

# **МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

## **Справочное пособие**

### **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Рост потребности в газе, нефти и нефтепродуктах требует увеличения объемов строительства объектов по добыче, транспорту и переработке нефти и газа.

Увеличение объемов строительства, которые должны обеспечить прирост добычи и транспорта нефти и газа, особенно в тяжелых условиях Западно-Сибирского района при отсутствии развитой сети дорог, недостаточном развитии баз строительной индустрии, в суровых природно-климатических условиях, возможно только при дальнейшем развитии и совершенствовании индустриальных методов строительства, переносе основного объема строительно-монтажных работ из зоны монтажа в заводские условия.

При строительстве объектов нефтяной и газовой промышленности - установок комплексной подготовки нефти и газа, компрессорных и нефтеперекачивающих станций - значительное распространение получил комплектно-блочный метод строительства.

Комплектно-блочный метод строительства - метод организации строительства из изделий высокой степени заводской готовности в виде технологических блоков, пространственных строительно-технологических блоков, укрупненных монтажных узлов и других индустриальных конструкций, поставляемых на строящийся объект с энергетическим и другим оборудованием сборочно-комплектно-монтажными предприятиями.

Осуществление поставленных задач требует повышения производительности труда путем ускорения темпов технического прогресса на основе новой техники, прогрессивной технологии, реконструкции и модернизации производства, а также улучшения условий труда и техники безопасности при высоком качестве работ.

Кроме того, следует учесть, что технический прогресс в нефтяной и газовой отраслях промышленности, имеющих в своем составе производства, содержащие взрывоопасные зоны, во многом зависит от надежности систем электроснабжения, современного электропривода и обеспечения высококачественным взрывозащищенным электрооборудованием.

Взрывозащищенное электрооборудование применяется на технологических установках и оборудовании наземных объектов магистральных трубопроводов при процессах добычи, транспортировки и переработки продуктов взрывоопасных производств.

Конструктивные особенности этого электрооборудования таковы, что отвечают специальным требованиям и обеспечивают его безопасную эксплуатацию в зонах производственных помещений и наружных установках, где возможно воспламенение или взрыв газо-, паровоздушных смесей, которые содержатся в окружающей среде. Безопасность таких взрывоопасных производств во многом зависит от выбора и параметров взрывозащищенного электрооборудования, от качества его монтажа, эксплуатационного надзора и своевременного ремонта.

Эксплуатация электрооборудования во взрывоопасных зонах предусматривает специальные мероприятия, которые направлены на то, чтобы исключить проникновение взрывоопасных газов и паров в зоны установки электрооборудования. Поэтому к данному виду электрооборудования предъявляются особые требования при обслуживании и эксплуатации.

Авторы объединили и систематизировали материал в книге таким образом, чтобы были изложены:

- наиболее важные свойства горючих газо-, паровоздушных смесей и их классификация;
- классификация взрывоопасных зон производственных помещений и наружных установок;
- особенности обеспечения взрывозащищенности электрооборудования и его маркировка;
- требования к кабельным прокладкам, монтажу кабельных муфт и заделок, а также монтаж силовых и осветительных сетей и электрооборудования;
- эксплуатационный надзор и обслуживание кабельных линий, силовых и осветительных сетей и электрооборудования во взрывоопасных зонах и особенности их ремонта.

## **ГЛАВА 1**

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

#### **НАЗЕМНЫЕ ОБЪЕКТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Магистральный трубопровод в общем случае представляет собой транспортную систему, состоящую из стальной трубы, сваренной в нить, изолированной и уложенной в землю, и наземных сооружений. Назначение магистральных трубопроводов - транспортировка углеводородного топлива и сырья от места их добычи к потребителям. В зависимости от продукта транспортировки их называют газопроводами или нефтепроводами. При перекачке готовых продуктов нефтехимии их называют продуктопроводами.

Естественно, что с ростом добычи нефти и газа, удаленностью месторождений этого сырья, в стране растет сеть магистральных трубопроводов, масштабы их строительства, растут и их мощности. Если в шестидесятые годы в стране строили трубопроводы диаметром 600-1000 мм, то с начала семидесятых годов в СССР строят

сверхмощные магистральные трубопроводы диаметром 1220-1420 мм. Так, за годы одиннадцатой пятилетки построена целая система из шести газопроводов диаметром 1420 мм общей протяженностью около 20 тыс. км от Уренгойского месторождения на севере Тюменской области в центр страны.

Грузооборот трубопроводного транспорта постоянно растет, что позволяет на сегодня транспортировать по трубам весь добываемый в стране газ и более 95% нефти.

Наземные сооружения магистральных трубопроводов служат для создания определенного давления, необходимого для транспортировки продуктов по трубе, управления потоками продуктов перекачки и их распределения, технологической связи и т. п.

К важнейшим наземным сооружениям трубопроводов относят компрессорные станции газопроводов и нефтеперекачивающие насосные станции нефтепроводов, служащие для перекачки газа и нефти. На нефтепроводах крупными наземными сооружениями являются подпорные насосные и резервуарные парки, строящиеся, как правило, на одной площадке с нефтеперекачивающей станцией. К наземным сооружениям относят различного рода сооружения технологической связи (узлы связи, радиорелейные станции), защиты трубопроводов от коррозии (станции катодной защиты, подстанции для них) и т. п. Газопроводы в своем составе также имеют подобные сооружения связи, защиты и эксплуатации.

Компрессорная станция (КС) газопровода служит для перекачки газа под определенным давлением. В комплексе КС основное сооружение - компрессорный цех, где устанавливают газоперекачивающие агрегаты.

В зависимости от типа и производительности число газоперекачивающих агрегатов в компрессорном цехе может быть различным. При диаметрах трубопровода 1220, 1420 мм оно составляет: 3 при мощности 25 МВт до 10 - при мощности 6 МВт. Газоперекачивающие агрегаты имеют газотурбинный или электрический привод.

Для нормальной работы компрессорного цеха и всей КС в ее комплексе сооружаются различные объекты технологического, противопожарного, вспомогательного назначения - установки для воздушного охлаждения газа, по очистке и осушке газа, циркуляционные водяные насосные и градирни, ремонтно-механические мастерские, служебно-эксплуатационные помещения, насосные станции производственного и бытового водоснабжения, жилые дома и т.п. Компрессорные станции сооружаются на всем протяжении газопровода на расстоянии 120-150 км друг от друга. Нефтеперекачивающие насосные станции (НПС) предназначены для перекачки нефти или жидких нефтепродуктов по нефтепроводу. Их располагают на расстоянии до 100 км друг от друга.

В комплексе НПС сооружают: магистральную насосную, которая качает нефть по нефтепроводу; подпорную насосную, которая создает предварительный напор на первом магистральном насосе для его бескавитационной работы; резервуарный парк; технологические помещения и сооружения с регулирующей аппаратурой, счетчиками; устройство приема и пуска скребка для очистки полости трубопровода; вспомогательные объекты для обеспечения работы НПС теплом, водой, воздухом; ремонтные и эксплуатационные сооружения; очистные сооружения, жилые поселки и т.п. Магистральные и подпорные насосы имеют электропривод от синхронных электродвигателей мощностью до 12 500 кВт на напряжение 6 или 10 кВ.

Как потребители электроэнергии компрессорные и нефтеперекачивающие станции магистральных трубопроводов в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) являются потребителями I категории и должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Исключением являются КС на подземных хранилищах газа и промежуточные НПС для одного нефтепровода, которые относятся к потребителям II категории.

Потребители электроэнергии на компрессорных и насосных станциях получают электроэнергию на напряжении 6-10 кВ и 0,4/0,23 кВ.

К потребителям на напряжении 6-10 кВ относятся электродвигатели привода нагнетателей на электроприводных КС и магистральных и подпорных насосов на НПС.

Силовые потребители на напряжении 0,4 кВ - это различные электродвигатели механизмов и аппаратов, обеспечивающих нормальную работу газоперекачивающих агрегатов и магистральных насосов, электродвигатели вспомогательных механизмов КС и НПС, щиты контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА).

На напряжении 0,4/0,23 кВ работают все осветительные сети в зданиях и сооружениях КС и НПС, устройства электрохимзащиты, наружного освещения.

Если в целом, как уже говорилось, КС и НПС относятся к первой категории по надежности электроснабжения, то отдельные электроустановки КС и НПС относят и к первой, и ко второй, и к третьей категории. Так, для газотурбинных КС электроприемники классифицируются по надежности электроснабжения следующим образом. К первой категории относятся ответственные потребители механизмов, обеспечивающих непосредственную работу ГПА и от которых зависят живучесть КС и продолжение технологического процесса, т.е. перекачки газа - электродвигатели насосов маслоуплотнения, циркуляционных насосов охлаждения масла турбин и воды, потребители КИПиА. К первой категории относятся и ответственные потребители, не связанные с работой ГПА и перекачкой газа - пожарные насосы, аварийные вентиляторы взрывоопасных помещений и цехов, освещение основных цехов. В группе потребителей первой категории выделяются "особо ответственные" потребители, перерыв питания которых вызывает опасность аварийной остановки ГПА, а также те, которые обеспечивают

остановку ГПА без повреждений или ликвидацию последствий аварий. К "особо ответственным" потребителям относятся электродвигатели насосов маслоуплотнения, вентиляторов охлаждения масла, циркуляционных насосов, аварийных вентиляторов, пожарных насосов, аварийных маслонасосов смазки, аварийное освещение, потребители КИПиА.

К потребителям второй категории относятся ответственные потребители, перерыв питания которых вызывает ограничение производительности станции - вспомогательные механизмы ГПА, вентиляторы АВО газа, вентиляторы охлаждения градирен, наружное освещение и другие.

К потребителям третьей категории относятся остальные вспомогательные и неответственные потребители.

Аналогична классификация потребителей по надежности электроснабжения и на НПС. К потребителям первой категории относятся потребители ответственных механизмов, обеспечивающих нормальный режим насосных агрегатов - маслонасосы, насосы уплотнения и смазки, вентиляторы продувки электродвигателей магистральных и подпорных насосов.

При блочно-комплектном исполнении зданий и помещений, кроме упомянутых, к первой группе и группе "особо ответственных" потребителей относится и часть электроотопления блок-боксов для создания теплового режима технологического оборудования, оборудования связи, КИПиА и т. п.

Категория надежности потребителей определяет их схему электроснабжения. Потребители первой категории должны иметь два независимых источника питания с устройством автоматического включения резерва (АВР) между ними и питаться по двум рабочим линиям. Практически это достигается секционированием шин на стороне 6(10) кВ (ВЗРУ) и на стороне 0,4 кВ (ВЩСУ). Каждая система шин в этих случаях и является независимым источником питания, причем секции шин 0,4 кВ запитываются через отдельные трансформаторы 6(10)/0,4 кВ. При такой схеме все потребители могут работать раздельно либо параллельно с автоматическим разделением секционным выключателем в случае аварии в сети привода ответственных механизмов одного назначения обычно дублируются и также делятся на две независимых группы. Такие двигатели снабжаются технологическим АВР.

Для питания "особо ответственных" потребителей в схемах электроснабжения газотурбинных КС и НПС кроме двух независимых источников питания, предусматриваются аварийные дизель-генераторы (дизельные электростанции) с автоматическим запуском и включением при исчезновении напряжения. Практически "особо ответственные" потребители получают питание от специальных щитов, одна секция которых запитана двумя линиями от источника (секции шин), оборудованного АВР, а вторая - от щита аварийной дизельной электростанции. На случай полного или продолжительного отключения от сети переменного тока часть "особо ответственных" потребителей, от которых зависит безаварийная остановка оборудования - маслонасосы смазки, аварийное освещение, щиты КИПиА - получают электропитание от аккумуляторной батареи.

Потребители второй категории запитываются от двух независимых источников - разных секций шин ЩСУ, - оборудованных АВР по двум рабочим линиям.

Потребители третьей категории получают питание по одной линии от любой из секций шин.

## **ВЗРЫВООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ ГАЗО-, ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ**

В современных производствах газовой и нефтяной отраслях промышленности при добыче, транспортировке и переработке нефти и газа получается огромное количество веществ, способных с окружающей атмосферой образовывать газо-, паровоздушные взрывоопасные смеси.

Безопасность таких производств определяется правильным оснащением их соответствующим специальным взрывозащищенным электрооборудованием. В основе обеспечения взрывозащищенности такого электрооборудования предусмотрены конструктивные исполнения, устраняющие возможность воспламенения от него окружающей взрывоопасной смеси.

К взрывоопасным относятся смеси с воздухом горючих газов и паров, способных взрываться при наличии источника поджигания, например, электрической искры, нагретой поверхности тела (оболочки) электрооборудования и т.п. Существуют предельные соотношения в смеси, так называемые концентрационные пределы воспламенений смеси. Взрывоопасными считаются смеси, в которых концентрация горючего лежит между нижним и верхним концентрационными пределами или, как говорят, находится в пределах воспламенения или взрываемости.

Для безопасного применения электрооборудования, как и вообще для техники безопасности, наибольший интерес представляет именно нижний концентрационный предел, так как он характеризует начало образования взрывоопасной ситуации в месте установки оборудования, определяет допустимую границу содержания горючего в окружающей атмосфере, выше которой должны сработать вентиляционные устройства, должна быть отключена подача электроэнергии или приняты другие меры безопасности.

Кроме концентрационных пределов, характеризующих взрывоопасную смесь применительно к технике безопасности, различают два способа воспламенения взрывоопасных смесей - самовоспламенение и вынужденное

воспламенение. Характеристика процессов их различна, но в их основе лежит действие одного общего фактора - теплового.

Пределы воспламенения смесей принято выражать через температуру жидкости, при которой они образуются. Эти температуры носят название температурного предела воспламенения. Нижний температурный предел иначе называют температурой вспышки горючей или легковоспламеняющейся жидкости. Она принята за основу классификации жидкостей по степени их взрыво-пожароопасности.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ СМЕСЕЙ ПО КАТЕГОРИЯМ И ГРУППАМ

В основу классификации взрывоопасных смесей положены два параметра:

безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ), через который взрыв из оболочки не передается в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе. По этому параметру взрывоопасные смеси делятся на категории (табл. 1.1);

температура самовоспламенения взрывоопасной смеси, по которой взрывоопасные смеси делятся на группы (табл. 1.2).

Таблица 1.1

**Категории взрывоопасных смесей, газов и паров с воздухом**

Категория смеси	Смесь	БЭМЗ, мм
I*	Рудничный метан	>1
*Для угольной промышленности.		
II	Промышленные газы и пары	-
II A	То же	>0,9
II B	Промышленные газы и пары	>0,5
		<0,9
II C	-	<0,5

Таблица 1.2

**Группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по температуре самовоспламенения**

Группа	Температура самовоспламенения смеси, °C
T1	>450
T2	300-450
T3	200-300
T4	135-200
T5	100-135
T6	85-100

Категории и группы некоторых взрывоопасных смесей, встречающихся в нефтяной, газовой и других отраслях промышленности, приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

**Категории и группы взрывоопасных смесей**

Категория смеси	Группа смеси	Вещества, образующие с воздухом взрывоопасную смесь
I II A	T1	Метан (рудничный)
	T1	Аммиак, изобутилен
	T2	Бензин Б95/130, бутан, спирты: бутиловый, метиловый, этиловый
II B	T3	Бензины: А-66, А-72, А-76, "галоша", Б-70, нефть
	T4	Ацетальдегид
	T1	Коксовый газ, синильная кислота
	T2	Дивинил, 4,4-диметилдиоксан, оксид этилена, этилен
II C	T3	Сероводород, этилдихлорсилан
	T4	Дибутиловый эфир, диэтиловый эфир
	T1	Водород, водяной газ, светильный газ, водород 75% + азот 25%
	T2	Ацетилен
	T3	Трихлорсилан
	T5	Сероуглерод

## ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Взрывозащищенное электрооборудование предназначено для работы во взрывоопасных зонах производственных помещений и наружных установках наземных объектов магистральных трубопроводов, а его классификация приведена на рис. 1.1. Взрывозащищенное электрооборудование обеспечивается видами взрывозащиты (табл.1.4.).

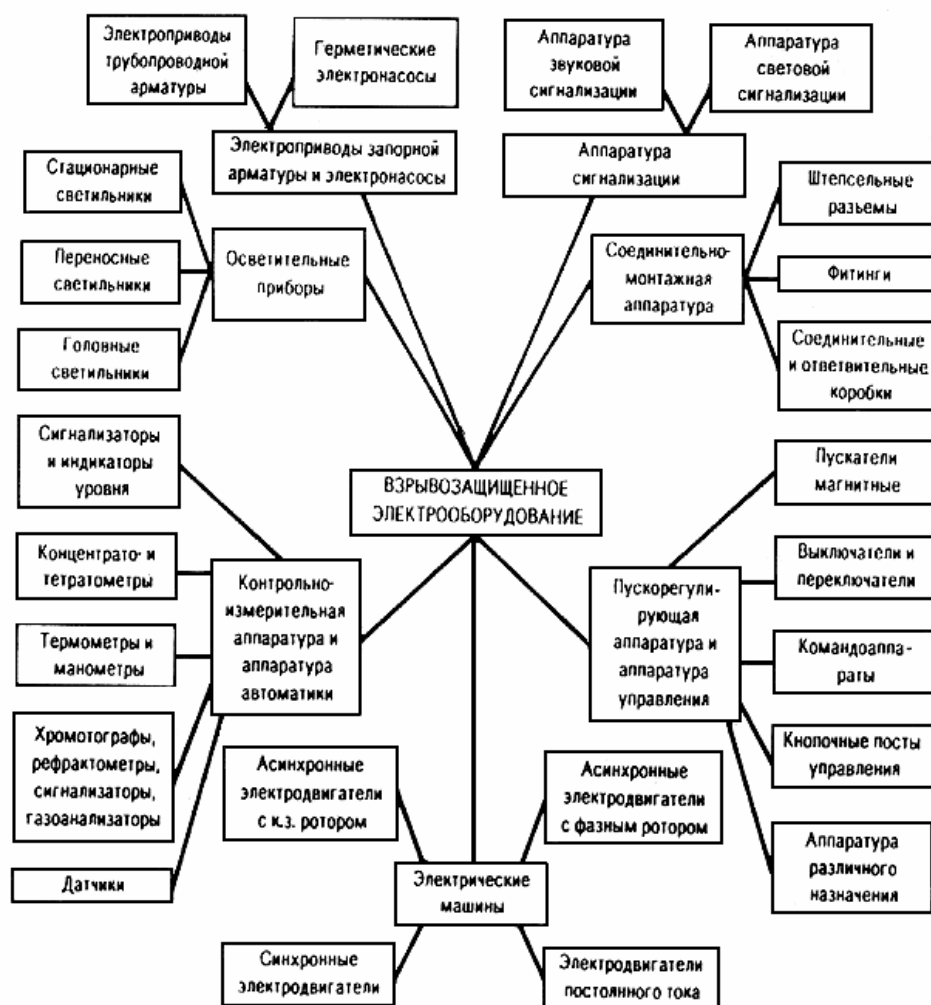


Рис. 1.1. Классификация взрывозащищенного электрооборудования по видам изделий

Виды взрывозащиты определяют их качественную характеристику, т. е. показывают, какими средствами, мерами может быть обеспечена взрывозащита. Для количественной же характеристики, которая указывала бы степень безопасности того или иного изделия, в столь опасных местах можно ставить конкретный тип взрывозащищенного электрооборудования, используется понятие уровня взрывозащиты - степени взрывозащиты электрооборудования.

