кабелей с применением эпоксидно-тиоко- лового компаунда	154
§ 5.3.3.	Сращивание кабелей с применением вулканизации	157

Раздел 6. УПЛОТНЕНИЕ МЕСТ ПРОХОДА КАБЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ ПАЛУБЫ, ПЕРЕБОРКИ И ПРИ ВВОДЕ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Глава 6.1.	Способы уплотнения и уплотнительные материалы	161
§ 6.1.1.	Способы уплотнения	161
§ 6.1.2.	Требования к уплотнительным материалам	162
§ 6.1.3.	Классификация уплотнительных материалов	163
Глава 6.2.	Уплотнительные конструкции	165
§ 6.2.1.	Выбор вида уплотнительных конструкций	165
§ 6.2.2.	Сальники для прохода одиночных кабелей	165
§ 6.2.3.	Уплотнительные патрубки и кабельные коробки	172
§ 6.2.4.	Групповые приборные сальники	177
§ 6.2.5.	Уплотнительные конструкции для шинопроводов	178
Глава 6.3.	Технология выполнения уплотнений	179
§ 6.3.1.	Заливка кабельных коробок	179
§ 6.3.2.	Уплотнение патрубков и групповых приборных саль- ников	180
§ 6.3.3.	Уплотнение сальников для одиночных кабелей	180

Раздел 7. ВНУТРЕННИЙ МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Глава 7.1. Контактное оконцевание жил кабелей	183
§ 7.1.1. Способы контактного оконцевания	183
§ 7.1.2. Кабельные наконечники	183
§ 7.1.3. Клеммы, платы клеммные и соединительные зажимы для подключения жил кабелей	189
§ 7.1.4. Технология контактного оконцевания	194
§ 7.1.5. Пайка и лужение	198
Глава 7.2. Защитное, защитно-уплотнительное и теплозащитное оконцевание жил кабелей	199
§ 7.2.1. Выбор вида оконцевания	199
§ 7.2.2. Технология оконцеваний	200
Глава 7.3. Заземление экранов жил кабелей	205
§ 7.3.1. Способы заземления	205
§ 7.3.2. Технологические процессы	205
Глава 7.4. Маркировка электрооборудования и жил кабелей	207
§ 7.4.1. Способы маркировки жил кабелей	208
§ 7.4.2. Технология маркировки	211
Глава 7.5. Укладка, увязка и подключение жил	211
§ 7.5.1. Укладка и увязка жил	211
§ 7.5.2. Подключение жил	213
Глава 7.6. Низкочастотные штепсельные разъемы, радиочастотные (высокочастотные) соединители и их монтаж	213
§ 7.6.1. Общие сведения	213
§ 7.6.2. Низкочастотные штепсельные разъемы	213
§ 7.6.3. Соединители радиочастотные	216
§ 7.6.4. Технологические процессы заделки кабелей в штепсельные разъемы	216
§ 7.6.5. Технологические процессы заделки кабелей в соединители радиочастотные	219

Раздел 8. ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Глава 8.1. Измерительный, слесарный и монтажный инструмент общего назначения	221
§ 8.1.1. Измерительный инструмент	221
§ 8.1.2. Слесарный и монтажный инструмент ручной	222
§ 8.1.3. Слесарный и монтажный инструмент механизированный	222
§ 8.1.4. Источники питания повышенной частоты	226
Глава 8.2. Специальный инструмент и оснастка для прокладки и разделки кабелей	226
§ 8.2.1. Инструмент и оснастка для прокладки кабелей	226
§ 8.2.2. Ножницы для резки кабелей	231
§ 8.2.3. Ножницы для снятия металлической оплетки	232
§ 8.2.4. Инструмент и оснастка для снятия шланговой оболочки кабеля и изоляции жил для подготовки жил к контактному оконцеванию	233
Глава 8.3. Инструмент и оснастка для контактного оконцевания жил кабелей	235
§ 8.3.1. Оснастка для опрессовки	235
§ 8.3.2. Оснастка для пайки и лужения	237
§ 8.3.3. Оснастка для приварки наконечников	240
§ 8.3.4. Оснастка для надевания трубок на жилы кабелей	240

Глава 8.4. Оснастка для прозвонки жил кабелей	241
§ 8.4.1. Назначение прозвонки	241
§ 8.4.2. Технические характеристики оснастки	241
Глава 8.5. Прочие специализированные монтажные инструменты и оснастка	244
§ 8.5.1. Оснастка для опрессовки тросов и биметаллических проводов	244
§ 8.5.2. Оснастка для резки тросов	245
§ 8.5.3. Оснастка для уплотнения мест прохода и ввода кабелей	246
§ 8.5.4. Оснастка для сращивания кабелей	247
§ 8.5.5. Оснастка для сушки электрооборудования	248
§ 8.5.6. Специальные ключи	249
§ 8.5.7. Аппаратура оперативной диспетчерской связи	249

Раздел 9. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Глава 9.1. Системы временного электроснабжения	251
§ 9.1.1. Состав проектной документации	251
§ 9.1.2. Сети временного освещения	252
§ 9.1.3. Сети питания электроинструмента и силовых потребителей	256
Глава 9.2. Основные требования техники безопасности при выполнении электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ	256
Указатель литературы	258

СПРАВОЧНИК СУДОВОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ТОМ 3

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Редактор Н. М. Розенгауз
Художественный редактор В. А. Пурицкий
Технический редактор Р. К. Чистякова
Корректоры: Н. Н. Кузнецова, С. Н. Маковская, В. Ю. Самохина
Оформление переплета художника В. И. Харькова

ИБ № 490

Сдано в набор 23.04.80. Подписано в печать 30.10.80.
М-27292. Формат издания 60х90/16.
Бумага типогр. № 2. Гарнитура шрифта литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 20,7.
Тираж 22 000 экз. Изд. № 3538-79. Заказ № 17. Цена 1 р. 40 к.

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград,
ул. Тоголя, 8.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного
Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга»
им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государствен-
ном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли. 193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.