Установлено три уровня взрывозащиты: повышенной надежности против взрыва - 2; взрывобезопасный - 1; особовзрывобезопасный - 0.

Применение электрооборудования с различными уровнями взрывозащиты позволяет более экономично обеспечивать взрывобезопасность в производствах, имеющих взрывоопасные зоны (места) с различной вероятностью образования взрывоопасных сред. В наиболее опасных местах, где следует считаться с постоянным наличием взрывоопасной среды, нужно применять электрооборудование с самым высоким уровнем взрывозащиты - особовзрывобезопасное; там же, где взрывоопасная смесь может образоваться только при аварии и на короткое время, можно применять электрооборудование с меньшим уровнем взрывозащиты.

Стандарт устанавливает допустимую вероятность возникновения взрыва не более  $10^{-6}$  в течение года на любом взрывоопасном участке (зоне). При технической или экономической нецелесообразности обеспечения этого значения вероятности возникновения взрыва стандарт требует, чтобы применялись такие технологические процессы, при которых вероятность воздействия опасных факторов взрыва на людей в течение года не превышала  $10^{-6}$  на человека.

Таким образом, создалась возможность перейти на количественную оценку уровней взрывозащиты электрооборудования.

## МАРКИРОВКА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В соответствии с ГОСТ 12.2.020-76 каждое изделие взрывозащищенного электрооборудования должно иметь маркировку по взрывозащите в виде целого, не разделенного на части прямоугольного знака, в состав которого входят следующие знаки:

уровня взрывозащиты (2, 1, 0);

Ех, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;

вида взрывозащиты (d, p, i, q, o, s, e);

группы или подгруппы электрооборудования (II, IIA, IIB, IIC) (табл. 1.5);

температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6) (табл. 1.6).

Таблица 1.4

### Обеспечение видов взрывозащиты

Взрывозащита	Характеристика и вид взрывозащиты	Обозначение
Локализация взрыва оболочкой	Токоведущие части электрооборудования помещены в оболочку, которая исключает передачу взрыва наружу. Оболочка должна выдерживать давление взрыва, а места сопряжений деталей и узлов делаются такими, чтобы пламя и продукты взрыва, выходящие из оболочки наружу, охлаждались до безопасных температур. Вид взрывозащиты именуется - "взрывонепроницаемая оболочка"	d
Контроль среды вокруг токоведущих частей	Принцип заключается в том, что несмотря на наличие взрывоопасной среды, где размещено электрооборудование, его токоведущие части располагаются в неопасной среде; такой средой может быть один из видов взрывозащиты: заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением	p
	масляное заполнение оболочки с токоведущими частями	o
	кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями	q
	специальный вид взрывозащиты - заливка токоведущих частей терморезистивными компаундами	s
Контроль источника инициирования взрыва	Применяется в электрооборудовании, не имеющем нормально искрящихся частей и в слаботоочном электрооборудовании. В первом случае принимаются меры, повышающие надежность электрооборудования и этот комплекс мер получил наименование - защита вида "е".	e
	Во втором случае ограничивают энергию при искрении в цепях (такие цепи называют искробезопасными)	i

Таблица 1.5

### Подгруппы электрооборудования группы II с видами взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и "искробезопасная электрическая цепь"

Подгруппа электрооборудования	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
-	II A, II B и II C
II A	II A
II B	II A и II B
II C	II A, II B, II C

Таблица 1.6

### Температурный класс электрооборудования группы II

Температурный класс	Предельная температура, °C	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1-T3
T4	135	T1-T4
T5	100	T1-T5
T6	80	T1-T6

В маркировке взрывозащиты могут быть дополнительные знаки и надписи в соответствии со стандартами на электрооборудование. Например: маркировка поставки; степень защиты персонала от прикосновения по ГОСТ 14254-80; климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 и др. (табл. 1.7).

В зависимости от области применения взрывозащищенное электрооборудование делится на две группы I и II, группа II в нашем случае - для применения в нефтяной и газовой промышленности.

Электрооборудование группы II, имеющее виды взрывозащиты: "взрывонепроницаемая оболочка" и "искробезопасная электрическая цепь", делится на три подгруппы, соответствующие категориям взрывоопасных смесей.

Кроме этого, электрооборудование группы II делится на шесть температурных классов в зависимости от значения предельной температуры - той наибольшей температуры поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, которая безопасна в отношении воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

Таблица 1.7

### Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования

Взрывозащита		Электро- оборудование		Маркировка
Уровень	Вид	группа (подгруппа )	темпера- турный класс	
Повышенная надежность взрыва	Защита вида "е"	II	T6	2 Ex II T6
	Защита вида "е" и взрывонепроницаемая оболочка	II B	T3	2 Ex ed II B T3
	Искробезопасная электрическая цепь	II C	T6	2 Ex i II C T6
	Продувка оболочки под избыточным давлением	II	T6	2 Exp II T6
	Взрывонепроницаемая оболочка и искробезопасная электрическая цепь	II B	T5	2 Ex di II B T5
	Взрывонепроницаемая оболочка	II A	T3	1 Ex d II A T3
	Искробезопасная электрическая цепь	II C	T6	1 Ex i II C T6
	Заполнение оболочки под избыточным давлением	II	T6	1 Ex p II T6
	Защита вида "е"	II	T6	1 Ex e II T6
	Кварцевое заполнение оболочки	II	T6	1 Ex q II T6
Взрыво- безопасный	Специальный	II	T6	1 Ex s II T6
	Специальный и взрывонепроницаемая оболочка	II A	T6	1 Ex sd II A T6
	Специальный, искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка	II B	T4	1 Ex si d II B T4
	Искробезопасная электрическая цепь	II C	T6	o Ex i II C T6
	Искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка	II A	T4	o Ex i d II A T4
	Специальный и искробезопасная электрическая цепь	II C	T4	o Ex si II C T4
Особовзры- вобезопасный				

Зарубежное взрывозащищенное электрооборудование, как и отечественное, в соответствии с национальными правилами имеет маркировку (знак) взрывозащиты или данные о взрывозащищенности\*. Маркировка взрывозащиты указывается, как правило, на специальной или фирменной табличке. Маркировка взрывозащиты содержит следующие условные знаки:

\* ОСТ 0.800.699-79 - ОСТ 0.800.704-79 "Оборудование электротехническое взрывозащищенное. Выбор и применение зарубежного электрооборудования для взрывоопасных установок".

1. Принадлежность электрооборудования к взрывозащищенному:

Ex - ФРГ, Бельгия;

EEEx - CENELEC EN 50014 - Европейские нормы;

FLP - Великобритания; ADF - Франция; AD или ADE - Италия; U или KL - США

Япония и Швеция знака не имеют.

2. Вид взрывозащиты.

3. Категорию взрывоопасной смеси.

4. Группу воспламенения взрывоопасной смеси.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК**

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) класс взрывоопасной зоны производственных помещений и наружных установок в зависимости от технологического процесса производства, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации. При этом в зависимости от возможности появления взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны делятся на шесть классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIа.

При определении класса взрывоопасных зон принимают:

а) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5% от свободного объема помещений;

б) взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5% свободного объема помещения. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Камеры вытяжных вентиляторов относятся к взрывоопасным того же класса, что и обслуживаемые ими взрывоопасные зоны.

Камеры приточных вентиляторов относятся к невзрывоопасным, если их воздухопроводы оборудованы самозакрывающимися обратными клапанами, при их отсутствии камеры относятся к взрывоопасным зонам того же класса, что и обслуживаемые ими помещения.

Класс взрывоопасности производственных помещений, которые хотя и не содержат технологического оборудования и материалов, опасных в отношении пожара и взрыва, но являются смежными с взрывоопасными помещениями и отделены от последних стенами или тамбуром с дверями, определяется по табл. 1.8.

Таблица 1.8

### **Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения \***

\*Здесь и далее по тексту требования к зонам В-II и В-IIа не приведены, так как к ним относятся помещения, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна при нормальных или аварийных режимах работы, что не присуще технологическому процессу производства в нефтяной и газовой промышленности.

Класс взрывоопасной зоны	Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения и отделенного от нее	
	стеной (перегородкой) с дверью	стеной (перегородкой) без проемов или с проемами, оборудованными тамбур-шлюзом
В-I В-Ia В-Iб	В-Ia В-Iб Невзрыво- и непожароопасная	Невзрыво- и непожароопасная То же "

При установлении класса взрывоопасности зон и наружных установок исходят не из нормальных условий режима технологического процесса оборудования, когда оно исправно, а из аварийной ситуации, когда имеет место повреждение, которое связано с возможностью выделения в зоне технологической установки горючих веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, с учетом следующих факторов:



характеристики и количества выделяющихся горючих веществ;  
концентрации горючих веществ (горючих газов и паров ЛВЖ) в воздухе;  
нижнего концентрационного предела воспламенения образующихся взрывоопасных смесей;  
формы и размеров помещения (зоны), используемой вентиляции;  
расположения технологического оборудования (например, в наружной установке) и влияния ветра вблизи него.

Если этих факторов недостаточно для оценки взрывоопасности зоны, то классификационная комиссия, состоящая, как правило, из технологов и электриков эксплуатирующей организации, специалистов проектной организации по вентиляции и охране труда и техники безопасности, анализирует дополнительные факторы. Для того, чтобы не производить каждый раз обоснования взрывоопасных зон, в каждой отрасли имеются ведомственные перечни производств, цехов, отдельных помещений и наружных установок, а в некоторых случаях и отдельных технологических агрегатов, в которых указываются характеристики взрывоопасной среды и классы взрывоопасности зон (помещений).

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Взрывозащищенное электрооборудование применяют в соответствии с условиями его работы в следующем порядке:

1. Определяют параметры взрывоопасной среды в зоне установки электрооборудования:  
наименование и физические свойства веществ, которые могут образовать взрывоопасные смеси;  
категория и группа, к которым отнесены данные взрывоопасные смеси.
2. Определяют условия окружающей среды, в которой должно работать электрооборудование:  
зоны, в которых температура окружающей среды превышает 35 °С;  
химическое и механическое воздействие окружающей среды на электрооборудование.
3. Производят классификацию взрывоопасных зон в нормальном и аварийном режимах работы технологического оборудования.
4. Намечают защитные и профилактические мероприятия для снижения класса взрывоопасной зоны.
5. Учитывают опыт эксплуатации электрооборудования аналогичных производств.
6. Производят анализ маркировки (уровень и вид взрывозащиты) электрооборудования с предполагаемыми условиями его эксплуатации.
7. Учитывают дальнейшее совершенствование производства и возможность появления новых взрывоопасных веществ.

На основании проведенных мероприятий составляется спецификация применяемого взрывозащищенного электрооборудования с учетом указаний гл. VII-3 ПУЭ и соответствующих стандартов и технических условий по отдельным видам электрооборудования.

Выбор допустимого уровня взрывозащиты или степени защиты оболочки электрооборудования в зависимости от класса взрывоопасной зоны для электрических машин, аппаратов и светильников приведен в табл. 1.9.

Таблица 1.9

### Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрооборудования в зависимости от класса взрывоопасной зоны (кроме зон В-II и В-IIa)

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки
Электрические машины (стационарные и передвижные)	
В-I	Взрывобезопасный
В-Ia, В-Iг	Повышенная надежность против взрыва

B-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее I P 44 (как с искрящими, так и неискрящими частями)
Электрические стационарные аппараты и приборы	
B-I	Взрывобезопасный, особовзрывобезопасный
B-Ia, B-Iг	Повышенной надежности против взрыва для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80 °С. Без средств взрывозащиты для аппаратов и приборов, не подверженных нагреву выше 80 °С. Оболочка со степенью защиты не менее I P 54
B-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее I P 44
Передвижные или являющиеся частью передвижных установок и ручные переносные	
B-I, B-Ia	Взрывобезопасный, особовзрывобезопасный
B-Iб, B-Iг	Повышенной надежности против взрыва
Светильники и световые приборы Стационарные	
B-I	Взрывобезопасный
B-Ia, B-Iг	Повышенной надежности против взрыва
B-Iб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты I P 5 X
Переносные	
B-I, B-Ia	Взрывобезопасный
B-Iб, B-Iг	Повышенной надежности против взрыва

Примечания. 1. До освоения выпуска промышленностью электрических машин со степенью защиты оболочки I P 54 разрешается применять машины со степенью защиты оболочки I P 44.

2. Для аппаратов, приборов и светильников допускается степень защиты оболочки от проникновения воды уточнять в зависимости от условий среды, в которой они будут устанавливаться.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗАРУБЕЖНОГО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Для правильного выбора зарубежного взрывозащищенного электрооборудования необходимо знать условия будущей его эксплуатации. При поставке электрооборудования в комплекте с технологическим оборудованием задача осложнена тем, что необходимо провести сравнение классификации взрывоопасных зон по зарубежному стандарту данной страны с классификацией взрывоопасных зон по ПУЭ. При этом следует стремиться к тому, чтобы взрывозащита используемого в одной зоне, на одной технологической установке оборудования была у электрооборудования одинаковой.

Кроме того, при выборе взрывозащищенного электрооборудования следует обратить внимание на вводные устройства с уровнем взрывозащиты - повышенная надежность против взрыва. В СССР вид взрывозащиты - взрывонепроницаемая оболочка соответствует уровню взрывозащиты - взрывобезопасное электрооборудование и поэтому такое электрооборудование может устанавливаться во взрывоопасных зонах класса В-I, а по национальным стандартам зарубежных стран, например, США, Канада, Италия и др., допускается прямой ввод кабелей без разделительной взрывонепроницаемой перегородки во вводном устройстве. Соответственно снижается общий уровень взрывозащищенности электрооборудования. Поэтому при выборе электрооборудования необходимо не только пользоваться указаниями маркировки по взрывозащите, но и обратить внимание на конструктивные особенности и на то, какие виды взрывозащиты в нем применены.

Так, для взрывоопасных зон наружных установок класса В-Iг, например, где происходит слив и налив горючих жидкостей, следует устанавливать электрооборудование с высоким видом взрывозащиты, а там, где взрывоопасные условия не очень жесткие, то не следует устанавливать дорогостоящее электрооборудование с

видом взрывозащиты - взрывонепроницаемая оболочка, а возможно применить электрооборудование с защитой вида "е".

Виды взрывозащищенного электрооборудования, наиболее распространенные в зарубежных странах, приведены в табл. 1.10.

Таблица 1.10

**Наиболее распространенные виды взрывозащищенного электрооборудования  
зарубежных стран**

Виды взрывозащиты	Обозначение	Электрооборудование и электромонтажные изделия							
		Электрические машины	Аппаратура, пульты управления, шкафы	Приборы (отдельные их узлы)	Концевые выключатели, кнопочные посты, ключи управления	Световые приборы	Ответви-тельные коробки, контактные сборки	Фитинг и	Аппараты, встроенные внутри технологического оборудования, содержащего взрывоопасную среду
Взрывонепроницаемая оболочка	d	+	+	+	+	+	+	+	+
Искробезопасные электрические цепи	i	x	o	+	+	o	o	x	+
Масляное заполнение оболочки	o	o	+	+	+	+	x	x	x
Продувка оболочки воздухом под избыточным давлением	p	+	+	o	x	x	x	x	x
Повышенная надежность	e	+	+	o	+	+	+	+	x
Кварцевое заполнение оболочки	q	x	x	x	x	-	o	x	x
Специальный вид взрывозащиты	s	o	o	+	x	x	o	+	+
Заполнение газом под давлением * с замкнутым циклом, продуваемое под избыточным давлением	f	+	x	x	x	o	o	x	x
* Например, азотом или воздухом. Обозначения: + - наиболее распространенное; o - менее распространенное; x - применяется редко; - как правило, не применяется.									
Комбинированный вид		+	o	+	+	+	x	x	o

Кроме того, при выборе электрооборудования следует обратить внимание на соответствие вида взрывозащиты и категории группе взрывоопасной смеси. Это должно устанавливаться по маркировке или по указаниям сертификата на электрооборудование. По национальным стандартам некоторых стран маркировка не содержит группу взрывоопасной смеси. Например, в этом случае необходимо оговорить максимальную температуру поверхности и отдельных частей электрооборудования, которые можно сравнить с нормами, действующими в СССР.

Рекомендуется все данные о выбранном и принятом к установке зарубежном электрооборудовании заносить в таблицу (табл. 1.11), что позволит наглядно представить, где и в каких условиях будет работать выбранное взрывозащищенное электрооборудование.

Таблица 1.11

Вид электрооборудования (тип, марка)	Фирма (завод и страна-изготовитель (поставщик))	Основные технические данные (номинальные)	Место установки (номер позиции)	Класс взрывоопасной зоны помещения или наружной установки		Категория и группа взрывоопасной смеси, по которым должно выбираться электрооборудование		Выбранная (принятая или согласованная) маркировка взрывозащиты	Национальный стандарт, по которому выполнена взрывозащита	Номер сертификата или постановления о допуске в эксплуатацию электрооборудования (номер протокола испытаний средств взрывозащиты)
				по национальному стандарту	по ПУЭ	по национальному стандарту	по ПУЭ			

Взрывозащищенное электрооборудование, поставляемое в СССР зарубежными фирмами с технологическим оборудованием или индивидуально, должно быть освидетельствовано в контрольных (испытательных) организациях (ВНИИВЭ или ВостНИИ). Если это оборудование будут использовать в условиях с известной взрывоопасной средой, освидетельствование можно не проводить, ограничившись заключением головной проектной организации, ответственной за оснащение электрооборудованием данной отрасли или производства.

Электрооборудование, изготовленное с отступлением от национальных стандартов, считается невзрывозащищенным и вопрос его установки во взрывоопасных условиях должен решаться отдельно, исходя из конкретных обстоятельств.

Освидетельствование может осуществлять фирма, изготовитель оборудования, до поставки его в СССР через внешнеторговые организации или отечественные организации, ответственные за выбор и поставку зарубежного электрооборудования.

Контрольная (испытательная) организация, получив запрос на выдачу свидетельства о взрывозащищенности (сертификата СССР), в каждом конкретном случае решает вопрос о выполнении данного задания, представив образец на испытания или ограничившись рассмотрением соответствующих документов. Получив результаты испытаний, контрольная организация оформляет свидетельство о взрывозащищенности (сертификат) в установленном порядке, что дает право на эксплуатацию данного вида электрооборудования. Последующее переосвидетельствование подобного электрооборудования проводится через 5 лет.

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖЕ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

При монтаже наземных объектов магистральных трубопроводов в технологическом процессе электромонтажного производства применяют различного рода материалы и изделия - черные и цветные металлы, стальные и пластмассовые трубы, кабели и провода, электроизоляционные и химические материалы, припой, флюсы, клеи и т. д. Данные о свойствах этих материалов, их типоразмерах приводятся в различных справочниках. Мы же ограничимся тем, что кратко приведем область их применения в конкретных условиях электромонтажа компрессорных и насосных станций магистральных трубопроводов (табл. 2.1 -2.7).

Для оконцевания и соединения кабелей на КС используют различные эпоксидные компаунды, заливочные и пропиточные составы, электроизоляционные лаки и клеи, припой. Эпоксидные компаунды изготавливают на основе эпоксидных смол с введением в них специального наполнителя - пылевидного кварца - для повышения механической прочности, снижения коэффициента линейного расширения и удешевления. Перед употреблением в компаунд вводят отвердитель для схватывания и затвердения компаунда. Заливочные и пропиточные составы изготавливают из битумов, минеральных или трансформаторного масел, канифоли и применяют для работ с кабелями с бумажной изоляцией.

Таблица 2.1

### Черные и цветные металлы и изделия из них, электроизоляционные материалы

Материалы и изделия	Область применения
Черные металлы	
Сталь угловая равнополочная, ГОСТ 8509-86	Металлоконструкции, электроконструкции, каркасы, кронштейны, стойки, монтажные узлы, троллеи, шины заземления, заземлители
Сталь угловая неравнополочная, ГОСТ 19772-74	
Швеллеры, ГОСТ 8240-72	
Полоса стальная горячекатаная, ГОСТ 103-76	
Сталь круглая, ГОСТ 2590-88	
Сталь тонколистовая, ГОСТ 19904-74	
Сталь толстолистовая, ГОСТ 19903-74	
Сталь холодногнутая угловая, ГОСТ 19771-74, ГОСТ 19772-74	
Сталь холодногнутая, швеллеры ГОСТ 8278-83	
Крепежные изделия	
Болты с шестигранной головкой, ГОСТ 7798-70	Крепление электроконструкций и электромонтажных изделий к строительным конструкциям, контактных соединений шин, подсоединения к выводам аппаратов и т. п. Соединение алюминиевых и медных шин, присоединение проводов к выводам аппаратов (оцинкованные болты, гайки и шайбы)
Гайки шестигранные, ГОСТ 5915-70	
Винты с полукруглой и потайной головкой, ГОСТ 17473-80, ГОСТ 17475-80	
Шайбы, ГОСТ 11371-78	
Шайбы специальные для болтовых соединений алюминиевых шин, ТУ 36-2256-80	
Шайбы пружинные, ГОСТ 6402-70	
Шайбы-звездочки для присоединения алюминиевых проводов к выводам аппаратов, ТУ 36-96-82	

Шурупы с полукруглой и потайной головкой, ГОСТ 1144-80 и ГОСТ 1145-80	
Цветные металлы	
Алюминий	Изготовление шин, жил проводов и кабелей контактов, пружин, зажимов
Медь	
Бронза	
Латунь	
Серебро	
Свинец	Защитные оболочки кабелей, пластины аккумуляторов, приготовление припоев
Олово	
Цинк	
Серебро	
Трубы стальные и пластмассовые	
Трубы стальные водогазопроводные, ГОСТ 3262-75	Защита кабелей и проводов от механических повреждений и воздействия окружающей среды
Трубы стальные тонкостенные электросварные, ГОСТ 10704-76	
Трубы полиэтиленовые, ТУ 6-05-1759-76	
Трубы винипластовые, ГОСТ 9639-71	
Трубки из поливинилхлоридного пластика, ГОСТ 19034-82	Скрытая прокладка изолированных проводов
Трубки полутвердые резиновые	
Металлорукав, ТУ 22-5570-83	Защита проводов на выводах в электрооборудование
Материалы	
Гетинакс электротехнический листовой, ГОСТ 2718-74	Изготовление электротехнических панелей, изоляции токоведущих частей друг от друга в электротехнических устройствах
Текстолит электротехнический листовой, ГОСТ 2910-74	
Поливинилхлорид листовой (винипласт листовой), ГОСТ 9639-71	
Картон асбестовый, ГОСТ 2850-80	
Картон электроизоляционный, ГОСТ 2824-86	Изоляция проводов и монтаж сухих кабельных заделок, монтаж сухих кабельных заделок с применением клеев, кабельных заделок с применением клеев, изоляция обмоток электрических машин и аппаратов и монтажа кабельной арматуры
Стеклотекстолит электротехнический листовой, ГОСТ 12652-74	
Лента изоляционная поливинилхлоридная, ГОСТ 16214-86	
Лента из поливинилхлоридного пластика, ГОСТ 17617-72	
Лента изоляционная хлопчатобумажная непропитанная, ГОСТ 4514-78 (киперная, тафтяная, миткалевая, батистовая)	

Лента изоляционная прорезиненная, ГОСТ 2162-78	Изоляция проводов
Лента электроизоляционная термостойкая самоклеющаяся резиновая радиационной вулканизации - ЛЭТСАР, ЛЭТСАР ЛПП, ЛЭТСАР ЛПМ, ЛЭТСАР ЛППМ, ТУ 38-103171-80	Монтаж кабельных муфт и заделок для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией
Лакоткань электроизоляционная ЛХМ, ЛХМС, ЛХММ, ЛХБ, ЛШМ, ЛШМС, ЛКМ, ЛКМС, ГОСТ 2214-78	Изоляция обмоток электрических машин, трансформаторов, аппаратов
Стеклолакоткань электроизоляционная (ЛСМ, ЛСММ, ЛСЛ, ЛСЭ, ЛСБ, ЛСП, ЛСК, ЛОКР, ЛСКЛ), ГОСТ 10156-78	Изоляция электроаппаратов, электрических машин, трансформаторов

Таблица 2.2

**Эпоксидные компаунды для монтажа кабельных муфт и заделок до 10 кВ**

Компаунд	Отвердитель	Число* массовых частей на 100 массовых частей компаунда	Отвердитель	Число* массовых частей на 100 массовых частей компаунда					
					Температура окружающей среды, °С				
					ниже 10		выше 10		
<div>* Масса дана без наполнителя. В качестве наполнителя для всех компаундов применяют молотый пылевидный кварц КП-2 или КП-3 100 массовых частей на 100 массовых частей компаунда.</div>									
К-176	Диэтилентриамин	8	ПЭПА или	8					
	ДЭТА или полиэтиленполиамин	8	УП-0633М	18					
	ПЭПА, или УП-0633М	18							
К-115	ДЭТА или ПЭПА,	10	ПЭПА или	10					
	или УП-0633М	22	УП-0633М	22					
3-2200	ДЭТА или ПЭПА	8	ДЭТА или ПЭПА	8					
фирма "Хемапол" (ЧСФР) УП5-199	УП-0636 и	22	УП-0636	25					
	УП-583	10							
УП5-199-1	УП-0633М	12							
	УП-583	10	УП-0633М	18					

Таблица 2.3

**Заливочные и пропиточные составы**

Наименование и марка	Температура при	Область применения
----------------------	-----------------	--------------------

	заливке, °С	
Маслокани- фольный МП	120-130	Прошпарка разделанных концов кабелей 3-35 кВ в процессе монтажа муфт для удаления влаги и загрязнений и пополнение пропитывающего состава в изоляции кабеля
Битумный МБ-70/60	160-170	Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ: соединительных муфт, монтируемых в земле; соединительных муфт и заделок, монтируемых в неотапливаемых помещениях с температурой не ниже -10 °С, концевых муфт наружной установки в районах с температурой не ниже -10 °С
Битумный МБ-90/75	180-190	Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ: соединительных муфт, монтируемых в земле, и концевых муфт наружной установки в районах с жарким климатом; соединительных муфт и концевых заделок, монтируемых внутри отапливаемых помещений
Маслобитумный морозостойкий МБМ	130-140	Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях с температурой до -35 °С
Маслоканифольный МК-45	130-140	Заливка соединительных, стопорных и концевых муфт внутренней установки кабелей 20 и 35 кВ
Канифольно-фурфурольный морозостойкий КФМ	120	Заливка муфт кабелей до 35 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях с температурой до -50 °С

Таблица 2.4

#### Электроизоляционные лаки

Наименование	Свойства	Растворитель	Область применения
Масляно-битумный пропиточный черный лак воздушной сушки немаслостойкий 317	Влагостойкий, высыхает при 20 °С в течение 12 ч	Уайт-спирит, толуол, бензол	Покрытие заделок и жил кабелей до 10 кВ, монтируемых в помещениях
Глифталево-масляный пропиточный светло-коричневый лак воздушной сушки (в смеси с цапон-лаком № 951) ГФ-95	При добавлении равного количества лака № 951 высыхает за 1 ч при 18 °С	Смесь уайт-спирита с сольвентом или толуолом (1:1), ксилол	Покрытие сухих заделок кабелей до 10 кВ, выполняемых с хлопчатобумажными и им подобных лентами, при подмотке изоляции жил, выходящих из стальных концевых воронок
Цапон-лак бесцветный быстрой воздушной сушки 951	Высыхает при 15-20 °С за 20 мин	Растворитель № 646	Покрытие жил в кабельных заделках до 1 кВ, применяется в смеси с лаком ГФ-95 (1:1)

Таблица 2.5

#### Клеи

Наименование и марка	Область применения
Клей КНЭ-2/60 ТУ 38-105621-80	Для приклеивания электроустановочных изделий: выключателей, подрозетников, пластин розеток, скобок, планок и т. п. деталей, используемых для крепления проводов, а также для склеивания металлических, пластмассовых (кроме



Клей эпоксидный универсальный ЭДП (ТУ 84-606-80)	полиэтилена и фторопласта), деревянных, древесностружечных деталей. Клей отверждается за 2-4 ч. Рабочая температура от -5 до +25 °С
Клей фенолополивинил-ацетатный ГОСТ 12172-74	Для склеивания металлов, древесины, керамики, фарфора, стекла и заделки трещин и раковин. Клей отверждается за 24 часа. Рабочая температура $\pm 35$ °С
Клей 88 НП (ТУ 38-105540-73)	Для склеивания холодным способом резин к металлам, стеклу и другим поверхностям. Клей отверждается за 24 ч. Рабочая температура $\pm 35$ °С

Таблица 2.6

### Припой для пайки и лужения меди и алюминия

Марка	Температура плавления, °С	Область применения
ПОС 61, ГОСТ 21930-76	190	Пайка медных обмоток электродвигателей, электро- и радиоаппаратуры
ПОС 40, ГОСТ 21930-76	238	Лужение и пайка электроаппаратуры
ПОС 30, ГОСТ 21930-76	255	Пайка медных наконечников, отводов трансформаторов и электроаппаратуры, работающей при повышенной температуре
ПМЦ 54, ГОСТ 23137-78	880	Пайка меди, бронзы, томпака (латуни), стали
ПСр 2,5, ГОСТ 19738-74	306	Пайка и лужение меди и ее сплавов
ЦО-12, ЦО-15	500-600	Пайка алюминиевых жил
ВТУ Цветметобработки 1989-56		
А, ТУ 48-21-71-72	400-450	Лужение и пайка алюминиевых оболочек и жил

Таблица 2.7

### Флюсы для пайки меди и ее сплавов и сварки алюминия

Наименование, марка	Температура размягчения, °С	Применение
Паяльный жир	70	Пайка и лужение при оконцевании жил проводов и кабелей
Канифоль сосновая	54-73	
А или В ВАМИ, ТУ 48-4-347-75	600-630	То же
АФ-4А, ТУ 48-4-347-75		

## КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Кабели и провода предназначены для передачи и распределения электрической энергии, а также для соединения различных элементов электроустановок в определенную схему.

Основными элементами кабелей (рис. 2.1) являются токопроводящие жилы, изоляция и герметичная оболочка с защитными покровами или без них. Токопроводящие жилы кабеля, изготавливаемые из меди или алюминия, могут быть однопроволочными или многопроволочными. Многопроволочные жилы скручивают из отдельных проволок. По форме жилы могут быть круглыми или фасонными - секторными и сегментными. Площадь сечения однопроволочных жил не более  $240 \text{ мм}^2$  для алюминия и  $50 \text{ мм}^2$  для меди. Площадь сечения многопроволочных фасонных жил не более  $240 \text{ мм}^2$  для алюминия и  $300 \text{ мм}^2$  для меди. Площадь сечения круглых многопроволочных жил до  $1000 \text{ мм}^2$ . Число жил в силовом кабеле может быть от одной до четырех.

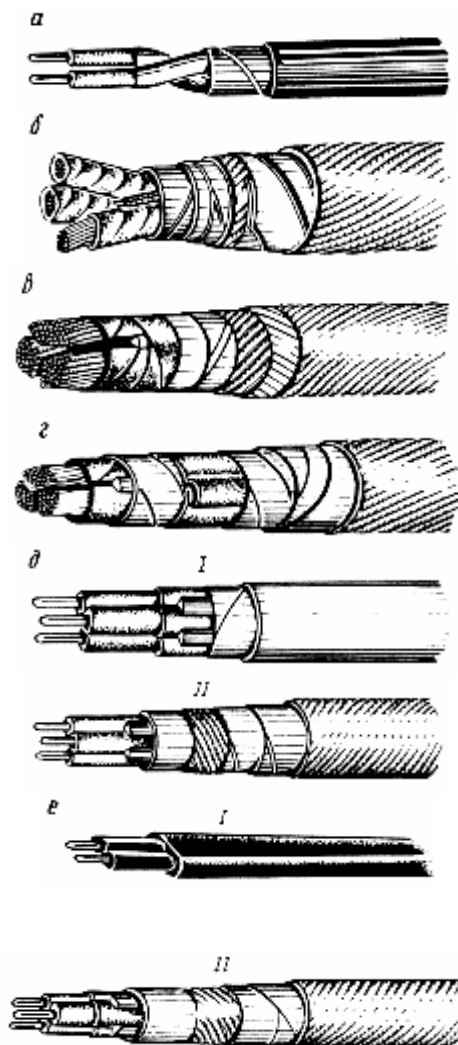


Рис. 2.1. Конструкции проводов и кабелей

- а - провод марки ТПРФ; б, в, г, д - силовые кабели с ленточной броней и наружными покровами из пропитанной кабельной пряжи марки СБ, с плоской проволочной броней марки СП, в алюминиевой оболочке, с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке (I - небронированный марки СРГ; II - бронированный с наружным покровом марки СРБ); е - с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке (I - небронированный марки ВРГ; II - бронированный с наружным покровом марки ВРБ) соответственно

Для изоляции токопроводящих жил применяют пропитанную кабельную бумагу, пластмассу (полиэтилен или поливинилхлорид) и резину. Изоляция обеспечивает электрическую прочность жил и кабеля в целом и разделяется на фазную и поясную. Фазную изоляцию наносят на каждую фазу (жилу), поясную - на все жилы кабеля поверх фазной. Герметическая оболочка служит для защиты изоляции от влаги, воздуха, химических веществ. Для кабелей с бумажной изоляцией оболочки делают из свинца и алюминия, для кабелей с пластмассовой изоляцией - из поливинилхлорида и полиэтилена, для кабелей с резиновой изоляцией - из свинца, поливинилхлорида или маслостойкой резины. Поверх оболочки накладывают защитный покров, предназначенный для защиты кабелей от механических повреждений и коррозии. Защитный покров состоит из подушки, брони и наружного покрова. Подушка выполняется из битумного состава, крепированной бумаги, пропитанной кабельной пряжи и пластмассовых лент. Поверх подушки накладывают броню из стальных лент или стальных оцинкованных плоских или круглых проволок. Броня защищается от коррозии наружным покровом, который состоит из слоя битумного

состава, пропитанной кабельной пряжи, второго битумного слоя и мелового покрытия, предохраняющего витки кабеля от слипания при его намотке на барабан.

Кабели маркируют по материалу жил, изоляции, оболочки и типу защитного покрова. Первой в маркировке стоит буква, обозначающая материал жилы: А - это алюминиевая жила. Для медной жилы буквенный символ не используется. Кабели с нормальной бумажной изоляцией в своей маркировке не имеют символа. Для кабелей с резиновой изоляцией в маркировке после буквы, обозначающей материал жилы, ставится буква Р, для кабелей с пластмассовой изоляцией - В (поливинилхлорид) или П (полиэтилен). Затем идет обозначение оболочки: С - свинцовая, А - алюминиевая, В - поливинилхлоридная, П - полиэтиленовая. Материал подушки обозначается малыми буквами: л - дополнительная обмотка из двух пластмассовых лент, п - использование поверх лент слоя полиэтилена, в - использование поверх лент слоя ПВХ - пластика. Броня из стальных лент обозначается буквой Б, из стальных оцинкованных плоских проволок - П, из стальных оцинкованных круглых проволок - К. И, наконец, наружный покров обозначается следующим образом: битумный состав с кабельной пряжей - не имеет обозначения, негорючий состав - Н, защитный шланг из полиэтилена Шп, защитный шланг из поливинилхлорида - Шв, без покрова - Г. После буквенных символов в маркировке кабеля идут цифровые символы, обозначающие число и площадь (в мм<sup>2</sup>) сечения жил и номинальное напряжение (в кВ).

Например, АВВБГ=3х120+1х50-1 означает: кабель с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, оболочкой из поливинилхлоридного пластика, защитной броней из стальных лент, без наружного покрова, с тремя жилами площадью сечения по 120 мм<sup>2</sup> и нулевой жилой площадью сечения 50 мм<sup>2</sup> на напряжение до 1 кВ.

Кроме силовых кабелей, назначение которых - передача электроэнергии, существуют еще и контрольные кабели, предназначенные для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и сборкам зажимов в цепях управления, сигнализации и автоматизации. Устройство их аналогично силовым, а в маркировке после материала жил ставится буква К.

Провода в отличие от кабелей разделяют на изолированные и неизолированные, защищенные (трубчатые) и незащищенные. Изолированные провода изготовляют с алюминиевыми и медными жилами в резиновой или пластмассовой изоляции. Изолированные провода предназначены для использования в силовых и осветительных сетях. Неизолированные (голые) алюминиевые и медные провода применяют для воздушных линий электропередачи и токопроводов.

Для различных условий прокладки, как правило, применяют и различные марки кабелей в соответствии с их конструкцией (табл. 2.8, 2.9).

Таблица 2.8

**Силовые кабели, рекомендуемые для прокладки в земле (траншеях)**

Среда	Кабели с бумажной изоляцией		Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией, не подвергающиеся в процессе эксплуатации растягивающим усилиям
	не подвергающиеся растягивающим усилиям при эксплуатации	подвергающиеся значительным усилиям на растяжение при эксплуатации	
Земля с низкой коррозионной активностью без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, АСБ	ААПл, АСПл	АВВГ, АПсВГ
То же, при наличии блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л, АСБ	ААП2л, АСПл	АПвВГ, АПВГ, АВВБ
Земля со средней коррозионной активностью без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, ААБ2л, АСБ, АСБл	ААПл, АСПл	АПВБ, АПсВБ, АППБ, АПвПБ, АПббШв
То же, при наличии блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л, ААБв, АСБл, АСБ2л	ААП2п, АСПл	АПвббШв, АВббШв, АВббШп, АПсббШв
Земля с высокой коррозионной активностью без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л, ААБ2лШв, ААБ2лШп, ААБв, АСБл, АСБ2л	ААП2Шв, АСП2л	АПАШв, АВАШв, АПсАШв
То же, при наличии	ААШп, ААБв, АСБ2л,	ААП2лШв, АСП2л	АВРБ, АНРБ, АВАБл,

блуждающих токов	АСБ2лШв		АПАБл
------------------	---------	--	-------

Таблица 2.9

**Силовые кабели, рекомендуемые для прокладки на воздухе**

Место прокладки и условия среды	Кабели с бумажной изоляцией в металлической оболочке	
	при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации
Туннели, каналы, кабельные полуэтажи, коллекторы, шахты, производственные и другие помещения:		
сухие	ААГ, ААШв	ААБлГ
сырые, частично затапливаемые при наличии среды со слабой коррозионной активностью	ААШв	ААБлГ
сырые, частично сырые, частично затапливаемые при наличии среды со средней активностью	ААШв, АСШв	ААБвГ, ААБ2лШв, ААБлГ, АСБлГ, АСБ2лГ, АСБ2лШв
Пожароопасные помещения	ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБлГ, АСБлГ
Взрывоопасные зоны насосов:		
В-I, В-Ia	СБГ, СБШв	
В-Iг, В-II	ААБлГ, АСБГ	-
В-Iб, В-IIa	ААГ, АСГ, АСШв	ААБлГ, АСБГ
Эстакады:		
технологические	-	ААБлГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБлГ
специальные кабельные блоки	ААШв, ААБлГ, ААБвГ, АСБлГ	-
Туннели, каналы, кабельные полуэтажи, коллекторы, шахты, производственные и другие помещения:		
сухие	АВВГ, АВРГ	АВВБГ, АВРБГ
сырые, частично затапливаемые при наличии среды со слабой коррозионной активностью	АНРГ, АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АПсВГ	АВБолШв, АПвВБГ, АПАШв, АВАШв, АПвБбШв, АПвсБбШв АПсВБГ, АПвсБГ,
сырые, частично затапливаемые при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью		АПВБГ, АНРБГ
Пожароопасные помещения	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АНРГ, АСРГ, АПвсВГ	АВВБГ, АВВБбГ, АВБбШв, АПсБбШв, АПвсБГ, АВРБГ, АСРБГ
Взрывоопасные зоны насосов:		

В-I, В-а	ВВГ, ВВН, НРГ СРГ	ВБВ, ВБбШв, ВВБбГ, ВВБГ, НРБГ, СРБГ
В-г, В-II		АВБВ, АВБбШв, АВВБбГ, АВВБГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ
В-б, В-IIа	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ	
Эстакады: технологические	-	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПвсБГ, АВАШв
специальные кабельные	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ, АПвВГ, АПвсВГ, АПВГ, АПАШв, АВАШв	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АВАШв, АПсВБГ, АПвВБГ, АПВБГ
блоки	АВВГ	АПсВГ, АПвВГ, АПВГ

## ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

При выполнении электромонтажных работ, кроме упомянутых различных материалов общего назначения, значительное место занимают электромонтажные изделия, которые изготовляют на заводах. Их используют как несущие, натяжные, поддерживающие, опорные конструкции, как конструкции для соединения и разветвления различного вида электропроводок и как готовый элемент электроустановки. Широкое применение электромонтажных изделий повышает уровень индустриализации электромонтажных работ, их качество и способствует сокращению сроков производства работ.

Электромонтажные изделия можно разделить на группы, которые предназначены для выполнения того или иного определенного вида электромонтажных работ (табл. 2.10).

Таблица 2.10

### Электромонтажные изделия общего назначения

Наименование группы	Наименование изделий и их типы (марки)	Назначение
Троллейные линии (рис. 2.2)	Троллейные секции У580-У589 Троллейные кронштейны К41-К48; К33Б, К21; троллеедержатели У1246, У1247 Троллейные компенсаторы У1008-У1014	Выполнение главных троллейных линий, питающих мостовые краны, крепление на них троллейных секций  Компенсация температурных удлинений троллеев для присоединения алюминиевых шин к медным выводам
Шинные линии	Медноалюминиевые переходные пластины МА, АП, МАР  Шинодержатели ШКШ, ШП, ШР	  Крепление шин для монтажа кабельной сборной конструкции
Прокладка проводов и кабелей (рис. 2.3)	Кабельные стойки К1150-К1154  Кабельные полки К1160-К1163, полки К1170-К1173, скобы К1157	  Прокладка проводов кабелей или установка лотков и коробов для прокладки кабелей

Трубные прокладки (рис. 2.4)	Закладные подвески К340-К342 Лотки НЛ (секции прямые, угловые)	Открытая прокладка пучков проводов и кабелей
	Короба - прямые, угловые, тройниковые, крестовые с деталями крепления У1079-У1116	
	Гибкие вводы К1080-К1088	Ввод в оболочки электрооборудования, соединение стальных труб, не имеющих резьбы, между собой и с металлорукавами
	Муфты ТР, вводные патрубки У476-У479  Заземляющие гайки К480-К486  Втулки, заглушки	
Крепление проводов, кабелей, труб (рис. 2.5)	Скобы К142-К148, К252-К254, К729-К740; хомутики С437-С442; накладки НТ, полоски, пряжки, ленты	Крепление труб и кабелей к конструкциям, бандажирование пучков проводов
Коробки, ящики (рис. 2.6 и рис. 2.7)	Ответвительные коробки У197, У198; У191-У195; У245-У246; У230-У231; У614-У615; У994-У996. Ящики К654-К659	Протяжка, соединение и ответвление проводов кабелей при открытой и скрытой проводке
Гнутые профили и полосы (рис. 2.8)	Полоса перфорированная К106, К200, К202; швеллеры К225, К240, К347, К235, С-образные профили К101, К108, К110; зетовые профили К238, К239; уголок К236	Изготовление различных конструкций
Стойки (рис. 2.9)	Стойки К305, К310	Установка кнопок и постов управления технологическим оборудованием
Изделия для крепления светильников и осветительных сетей (рис. 2.10)	Кронштейны У116, К290-К292; К986; трубчатые подвесы К980-К983	Крепление светильников
Тросовые проводки (рис.2.11)	Натяжные муфты К798, К804, К805	Натяжение стальных канатов или проволоки
	Анкеры К675, К809	Концевое крепление стальных канатов или проволоки
	Зажимы К296	Соединение проволочных подвесов, растяжек, оттяжек с несущим тросом
Изделия для разделки соединения, оконцевания и маркировки проводов и кабелей (рис. 2.12)	Медные и алюминиевые наконечники, закрепляемые опрессовкой и пайкой, медноалюминиевые наконечники, штифтовые кабельные наконечники	Оконцевание медных и алюминиевых проводов и жил кабеля
	Маркировочные бирки и оконцеватели У134, У153, У135, У136, А671, У541, колпачки К440, К441, К442	Маркировка кабелей и проводов, изоляция места соединения проводов
	Концевые заделки внутренней установки из самослипающейся ленты ЛЭТСАР типа КВсл	Оконцевание кабелей с бумажной изоляцией на напряжение 1,6 и 10 кВ
Концевые заделки и соединительные муфты	Концевые резиновые муфты типа КВР <sub>3</sub>	То же, на напряжение 1 и 6 кВ
	Концевые эпоксидные муфты типа	Оконцевание трехжильных кабелей

КВЭ внутренней установки	с бумажной изоляцией на напряжение до 10 кВ
Концевые эпоксидные муфты типа КНЭ наружной установки	Оконцевание трех- и четырехжильных кабелей на напряжение 1 и 10 кВ
Соединительные муфты СЭ, СЭн	Соединение силовых кабелей с бумажной изоляцией 6 и 10 кВ

Таблица 2.11

### Электромонтажные изделия для взрывоопасных зон

Тип (марка) изделия	Назначение
Пластмассовая коробка У409 (рис. 2.13)	Ответвления и соединения небронированных кабелей диаметром до 16 мм круглой формы при открытых кабельных проводках с напряжением до 660 В во взрывоопасных зонах класса В-Ia, В-Iб, В-Iг со степенью защиты IP65 по ГОСТ 14254-80. Число сальников - 4. Климатическое исполнение У и Т, категория размещения 1-5 по ГОСТ 15150-69
Коробки с наборными зажимами У614 и У615	Соединения и разветвления кабелей с медными и алюминиевыми жилами диаметром до 32 мм на номинальный ток до 16 А и напряжение до 660 В, прокладываемых открыто со степенью защиты IP54. Климатическое исполнение У2, категория размещения 2. Число соединительных зажимов 10 и 20 соответственно и сальников от 1 до 3
Коробки чугунные взрывозащищенные серии В (рис. 2.14)	Соединения, ответвления и протягивание проводов электропроводок в стальных водогазопроводных трубах по ГОСТ 3262-75 во взрывоопасных зонах всех классов групп Т1-Т5, а также для выполнения разделительных уплотнений с локальным их испытанием во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia. Климатическое исполнение коробок У и Т, категория размещения 1-5, степень защиты IP65. Маркировка по взрывозащите В4Т5-В и ПИВРЭ
Коробка взрывозащищенная пластмассовая КВП-25 (ВП) (рис. 2.15)	Ответвления и соединения бронированных кабелей диаметром до 25 мм, на напряжение до 660 В, прокладываемых открыто во взрывоопасных зонах всех классов групп Т1-Т6. Климатическое исполнение коробок У, категория размещения 1-5 со степенью защиты IP65, маркировка по взрывозащите 1ExdIICT6 по ГОСТ 12.2.020-76
Коробки серии КП взрывозащищенные	Соединения и ответвления кабелей с медными и алюминиевыми жилами в сетях с напряжением до 660 В, прокладываемых открыто во взрывоопасных зонах В-Ia, В-Iб, В-Iг групп Т1-Т5. Климатическое исполнение коробок У и ХЛ, категория размещения 2 или 1 соответственно, степень защиты IP65. Маркировка по взрывозащите Н4Т5-Н по ПИВРЭ

Существует особая группа электромонтажных изделий, которые применяют в условиях окружающей среды, отличной от нормальной. Для нас наибольший интерес представляют электромонтажные изделия, применяемые в условиях взрывоопасных зон. Во взрывоопасных зонах электромонтажные изделия - разветвительные, распаечные коробки - должны иметь определенный уровень взрывозащиты, соответствующий категории и группе взрывоопасной смеси, которая может образоваться во взрывоопасной зоне, где эти электромонтажные изделия устанавливают.

Основные типы электромонтажных изделий для взрывоопасных зон и их назначение приведены в табл.2.11.

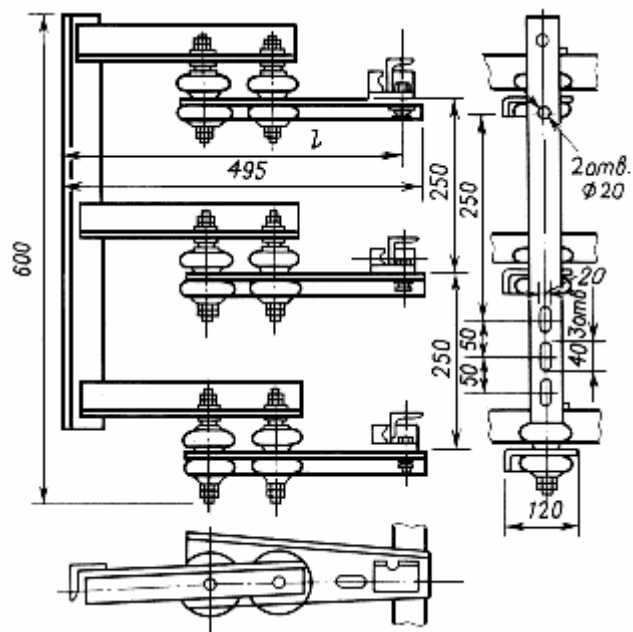
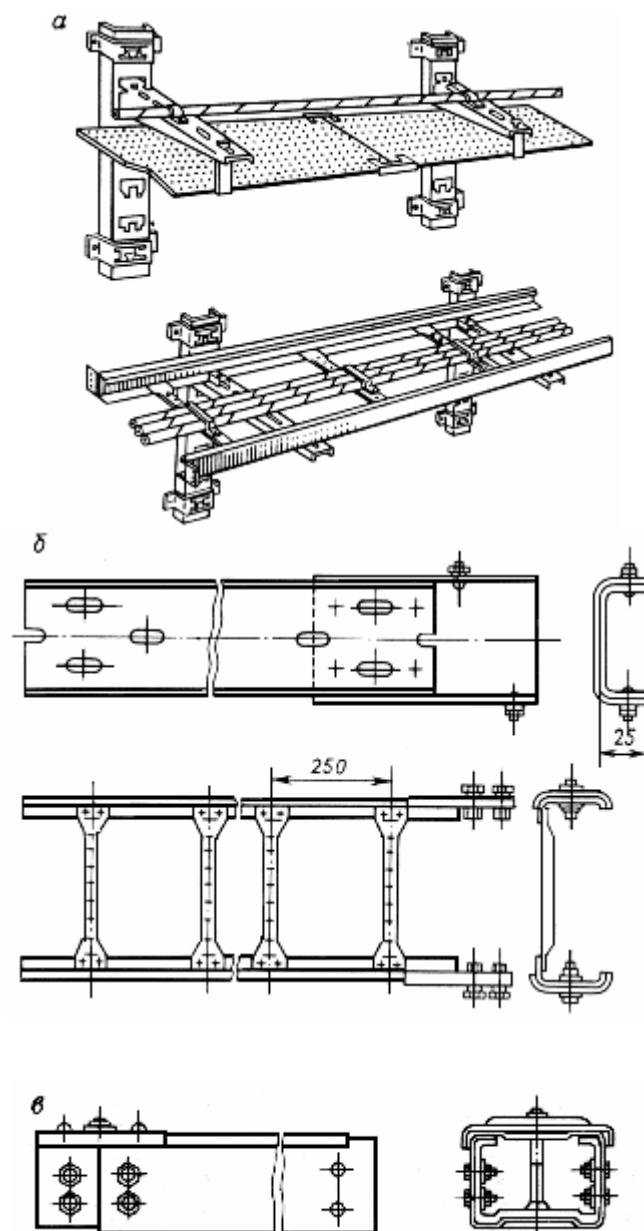


Рис. 2.2. Кронштейн троллейный К41-К48





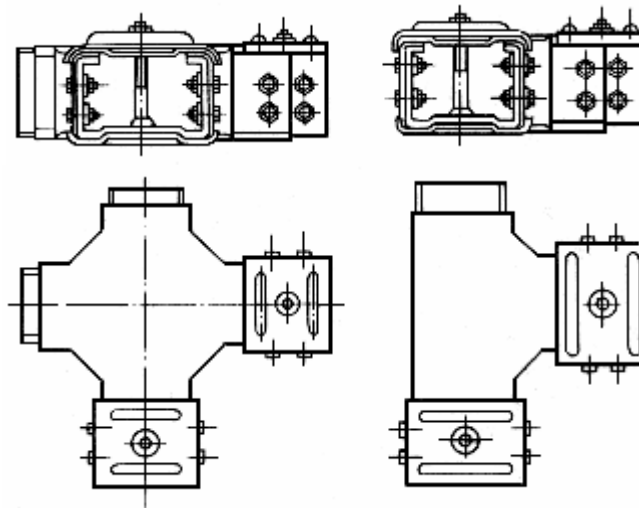


Рис. 2.3. Изделия для прокладки проводов и кабелей:

а - кабельная сборная конструкция; б - кабельные стойки; в - короба разные

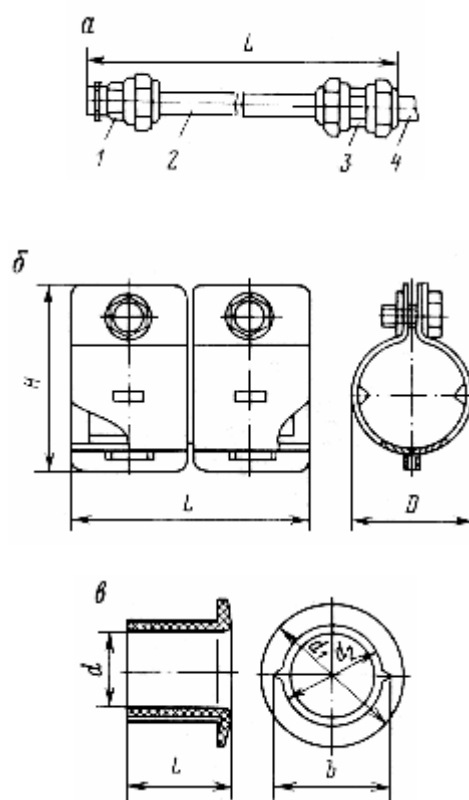
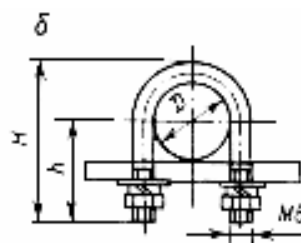
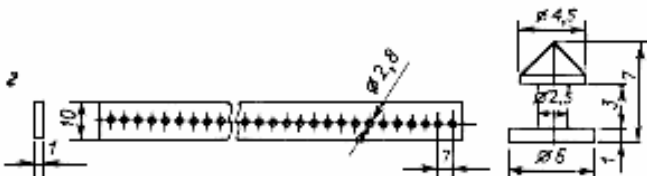


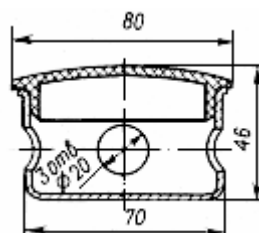
Рис. 2.4. Изделия для прокладки труб:

а - гибкий ввод; б - муфты ТР; в - втулки; 1 - гайка, гибкий ввод; 2 - труба; 3 - гайка; 4 - кабель





а - скобы двух- и однолапковые; б - хомутики; в - накладки; г - лента с кнопкой



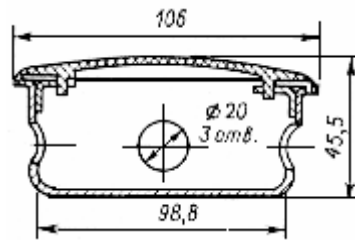


Рис. 2.6. Коробки У-197 для соединения и ответвления проводов

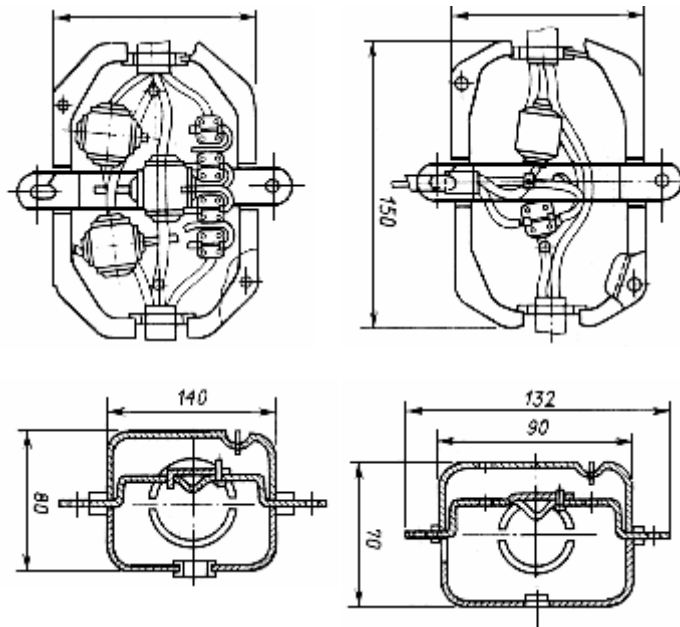


Рис. 2.7. Ящики К654-К659 для соединения и ответвления проводов

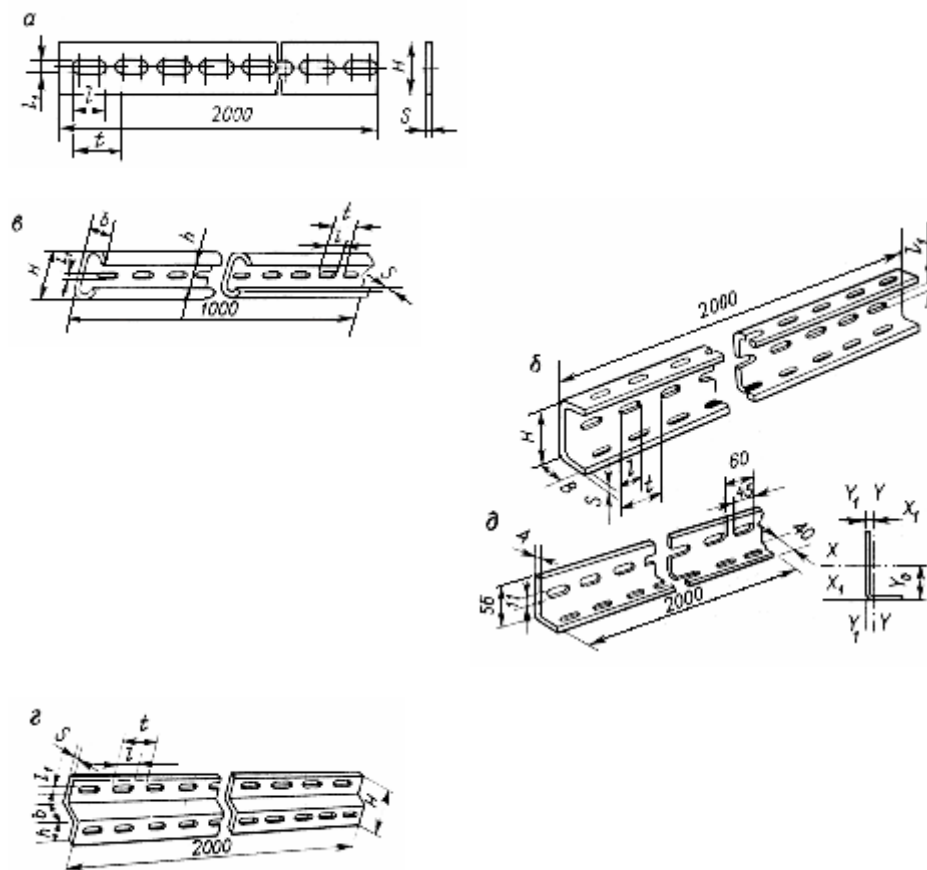


Рис. 2.8. Электромонтажные профили:

а - полоса; б - швеллер; в - С-образные; г - образные; д - угловые

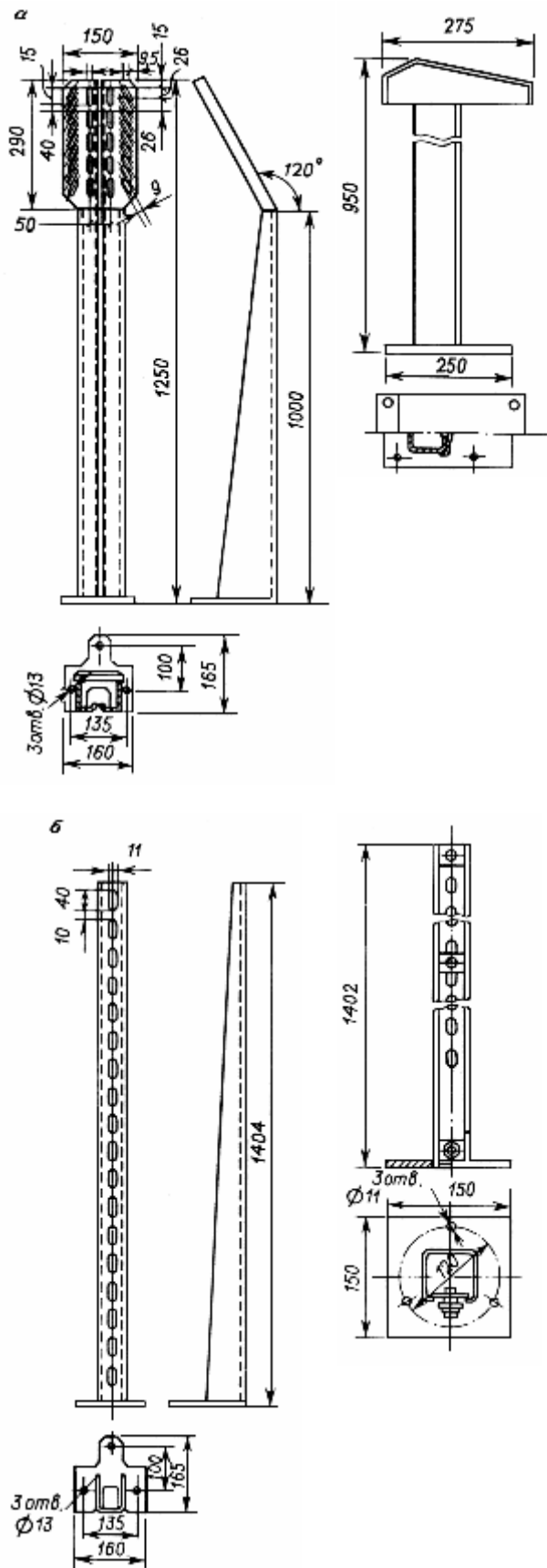


Рис. 2.9. Стойки К305 (а) и К310 (б)

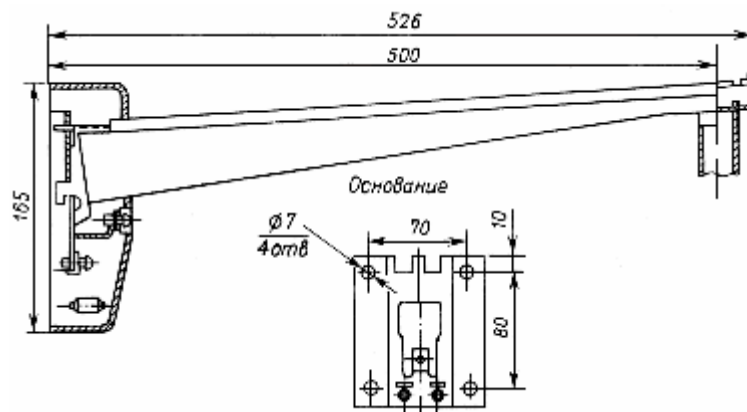


Рис. 2.10. Кронштейн У116

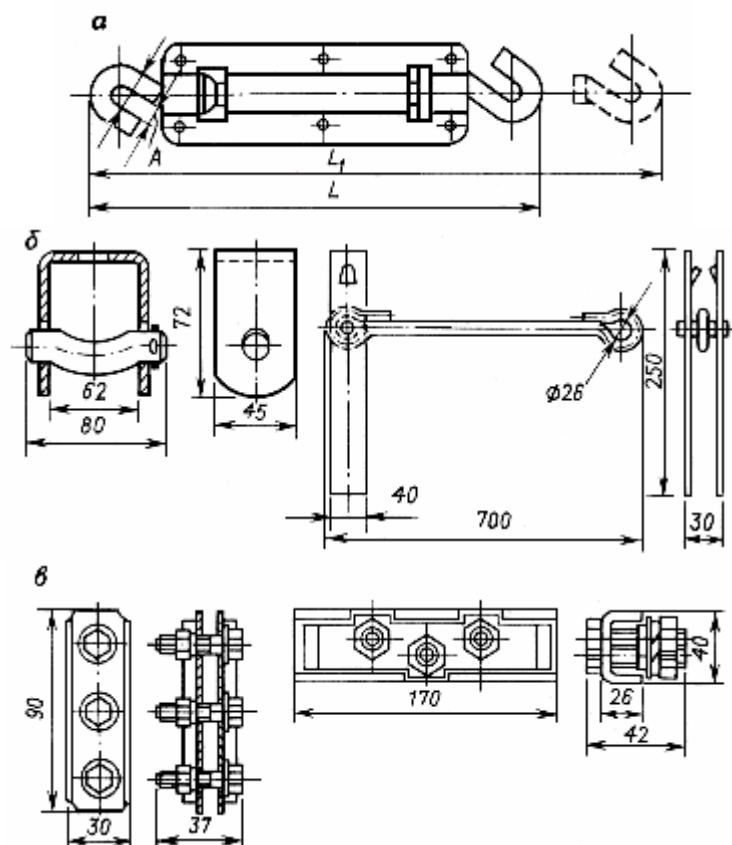
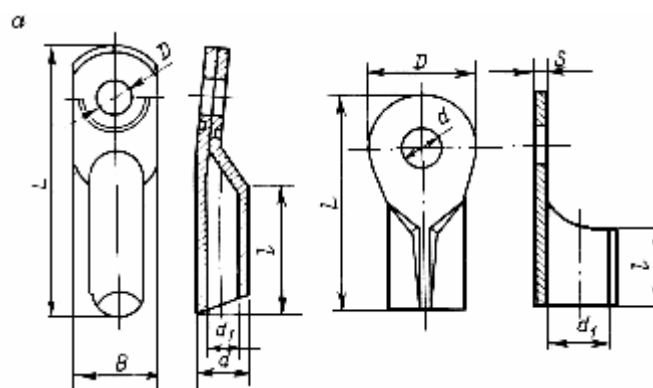


Рис. 2.11. Изделия для тросовых проводок:

а - натяжные муфты; б - анкеры; в - зажимы



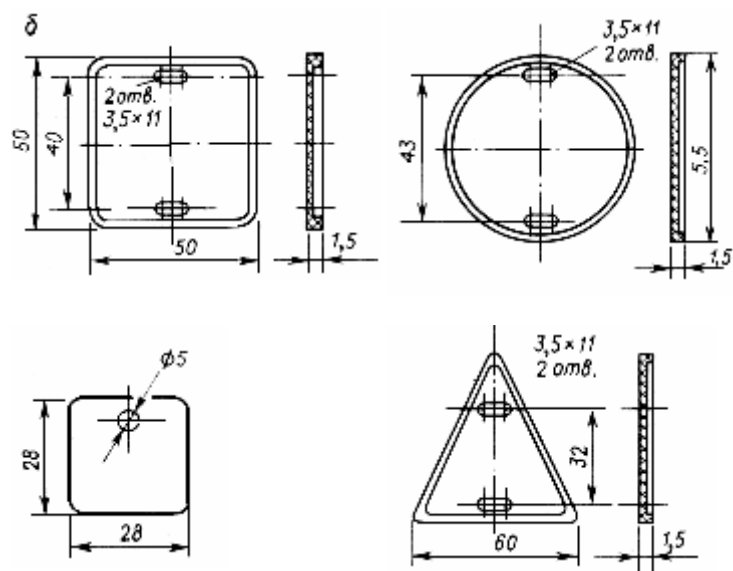
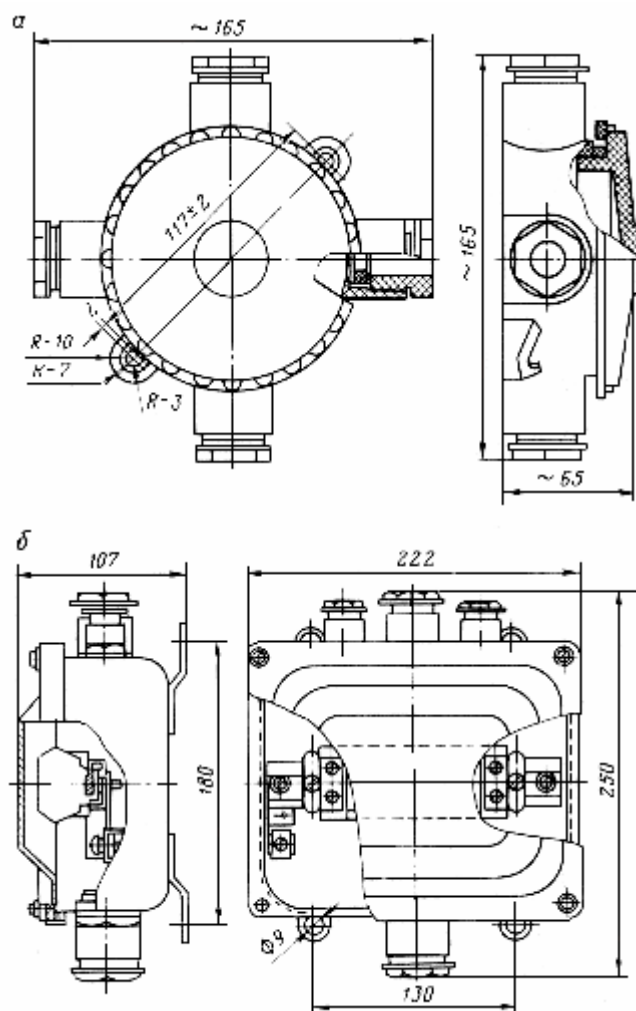


Рис. 2.12. Изделия для оконцевания и маркировки кабелей:  
а - наконечники кабельные; б - бирки маркировочные разные



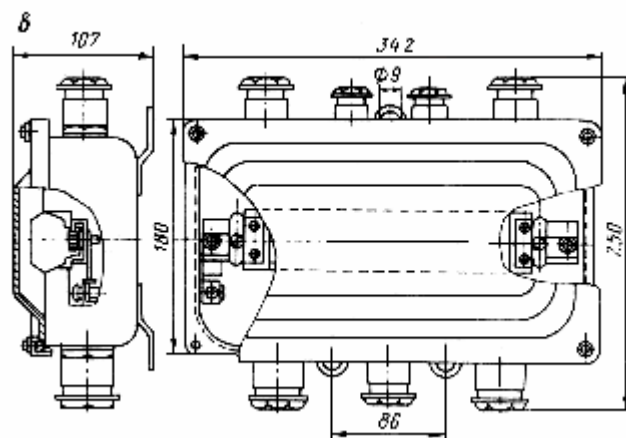


Рис. 2.13. Коробки:

а - ответвительная У-409; б, в - с наборными зажимами У614 и У615 соответственно

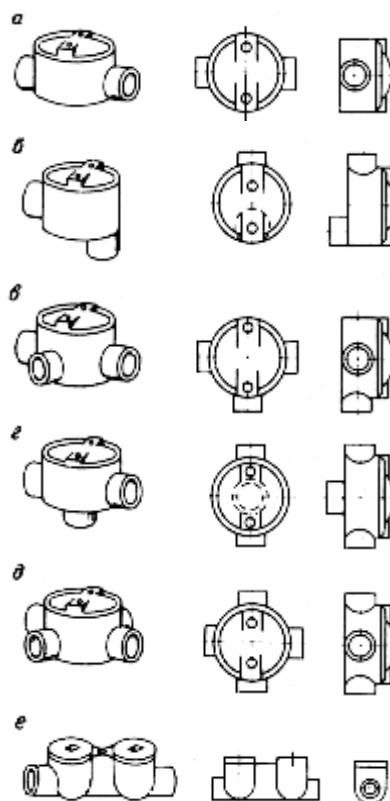
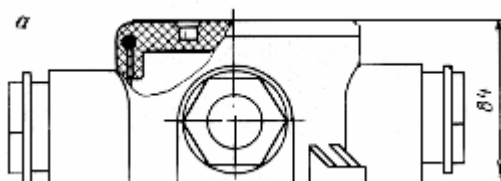


Рис. 2.14. Коробки чугунные взрывозащищенные серии В:

а - проходная прямая (КПП); б - проходная через дно (КПД); в - тройниковая ответвительная (КТО); г - тройниковая с ответвлением в дно (КТД); д - крестовая ответвительная (ККО); е - проходная разделительная для локальных испытаний (КПл)



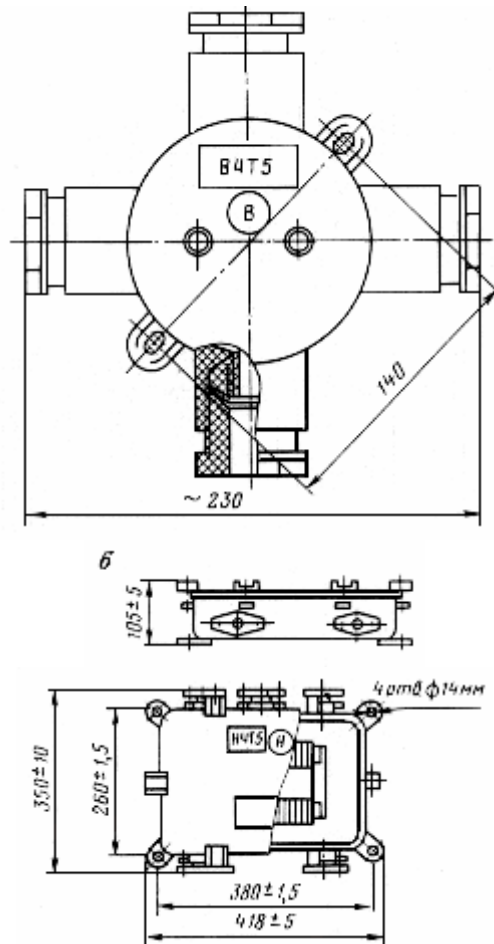


Рис. 2.15. Коробки взрывозащищенные: а - пластмассовая КВП-25 (ВП); б -серии КП

### ГЛАВА 3

#### КАБЕЛЬНЫЕ ПРОКЛАДКИ

##### ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Работы по кабельным прокладкам являются частью комплекса электромонтажных работ и, как правило, выполняются той организацией (трест, управление), которая производит основные электромонтажные работы и несет за них ответственность.

Сооружение кабельных прокладок осуществляется электромонтажной организацией по технической документации, в состав которых входят:

план кабельных трасс с указанием типа кабельной канализации, способа защиты кабелей от механических повреждений;

продольный профиль участков кабельной трассы;

кабельный журнал;

чертежи прокладки кабелей в кабельных сооружениях, включая установку кабельных конструкций;

спецификации на электрооборудование, кабельные изделия и материалы;

сметы к проекту.

Проектная документация должна содержать при этом такие технические решения, которые соответствовали бы современному уровню индустриализации электромонтажных работ с применением передовой технологии и предусматривать:



использование типовых кабельных конструкций, изделий и деталей заводского производства по всем видам канализации электрической энергии;

строительные задания на каналы, ниши, борозды, отверстия для электрических коммуникаций и на закладные детали.

Следует также учитывать, что при разработке рабочих чертежей и заданий для монтажно-заготовительных участков (МЗУ) на изготовление конструкций деталей и узлов необходимо использовать типовые чертежи ВНИПИ Тяжпромэлектропроекта. Они представляют собой образцы для выполнения электромонтажных работ, а использование их ведет к типизации проектных решений и единой технологической политике в строительстве.

В проектной документации на производство электромонтажных работ при прокладке кабельных линий во взрывоопасных зонах должны быть общие указания на производство этих работ, применительно к общепромышленным электроустановкам и, кроме того, приведены:

классы взрывоопасных зон;

категории и группы взрывоопасных смесей, которые могут образоваться во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, а также по возможности наименования взрывоопасных газов или паров ЛВЖ;

вертикальные отметки и горизонтальные привязки прокладки кабельных линий и электротехнических трубопроводов к осям или элементам зданий, а также выводов к фундаментам электрических машин, пусковой аппаратуры, а при прокладке трубопроводов в полу с обязательным согласованием их с организациями, занимающимися прокладкой смежных коммуникаций, например, технологических трубопроводов, КИП, вентиляции, автоматики и т. п.;

места установки разделительных уплотнений и их типы;

границы наружной территории взрывоопасных зон, окрасочных отделений и других помещений;

места установки водосборников;

защита от перегрузок и коротких замыканий в сетях напряжением до 1000 В во взрывоопасных зонах В-I, В-Ia.

В зонах классов В-Iб и В-Iг защита проводов и кабелей от перегрузок и выбор их сечения осуществляется для условий невзрывоопасных установок;

данные о том, что кабели, прокладываемые во взрывоопасных зонах любого класса открыто (на конструкциях, стенах, в каналах, туннелях и т. п.), не должны иметь наружных покровов и покрытий из горючих материалов (джут, битум, хлопчатобумажная оплетка и т. п.);

указания о прокладке кабелей в зонах классов В-I и В-Ia с тяжелыми или сжиженными горючими газами, при этом следует избегать устройства кабельных каналов, а при необходимости их устройства они должны быть засыпаны песком;

допустимые способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах (табл. 3.1).

Таблица 3.1

**Допустимые способы прокладок проводов и кабелей во взрывоопасных зонах**

Кабели	Способ прокладки	Электрические сети напряжением, В		
		>1000	<1000 - силовые и вторичные	<380 - освети- тельные
Брониро- ванные	Открыто:  по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах  Скрыто: в земле (траншеях), в блоках	В зонах любого класса		
Небронированные кабели в резиновой, поливинил-	Открыто: при отсутствии механических и химических воздействий: по стенам и строительным конструкциям на	В-Iб  В-Iг	В-Iб  В-Iг	В-Ia, В-Iб  В-Iг

хлоридной и метал- лических оболочках	скобах и кабельных конструкциях; в лотках; на тросах			
	Открыто: в коробах	B-Іб,	B-Іа,	B-Іа,
		B-Іг	B-Іб,	B-Іб,
			B-Іг	B-Іг
	Открыто и скрыто:	В зонах любого класса		
	в стальных водогазопроводных трубах			
Изолированные провода	То же		То же	
Примечание. Искробезопасные цепи во взрывоопасных зонах любого класса допускают способы прокладки проводов и кабелей, перечисленные в табл. 3.1.				

Кроме того, в проектной документации приводятся рекомендации по выполнению: вводов кабелей и проводов во вводные устройства электрооборудования, проходов кабелей или трубопроводов сквозь стены, перекрытия, а также переходов через температурные и осадочные швы.

Технические вопросы подготовки и организации монтажа кабельных и электромонтажных работ разрабатывают и представляют в проектах производства работ (ППР).

В проект производства работ на объекты, в состав которых входят производства, содержащие взрывоопасные зоны, кроме общих требований по выполнению электромонтажных работ должны быть включены:

в общую часть:

краткая характеристика взрывоопасных технологических установок;

взрывоопасные зоны согласно их квалификации и их границы (на планах кабельных трасс и объекте в целом);

специальные технологические покрытия электроконструкций, кабелей и электротехнических труб в зонах с химически активной средой;

в раздел по технологии и производству электромонтажных работ:

технологическая последовательность производства работ по зонам;

спецификации (ведомости) закладных деталей для закрепления кабельных конструкций и других элементов электрических сетей;

спецификации (перечни) на специальный инструмент и приспособления для производства электромонтажных и кабельных работ;

узлы трубных разводов, подлежащих испытанию, и схемы испытаний;

приспособления для испытаний разделительных уплотнений и источник сжатого воздуха;

в перечень работ, выполняемых на монтажно-заготовительном участке (МЗУ) или мастерских:

спецификации (ведомости) на элементы, детали и узлы электрических сетей с учетом двухстадийного монтажа;

в раздел по технике безопасности:

специальный инструктаж;

связь с газоспасательной станцией и контроль загазованности при работе в условиях действующих взрывоопасных установок;

в перечень сдаточно-технической документации:

протоколы заводских испытаний на кабельную продукцию;

заводские инструкции по монтажу кабельной продукции и электрооборудования;

протоколы испытаний разделительных уплотнений трубных разводов и др.

## ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Подготовка производства работ по кабельным линиям состоит из трех основных этапов: технического, организационного и материально-технического обеспечения - заготовительных работ.

Первый этап включает приемку, проверку и изучение проектно-сметной документации по монтажу кабельной линии, разработку проекта производства работ (ППР) и контроль за его реализацией.

Проверка и изучение проектно-сметной документации основывается на требованиях, которые к ней предъявляются, исходя из монтажа кабельных линий во взрывоопасных зонах.

Организационный этап - контроль за строительством помещений и кабельных сооружений, установкой в них закладных деталей для крепления кабельных конструкций, образованием проемов для монтажа блоков кабельных конструкций и т. п.

Этап материально-технического обеспечения - обеспечение и комплектация монтажа кабельной линии материалами, изделиями, монтажными заготовками и оснащение электромонтажных работ механизмами, инструментом и приспособлениями, а также организация доставки их в монтажную зону.

Выполнение монтажных кабельных работ в две стадии относится к современным методам, основанным на требованиях индустриализации (табл. 3.2).

Таблица 3.2

### Монтажные кабельные работы, выполняемые в две стадии

Место работы	Содержание работы
	Первая стадия
На объекте монтажа (при производстве основных работ)	Установка закладных деталей или крепление их строительно-монтажным пистолетом, подготовка трасс проводок, монтаж углубленных заземлителей и прокладка заземляющих проводников в зданиях и вне зданий
Вне зоны монтажа (в мастерских МЗУ)	Изготовление укрупненных монтажных узлов и блоков, нетиповых монтажных изделий, заготовка закладных частей, труб, шин, деталей заземления, токопроводов, узлов электропроводок и т. п.
	Вторая стадия
На объекте монтажа (по окончании строительно-отделочных работ)	Собственно монтажные, установочные работы, прокладка проводов и кабельных линий и присоединение проводов и кабелей к электрооборудованию

На первой стадии выполняются подготовительные и заготовительные работы. Подготовительные работы выполняют параллельно с общестроительными работами после их определенной готовности. Установку закладных деталей для крепления блоков кабельных конструкций и устройство проходов для кабелей осуществляют при кладке стен, сборке перекрытий и изготовлении черновых полов. Кабельные конструкции монтируют после окончания штукатурных работ, предусмотренных проектом, а кабельные конструкции в производственных помещениях устанавливают после прокладки технологических трубопроводов и сантехнических устройств.

В процессе строительства кабельных сооружений сверяют строительные чертежи с электротехническими чертежами, проверяют наличие и правильность установки закладных деталей, рассматривают возможность транспортировки кабельных конструкций, барабанов с кабелем, а также определяют места их установки и условия проезда вдоль кабельной трассы кабелераскаточных машин и механизмов.

В подготовительный период большую роль играет монтажно-заготовительный участок (МЗУ).

В мастерских выполняют в среднем до 15-20 % всего объема электромонтажных работ: сборку укрепленных монтажных узлов и блоков, заготовку трубных трасс и шин, сетей комплектных линий и заземляющих устройств, а также изготовление нестандартных изделий и конструкций.

В мастерских применяют механизмы и различные приспособления, а иногда выполняют работу на механизированных поточных технологических линиях. При этом для облегчения транспортировки обрабатываемых деталей и узлов механизмы на линиях связаны между собой устройствами - роликами, рольгангами, передвижными тележками.

Номенклатура изготовления монтажных заготовок в МЗУ весьма разнообразна и предназначена для всех видов электромонтажных работ.

## ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

Погрузочно-разгрузочными работами, или такелажными, называют такие работы, которые связаны с подъемом и перемещением грузов. При монтаже такелажные работы выполняют с помощью различных грузоподъемных устройств и механизмов, приспособлений и машин. В проекте производства работ расчетом должен быть определен состав такелажного оборудования, приспособлений грузоподъемных и транспортных средств.

Технология производства такелажных работ обуславливается наличием технических средств для выполнения этих работ. Правильно организованная транспортировка кабелей гарантирует их сохранность, а следовательно, долговечность эксплуатации кабельных линий.

Для транспортировки барабанов с кабелем применяют кабельные транспортеры, автопогрузчики, специальные тележки, самопогружающие автомобили и грузовые бортовые автомобили.

Кабельные транспортеры используют для перевозки барабанов с кабелем в монтажной зоне.

Кабельный транспортер ТКБ-5 (рис. 3.1) грузоподъемностью 50 т предназначен для транспортировки барабанов диаметром до 2 м, а также для размотки и укладки кабелей в каналы и траншеи. Транспортер состоит из платформы и тележки. На платформе имеются две стойки с приспособлениями для погрузки и закрепления кабельного барабана, два откидных трапа для накатки барабана при погрузке и разгрузке, ручной тормоз и консоль для направления кабеля при размотке.

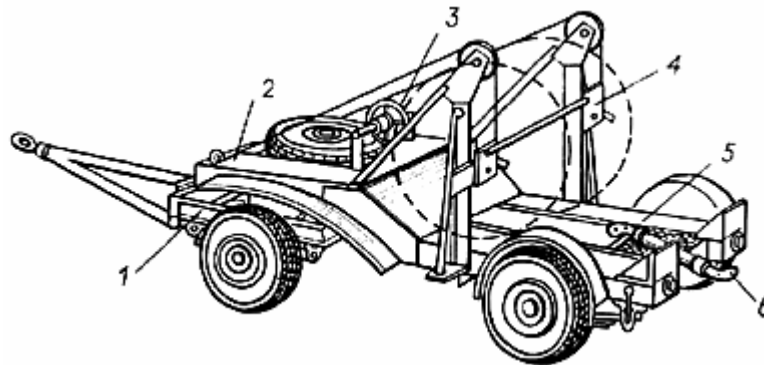


Рис. 3.1. Кабельный транспортер ТКБ-5:

- 1 - передняя тележка; 2 - лебедка; 3 - тормоз барабана; 4 - каретка; 5 - платформа;  
6 - консоль для направления кабеля

При погрузке барабан перекачивают по откидным трапам на платформу, затем поднимают на стойки и закрепляют.

Кабельный транспортер ТКБ-6 предназначен для кабельных барабанов диаметром 2,45 м грузоподъемностью до 60 т и применяется для размотки и укладки кабелей в каналы и траншеи.

Автопогрузчик с вилочным захватом используется для транспортировки барабанов с кабелем на небольшие расстояния. В зависимости от типа грузоподъемность автопогрузчика составляет от 30 до 50 т,

Для транспортировки барабанов с кабелем на большие расстояния применяют грузовые автомобили. Погрузочно-разгрузочные работы при этом выполняют грузоподъемные механизмы. Для закрепления барабанов с кабелем в кузове автомобиля используют упоры или какие-либо другие приспособления.

Самопогружающиеся автомобили (рис. 3.2) не требуют специальных механизмов для погрузочно-разгрузочных работ. Однако их грузоподъемность не превышает 32 т.

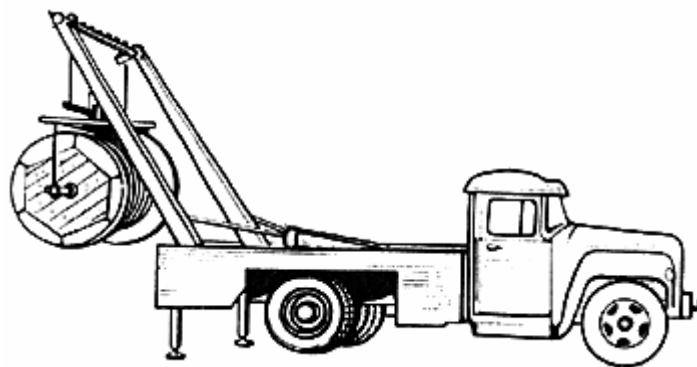


Рис. 3.2. Автомобиль-самопогрузчик

Для транспортировки барабанов с кабелем диаметром до 1 м, шириной 0,5 м и массой до 600 кг внутри зданий используют тележки ТГБ (рис. 3.3).

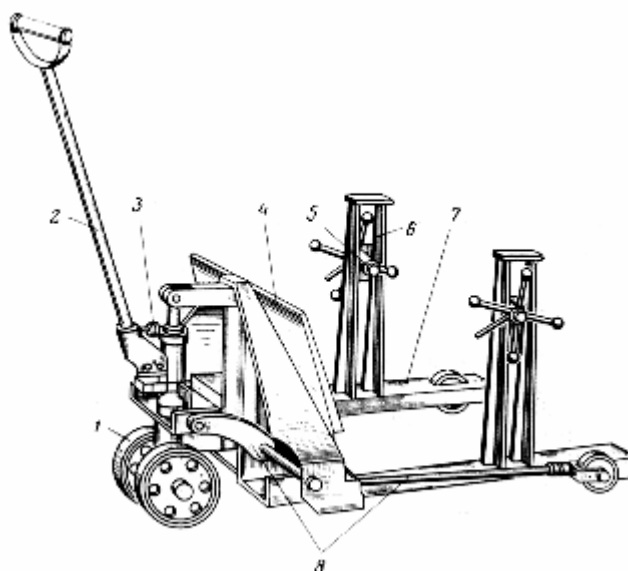
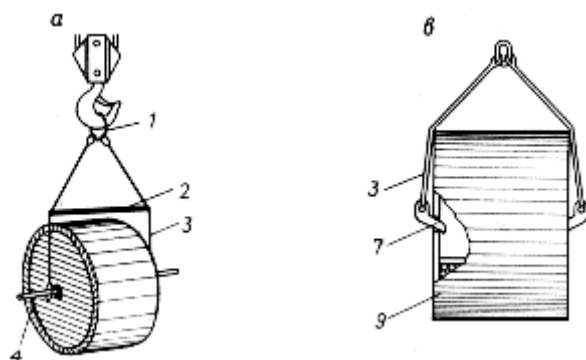


Рис. 3.3. Тележка ТГБ:

- 1 - колесо; 2 - ручка; 3 - подъемное устройство; 4 - площадка;  
5 - зажим; 6 - стойка; 7 - рама; 8 - рычаги и тяги тележки

При погрузке, разгрузке, перемещении и подъеме барабанов с кабелем применяют гибкие стропы из стальных проволочных канатов, специальные траверсы и стальные оси (рис. 3.4).



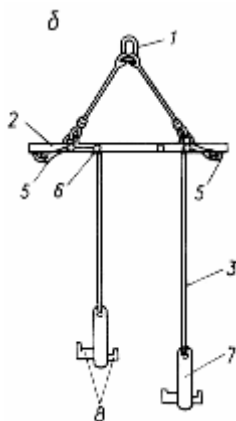


Рис. 3.4. Устройства для погрузки барабанов с кабелем:

а - двухветьевые стропы; б - траверса с зацепом типа "краб"; в - двухветьевые стропы с захватами;  
 1 - серьга; 2 - траверса; 3 - строп; 4 - стальная ось; 5 - проушина; 6 - бобышка;  
 7 - захват; 8 - шток; 9 - барабан с кабелем

Размеры строп выбирают в зависимости от габаритных размеров барабана. Нагрузку, приходящуюся на ветвь стропы  $S$  (в Н), определяют по формуле

$$S = \frac{9,8Q}{n} m,$$

где  $Q$  - масса поднимаемого груза, кг;  $n$  - число ветвей стропы;  $m$  - коэффициент, зависящий от угла  $\alpha$  между вертикалью и ветвью стропы.

Значения коэффициента  $m$  в зависимости от угла  $\alpha$

$\alpha$ .....	0°	15°	30°	45°	60°
$m$ .....	1	1,04	1,16	1,42	2

В пределах складских площадок перекачку барабанов (на расстояние не более 100 м) выполняют вручную. Барабаны с кабелем перекачивают по направлению намотки кабеля, обозначенного стрелкой на барабане. Нарушение этого правила вызывает ослабление намотки кабеля на шейке барабана и распускание витков, а следовательно, их защемление или западание при раскатке.

Широкое внедрение промышленных методов производства монтажных работ связано с подъемом и транспортировкой оборудования и больших кабельных барабанов. Безопасность такелажных работ при этом приобретает особое значение.

При выполнении такелажных работ необходимо руководствоваться СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве", а также "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов" Госгортехнадзора СССР.

Таблица 3.3

#### Нормы и сроки испытаний подъемных механизмов и приспособлений

Механизмы или приспособления	Нагрузка при испытании		Продолжительность испытания, мин	Периодичность технического освидетельствования
	статическая	динамическая		
Краны, лебедки приводные и ручные, электротали и ручные тали, все виды домкратов	1,25P	1,1P	10	1 раз в год
Стальные канаты, пеньковые	1,25P	-	10	Осмотры через

и хлопчатобумажные канаты, цепи, стропы, скобы, кольца				каждые 10 дней. Испытания 1 раз в 6 мес
Траверсы	1,25Р	-	10	Осмотры через 6 мес. Испытания 1 раз в год
Примечание. Р - вес предельного рабочего груза, кН.				

При выполнении такелажных работ ответственной операцией является строповка грузов. К ее выполнению должны допускаться опытные монтажники, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие соответствующее удостоверение. Стропальщик должен знать грузоподъемность механизма, массу поднимаемого груза, его размеры и в соответствии с этим подбирать нужные стропы, проверять их исправность и срок испытания. Пользоваться неисправными или случайными стропами нельзя - это может привести к аварии.

Подъемные механизмы и приспособления до их использования должны быть испытаны. Нормы и сроки испытаний приведены в табл. 3.3.

### ВИДЫ И ТИПЫ КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Существует несколько вариантов кабельной канализации по конструктивным признакам (рис. 3.5). Не все из указанных на рис. 3.5 вариантов приемлемы для взрывоопасных зон. Например, наружная прокладка кабелей между взрывоопасными зонами выполняется открыто: на эстакадах, тросах, по стенам зданий, избегая по возможности прокладки в подземных кабельных сооружениях (каналах, блоках, туннелях, кабельных полуэтажах, подвалах и шахтах) и траншеях.

Прокладка кабелей бронированных и небронированных допускается скрыто в земле (траншеях) и каналах при условии, что они при подходе за 1,5 м до помещения взрывоопасной зоны будут пылеуплотнены (например, покрыты асфальтом) или засыпаны песком.

По эстакадам с технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ, кроме кабелей для собственных нужд (для управления задвижками трубопроводов, сигнализации и т. п.), допускается прокладка до 30 бронированных и небронированных силовых и контрольных кабелей, стальных водогазопроводных труб с изолированными проводами. При этом небронированные кабели прокладывают в стальных водогазопроводных трубах или стальных коробах. Бронированные кабели применяют в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках, не распространяющих горение.



Рис. 3.5. Классификация кабельных линий

Стальные трубы электропроводки, стальные трубы и короба с небронированными кабелями и бронированные кабели прокладывают на расстоянии 0,5 м от технологических трубопроводов, по возможности со стороны трубопровода с негорючими веществами.

Кабельные эстакады могут пересекать эстакады с технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ сверху и снизу независимо от плотности по отношению к воздуху транспортируемых газов.

Если число кабелей не превышает 15, то в месте пересечения допускается не сооружать кабельных эстакад; кабели прокладывают в трубном блоке или в закрытом стальном коробе с толщиной стенки не менее 1,5 мм.

Кабельные эстакады и их пересечения с эстакадами технологических трубопроводов горючих газов и ЛВЖ должны удовлетворять следующим требованиям:

все конструктивные элементы кабельных эстакад (стойки, настил, ограждения и т. п.) сооружают из несгораемых материалов;

в месте пересечения плюс 1,5 м в обе стороны от внешних габаритов эстакады с технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ кабельную эстакаду выполняют в виде закрытой галереи; пол кабельной эстакады при прохождении ее ниже эстакады с технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ должен иметь отверстия для выхода попавших внутрь нее тяжелых газов;

на участке пересечения эстакады с технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ не должно быть ремонтных площадок, фланцевых соединений трубопроводов, запорной арматуры, а также кабельных муфт и заделок;

расстояние в свету между технологическими трубопроводами горючих газов и ЛВЖ и кабельной эстакадой или трубным блоком с кабелями должно быть не менее 0,5 м.

Наружные кабельные каналы допускается сооружать на расстоянии не менее 1,5 м от стен помещений с взрывоопасными зонами всех классов. При этом при входе во взрывоопасные зоны этих помещений каналы засыпают песком на длине не менее 1,5 м.

Во взрывоопасных зонах всех классов допускается прокладка кабелей в блоках при условии, что выводные отверстия для кабелей из блоков и стыки блоков будут заделаны несгораемыми материалами.

Сооружение кабельных туннелей возможно при выполнении следующих условий:

кабельные туннели прокладывают, как правило, вне взрывоопасных зон;

при подходе к взрывоопасным зонам кабельные туннели отделяют от них несгораемой перегородкой с пределом огнестойкости 0,75 ч;

отверстия для кабелей и труб электропроводки, вводимые во взрывоопасную зону, плотно заделывают несгораемыми материалами;

выходы из туннеля и вентиляционных шахт должны находиться вне взрывоопасных зон.

Допустимые расстояния от кабельных эстакад до помещений с взрывоопасными зонами, а также до наружных взрывоопасных нормируются, а с кабелями, предназначенными только для данного производства (здания), не нормируются.

## **ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

Кабельные линии выполняют таким образом, чтобы при монтаже и эксплуатации не возникали опасные механические напряжения и повреждения кабелей. Для этого соблюдают следующие требования:

кабели укладывают с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы (при прокладке в траншеи) и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены;

кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям, жестко закрепляют в конечных точках, у концевых заделок, с обоих концов изгибов и у соединительных муфт;

кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, закрепляют таким образом, чтобы предотвратить деформацию оболочек и не нарушать соединения в муфтах под действием собственной массы кабеля;

конструкции, на которые укладывают небронированные кабели, выполняют таким образом, чтобы исключались механические повреждения оболочек кабелей, а в местах крепления кабелей их оболочки предохраняют прокладками;

кабели, расположенные в местах, где возможны механические повреждения, защищают по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле;

от нагретых поверхностей кабели прокладывают на расстоянии, предотвращающем их нагрев выше допустимого, предусматривая их защиту в местах установки задвижек, а также защищают их от блуждающих токов и почвенной коррозии;



кабельные линии при открытой прокладке защищают от теплоизлучения различных источников, в том числе от непосредственного действия солнечных лучей;

при прокладке кабелей выдерживают определенные радиусы изгиба;

при прокладке на вертикальных и наклонных участках трасс учитывают допустимые разности уровней.

Выбор конструкции кабеля для прокладки определяется его назначением и окружающей средой, а площадь сечения жил - по току.

Таблица 3.4

**Наибольшая допустимая разность уровней между высшей и низшей точками расположения кабелей по трассе**

Номинальное напряжение кабеля, кВ	Кабель	Разность уровней, м
1-3	С бумажной пропитанной изоляцией:	
	бронированный	25
	небронированный в алюминиевой оболочке	25
	то же, в свинцовой оболочке	20
	С обедненно-пропитанной изоляцией в оболочке:	
	алюминиевой	Без ограничения
6	свинцовой	100
	С бумажной пропитанной изоляцией в оболочке:	
	алюминиевой	20
	свинцовой	15
10	С обедненно-пропитанной изоляцией	100
	С бумажной пропитанной изоляцией	15
20 и 35	То же	15

Для компенсации температурных изменений кабелей при прокладке в траншеях их укладывают "змейкой" с запасом 1-3%; на конструкциях - с запасом 1-2% от общей длины кабеля.

Для жесткого закрепления кабелей, проложенных по конструкциям горизонтально, используют скобы, хомуты или накладки, размеры которых выбирают в зависимости от наружного диаметра кабеля. На вертикальных участках трассы расстояние между точками жесткого закрепления кабелей равно 1 м.

В местах жесткого крепления небронированных кабелей на конструкциях применяют эластичные прокладки из негорючего материала. При открытой прокладке кабельных линий от солнечной радиации их защищают асбестоцементным или металлическим покрытием.

Допустимая разность уровней между высшей и низшей точками расположения кабелей напряжением до 35 кВ с бумажной изоляцией при их прокладке на вертикальных и наклонных участках должна быть не более приведенных в табл. 3.4. Разность уровней для кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией не ограничивается.

Ограничение разности уровней между высшей и низшей точками расположения кабелей связано с процессом перемещения пропитывающего состава. Чем больше разность между высшей и низшей точками расположения кабеля, тем выше давление пропитывающего состава на

металлическую оболочку кабеля и концевую муфту или заделку. При значительном давлении оболочка может деформироваться, нарушится герметичность концевой заделки и, как следствие, вытечет пропитывающий состав.

Кабели прокладывают, как правило, при положительной температуре окружающего воздуха. При отрицательной температуре кабели предварительно подогревают. Без подогрева кабели прокладывают при температуре (°С):

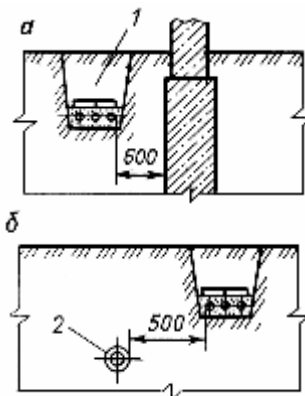
С пропитанной бумажной изоляцией и с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом .....	0
С резиновой изоляцией в свинцовой оболочке .....	-20
С резиновой или поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой, без волокнистых материалов и в защитном покрове, а также с броней из стальной оцинкованной ленты.....	-15
Остальные с защитными покровами .....	-7

Пластмассовая и резиновая изоляции при отрицательных температурах становятся менее эластичными и при изгибании кабелей образуются разрывы.

При прокладке кабелей приняты ограничения на сближение и пересечения их с другими кабелями, трубопроводами, фундаментами зданий и т. п. Они введены для создания нормальных условий эксплуатации кабельных линий и установлены в виде минимальных и оптимальных расстояний (в м), которые допускается изменять в зависимости от местных условий и защитных мероприятий:

Защита зеленых насаждений с расстоянием от:				
стволов деревьев .....				2
кустарника.....				1
Вдоль здания (в свету) от фундаментов.....				0,6
От	параллельно	проложенных	труб	водопровода и канализации
.....				0,5
От теплопроводов.....				2
Нефте- и газопроводов при давлении (МПа):				
0,588 .....				1
от 0,588 до 1,176.....				2
От электрифицированных железных дорог .....				2-10
При пересечении кабельных линий между собой .....				0,5
То же, разделенных несгораемыми плитами .....				0,25
Параллельная	прокладка	кабельных	блоков	на смежных
трассах.....				3

Нормируемые расстояния при прокладке кабелей в траншее параллельно инженерным коммуникациям даны на рис. 3.6, а с пересекаемыми подземными коммуникациями - на рис. 3.7.



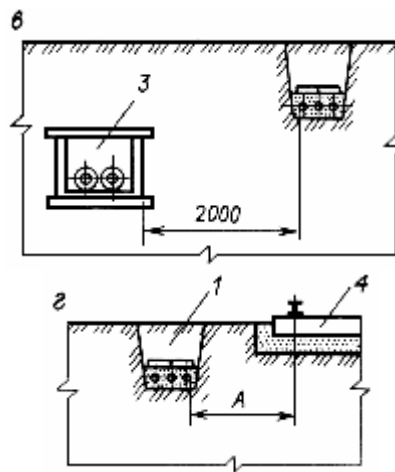


Рис. 3.6. Расстояния при прокладке кабеля параллельно инженерным коммуникациям в траншеях:

а - до фундамента здания; б - до трубопровода; в - до теплопровода; г - до трамвая или электрифицированной железной дороги;

1 - кабельная траншея; 2 - трубопровод; 3 - теплопровод; 4 - полотно трамвая или электрифицированной железной дороги (расстояние А нормируется в зависимости от вида инженерных коммуникаций)

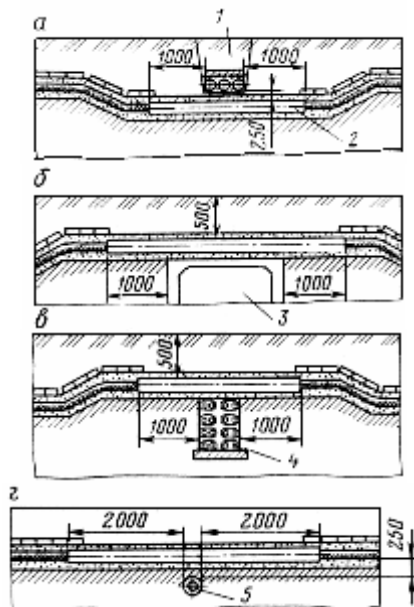
При сооружении кабельных линий требуются конструкции для укладки на них кабелей и муфт, а также крепежные изделия.

Кабельные сборные конструкции (рис. 3.8) предназначены для укладки пучков кабелей и лотков по стенкам зданий, каналов, туннелей и под перекрытиями. Они состоят из полок П-образной формы и стоек с отверстиями. На одном конце полки имеются фигурные Т-образные высечки для ее закрепления в стойках. Полки могут иметь два исполнения: без перфорации и с перфорацией для закрепления кабелей в местах их поворота. При горизонтальной прокладке кабелей концы полок загибают кверху, чтобы исключить падение крайних кабелей с полок.

Стойки крепят к строительным элементам болтами-дюбелями, приваркой к закладным деталям и пристрелкой строительно-монтажным пистолетом с применением скобы.

Для одиночных кабельных полок применяют основание (рис. 3.9), которое крепится к строительным элементам сваркой или пристрелкой.

Кабельные проволоочные подвески (рис. 3.10,а) предназначены для бронированных силовых кабелей площадью сечения до  $3 \times 185 \text{ мм}^2$  в туннелях и каналах. Подвески изготовляют из стальной проволоки диаметром 4 мм. Небронированные кабели прокладывают на подвесках с применением манжет или прокладок во избежание повреждения оболочки кабеля.



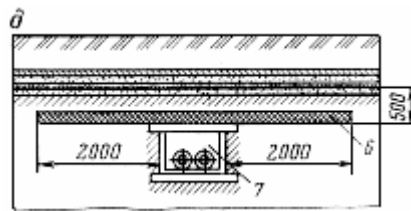


Рис. 3.7. Пересечение траншей с подземными коммуникациями:

а - кабельной траншеей; б - кабельным туннелем; в - кабельным блоком; г - трубопроводом; д - теплопроводом;  
1 - траншея; 2 - труба; 3 - туннель; 4 - блок; 5 - трубопровод; 6 - теплоизоляция; 7 - теплопровод

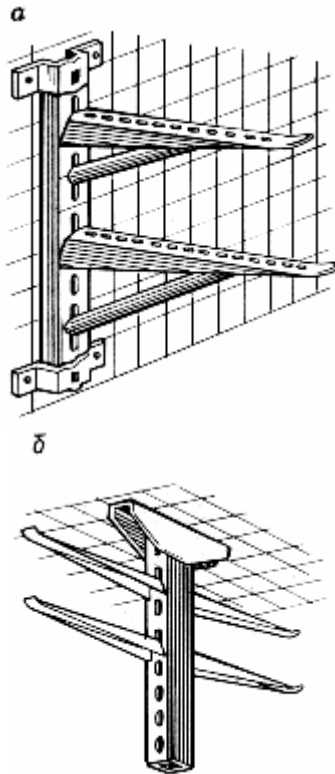
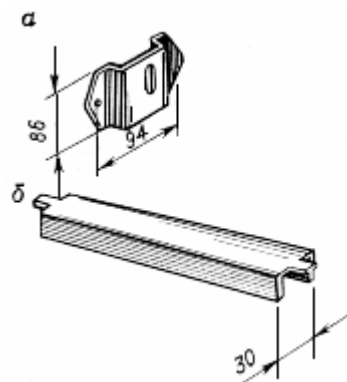


Рис. 3.8. Кабельные сборные конструкции с креплением:

а - к стене; б - под перекрытием



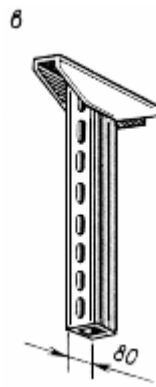


Рис. 3.9. Одиночная кабельная полка:

а - основание; б - подкос; в - подвес под перекрытие

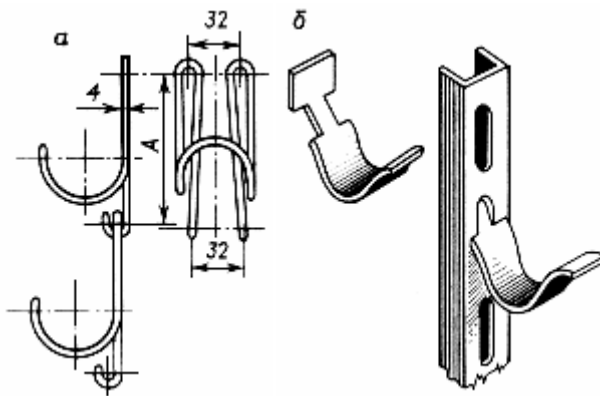


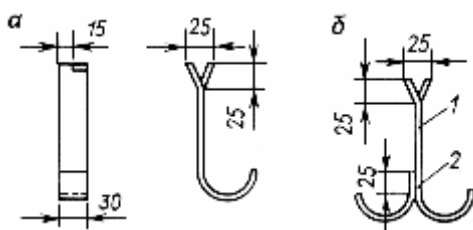
Рис. 3.10. Подвески:

а - проволочные; б - штампованные

Закладные штампованные подвески (рис. 3.10, б) изготавливают из профильной стали и закрепляют на стене или потолке. Подвески для одиночных кабелей из полосовой стали (рис. 3.11) и с приваренной скобой для двух кабелей предназначены для прокладки кабелей под потолком или по стенам.

Кабельные скобы (рис. 3.12) изготавливают с отверстиями или без них. Для крепления кабелей применяют также закрепы (рис. 3.13) с дюбелями различных конструкций.

Лотки (рис. 3.14) предназначены для открытой прокладки небронированных кабелей площадью сечения до  $16 \text{ мм}^2$  напряжением до 1000 В и укладки соединительных муфт в помещениях. Прокладка на лотках силовых кабелей площадью сечения более  $16 \text{ мм}^2$  нецелесообразна, так как расстояние в свету между ними и другими кабелями должно быть не менее диаметра кабеля. Соединенные вместе лотки образуют непрерывную цепь по всей длине. Лотки крепят прижимами, а для разделения лотков устанавливают разделительные уголки.



а - дюбель с распорной гайкой; б - дюбель, забиваемый строительно-монтажным пистолетом; в - ручная оправка;

1 - сменный боек дюбеля гвоздя или шпильки; 2 - ручка; 3 - кольцо; 4 - губка; 5 - корпус

Натяжные устройства (рис. 3.15) предназначены для крепления и натяжки тросов. Они выпускаются в виде анкеров, муфт и зажимов.

В кабельных сооружениях выдерживают определенные расстояния между конструкциями и кабелями, а также высоту и ширину прохода (табл. 3.5).

Способы прокладки кабелей на лотках и полках приведены на рис. 3.16.

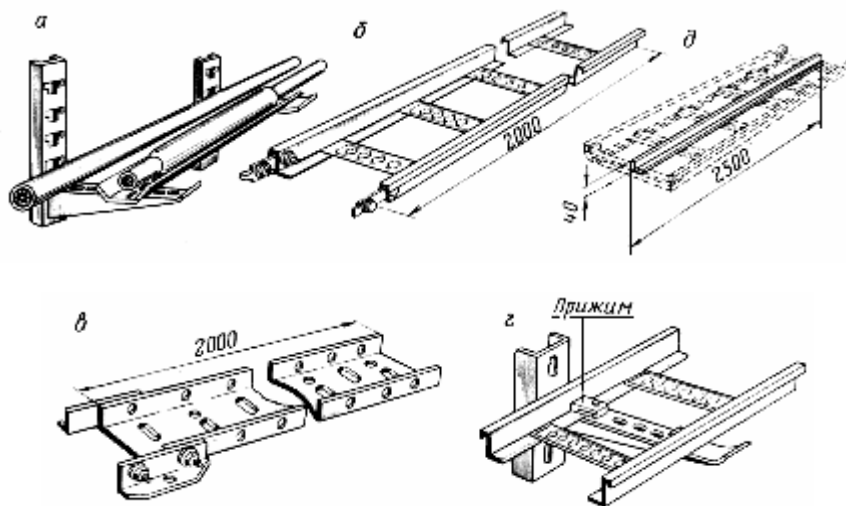


Рис. 3.14. Лотки:

а - для соединительных муфт; б - сварные; в - перфорированные; г - сварные с креплением на полках;  
д - с разделительным уголком

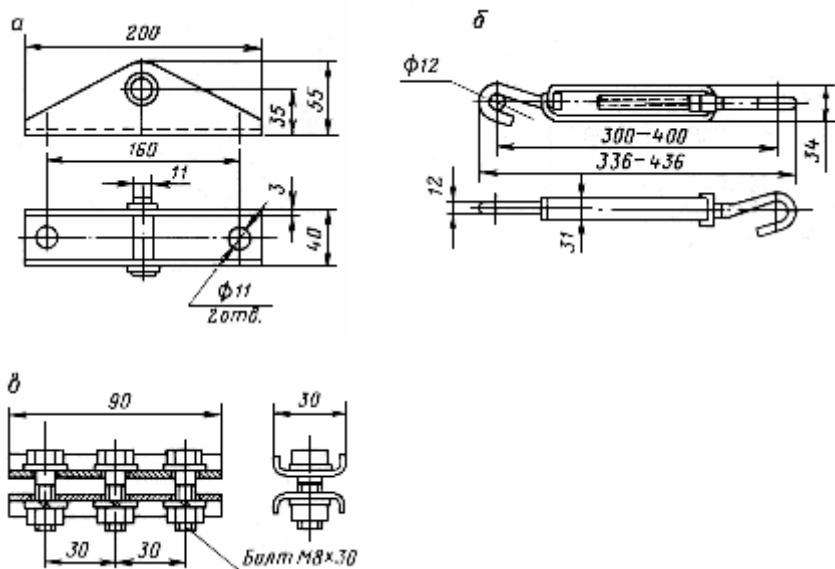
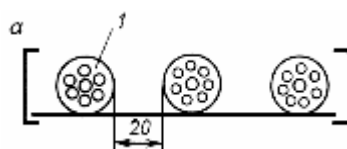
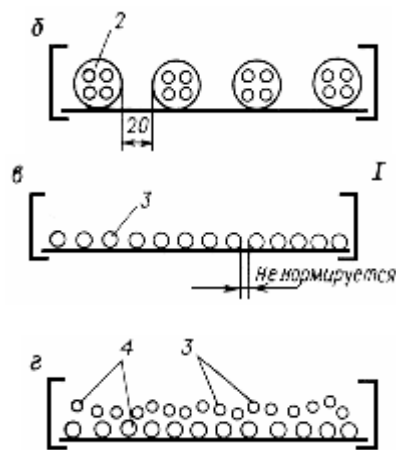


Рис. 3.15. Натяжные устройства:

а - анкер; б - натяжная муфта; в - зажим

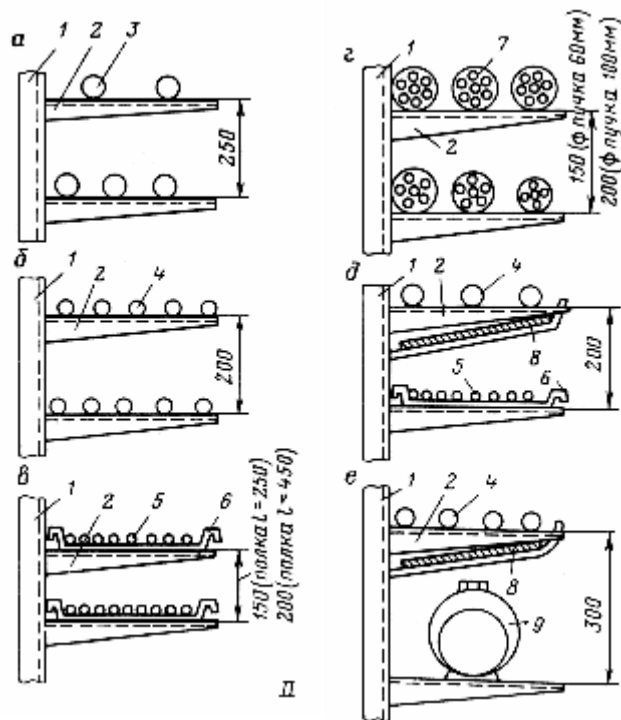




I - на лотках:

а - силовых одножильных площадью сечения до  $16 \text{ мм}^2$  (не более 12 в пучке); б - силовых трехжильных площадью сечения до  $16 \text{ мм}^2$  (не более четырех в пучке); в - контрольных;  
г - силовых и контрольных (многослойная прокладка);

I - пучок одножильных кабелей; 2 - пучок трехжильных кабелей; 3 - контрольный кабель;  
4 - кабель площадью сечения до  $16 \text{ мм}^2$



II - на кабельных полках:

а - напряжением 20 и 35 кВ; б - напряжением до 10 кВ; в - контрольных однослойная прокладка;  
г - напряжением до 1 кВ и площадью сечения до  $16 \text{ мм}^2$  и контрольных в пучках;  
д - напряжением выше 1 кВ и контрольных; е - напряжением до 10 кВ и соединительных муфт;

1 - стойка; 2 - полка; 3, 4, 5 - кабели; 6 - лоток; 7 - пучок кабелей; 8 - огнестойкая перегородка;  
9 - соединительная муфта в кожухе КСР

Рис. 3.16. Способы прокладки кабелей



Опора	Тип кабеля	Расстояние (в м) между опорами при прокладке кабеля	
		горизонтальной	вертикальной
Кабельная конструкция	Все типы	0,8-1	2
То же	Небронированные с резиновой изоляцией небольших сечений	0,5	0,7
Лотки	Небронированные с резиновой и пластмассовой изоляцией, а также бронированные с пластмассовой оболочкой	2	1,5
Анкерные крепления троса	По проекту	100	-
Тросовая подвеска одиночного кабеля	Все типы	0,8-1	-

При прокладке небронированных кабелей силовых и контрольных в местах, где возможны механические их повреждения, используют короба.

На лотках кабели прокладывают: однослойно (однорядно) с расстоянием в свету между ними 5 мм; пучками в один слой (ряд) с расстоянием между пучками в свету 20 мм; однослойно без промежутков между кабелями и многослойно (многорядно). Кабели в коробах прокладывают вплотную друг к другу в один или несколько слоев и пучками. Для нормального охлаждения кабелей короб заполняют так, чтобы площадь сечений кабелей, прокладываемых в коробе, не превышала 40% площади поперечного сечения короба.

Кабели прокладывают таким образом, чтобы они были доступны для ремонта и осмотра (при прокладке в помещениях).

Кабельные сооружения и производственные помещения, в которых размещены кабельные линии, относят к особо опасным относительно поражения электрическим током. Поэтому металлические кабельные конструкции, корпуса кабельных муфт, а также броня и оболочки силовых и контрольных кабелей, стальные трубы и другие элементы заземляют.

Элементы кабельных линий заземляют путем присоединения их к заземляющим устройствам, которые представляют собой совокупность заземлителей (проводники, соединенные между собой и находящиеся в соприкосновении с землей) и заземляющих проводников.

В качестве заземляющих проводников в электроустановках могут быть использованы металлические конструкции зданий - фермы, колонны, подкрановые пути и т.п.

Конструкции кабельных линий присоединяют к магистралям заземления отдельными ответвлениями из полосовой стали и стали круглого сечения сваркой. Заземление кабелей и оболочек выполняют при помощи медного многопроволочного провода пайкой или креплением под болт. Сечение провода должно быть не менее:

Площадь сечения провода, мм <sup>2</sup>	6	10	16	25
Площадь сечения жил кабеля, мм <sup>2</sup>	<10	16, 25, 35	50, 70, 95, 120	150, 185, 240

Для контрольных кабелей площадь сечения медных проводников должна быть не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Кабельные конструкции в каналах и туннелях заземляют проводником, который подсоединяют к устройству заземления в начале и конце трассы.

При прокладке кабелей на подвесках с применением каната все металлические части и сам канат подсоединяют к устройству заземления (рис. 3.17).

При заземлении корпусов кабельных муфт, оболочек и брони кабелей длину провода выбирают такой, чтобы при монтаже соединительных муфт обеспечивалась непрерывная электрическая связь присоединением брони и оболочки одного кабеля, муфты, брони и оболочки другого кабеля (рис. 3.18).

При монтаже кабельных муфт длина провода для заземления выбирается такой, чтобы ее хватило для присоединения к оболочке, броне и заземляющему болту корпуса муфты (рис. 3.19). Свободные концы провода заземления в соединительных муфтах присоединяют к заземляющему болту защитного кожуха, а в концевых муфтах - к болту опорной конструкции, муфты или заделки. Открыто проложенные небронированные кабели в металлической оболочке, бронированные кабели без наружного покрова, а также кабельные конструкции, муфты и стальные воронки окрашивают краской, соответствующей условиям окружающей среды.

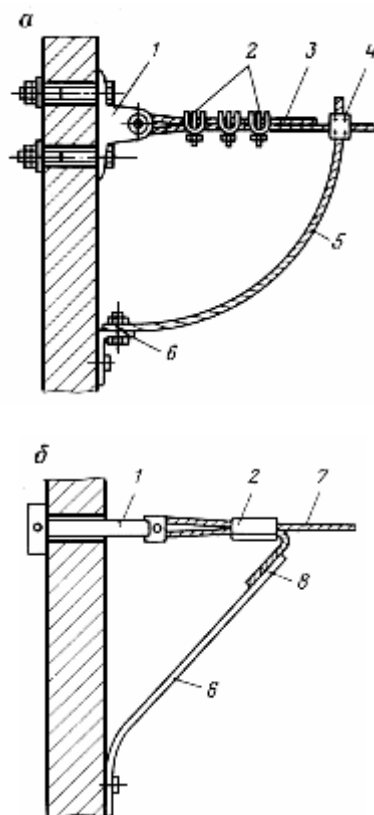


Рис. 3.17. Заземление несущего каната:

а - плащечным сжимом; б - сваркой;

1 - анкер; 2 - зажим; 3 - канат; 4 - плащечный сжим; 5 - гибкая стальная перемычка; 6 - ответвление от магистрали заземления; 7 - стальная проволока; 8 - сварка

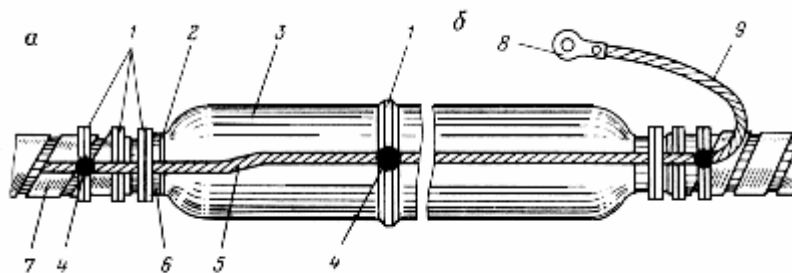


Рис. 3.18. Заземление свинцовой соединительной муфты для укладки в кожух:

а - негерметичный К<sub>3</sub> Ч; б - герметичный К<sub>3</sub> ЧГ;

1 - бандаж из оцинкованной проволоки; 2 - место пайки муфты к оболочке кабеля; 3 - свинцовая муфта СС; 4 - место пайки проводника заземления; 5 - медный многопроволочный проводник; 6 - оболочка кабеля; 7 - броня кабеля; 8 - наконечник; 9 - конец проводника заземления для присоединения под болт

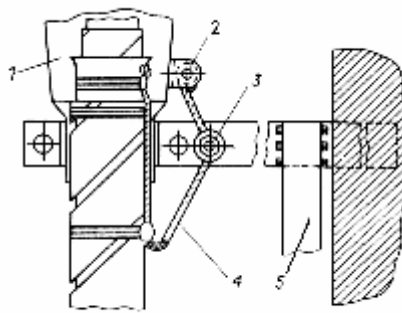


Рис. 3.19. Заземление оболочки и брони кабеля в концевой заделке:

- 1 - металлический корпус; 2, 3 - заземляющие пластина и болт; 4 - медный многопроволочный проводник;  
5 - магистраль заземления

Все открыто проложенные кабели, а также муфты и заделки этих кабелей маркируют с применением бирок. Их подвешивают в местах изменения направления трассы, с обеих сторон проходов через междуэтажные перекрытия и стены, в места ввода в кабельные сооружения, а на прямолинейных участках через 25-50 м.

На бирках указывают: у кабелей - напряжение, площадь сечения, номер или наименование линий; у муфт и заделок - номер, дату монтажа, а также инициалы и фамилии электромонтажников-кабельщиков, выполнивших монтаж; на концевых муфтах - номер и обозначение пункта, откуда или куда проложен кабель.

Как правило, кабели напряжением до 1000 В маркируются на бирках прямоугольной формы, а на напряжение - выше 1000 В - бирках круглой формы.

Материал для бирок и технология их изготовления зависят от окружающей среды. Применяемые для маркировки кабелей, например, черные пластмассовые бирки с отверстием для привязки выпускают без маркировки, а затем при монтаже на них наносят все данные эмалевой краской.

Правильное выполнение прокладки, ввода кабелей и проводов во взрывозащищенное электрооборудование, надежный их монтаж, размещение и раскладка на трассах, надежность контактных соединений во многом определяют безопасную эксплуатацию электрооборудования.

По условиям надежности, удобства монтажа и эксплуатации во взрывоопасных зонах в силовых и осветительных сетях при отсутствии возможности механических повреждений и химических воздействий рекомендуется применять открытую прокладку кабелей.

При этом в силовых сетях взрывоопасных зон всех классов при открытой прокладке предпочтение следует отдавать специальным кабелям повышенной надежности марки ВБВ для зон классов В-I и В-Ia и марки АВБВ - в зонах классов В-Iб, В-Iг.

Во взрывоопасных зонах любого класса применение неизолированных (голых) проводников запрещается.

В зонах классов В-I и В-Ia можно применять провода и кабели только с медными жилами, в остальных зонах - В-Iб, В-Iг допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

Во взрывоопасных зонах любого класса могут применяться провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией; кабели с резиновой, поливинилхлоридной и бумажной изоляцией в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках. Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой запрещается в зонах всех классов.

Кроме кабелей ВБВ и АВБВ, во взрывоопасных зонах всех классов допускается применять силовые кабели, марки которых приведены в табл. 2.9 и 2.10.

Одиночные кабели диаметром до 20 мм могут прокладываться без зазора непосредственно по строительным основаниям.

Проходы одиночных кабелей сквозь внутренние стены (рис. 3.20) и междуэтажные перекрытия в зонах классов В-I и В-Ia выполняют в отрезках водогазопроводных труб, заделанных цементным раствором. Кабель уплотняют заполнением трубы составом УС-65 на расстоянии 100-120 мм от конца трубы с набивкой кабельного джута или асбестового шнура.

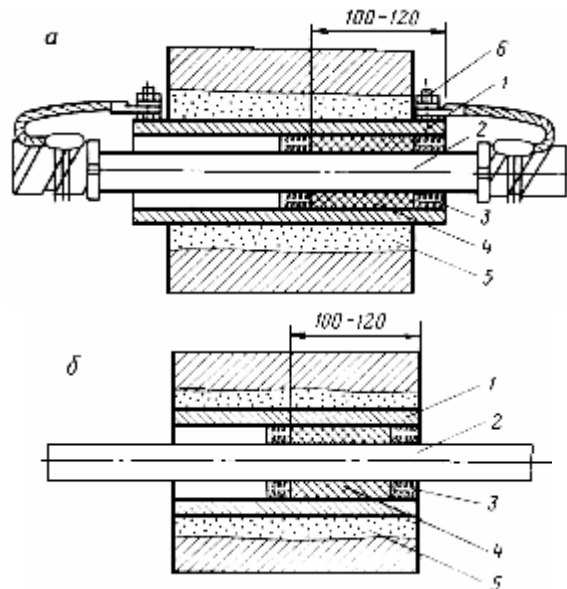


Рис. 3.20. Проходы одиночных кабелей сквозь внутренние стены взрывоопасных зон В-I и В-Iа:

а - уплотнение составом УС-65 бронированных кабелей без наружного поливинилхлоридного покрова;  
 б - уплотнение составом УС-65 небронированных и бронированных кабелей с поливинилхлоридным покровом;

1 - отрезок трубы; 2 - кабель; 3 - набивка из асбестового шнура; 4 - уплотнительный состав УС-65;  
 5 - цементный раствор; 6 - болт заземления брони кабеля

Набивка джута или шнура с обеих сторон состава УС-65 должна быть толщиной не менее 10 мм.

В зонах класса В-I кабель уплотняют с обеих сторон стены, а в зонах классов В-Iа - со стороны взрывоопасной зоны.

Таблица 3.6

**Рамы с отрезками труб для прохода до пяти кабелей**

Условный проход трубы, мм	Число труб	Размеры рамы, мм	
		А	Б
20-25	2	80	150
	3		230
	4		310
40-65	2	150	220
	3		370
	4		520
20-25	5	80	260
40-65	-	150	400

Для уплотнения бронированного кабеля без наружного поливинилхлоридного покрова необходимо снять броню на участке прохода его сквозь стену, принять заземляющие проводники к броне с двух сторон прохода и присоединить их к болтам на трубах для создания непрерывности цепи заземления брони.

В зонах классов В-I и В-Iа кабели можно уплотнять сальниками, при этом в зоне класса В-I сальники устанавливают с обеих сторон прохода.

Проходы группы кабелей (не более 5) сквозь внутренние стены (табл. 3.6, рис. 3.21) зон классов В-I и В-Iа выполняют аналогично проходам одиночных кабелей в отрезках водогазопроводных труб, приваренных к металлическим рамам.

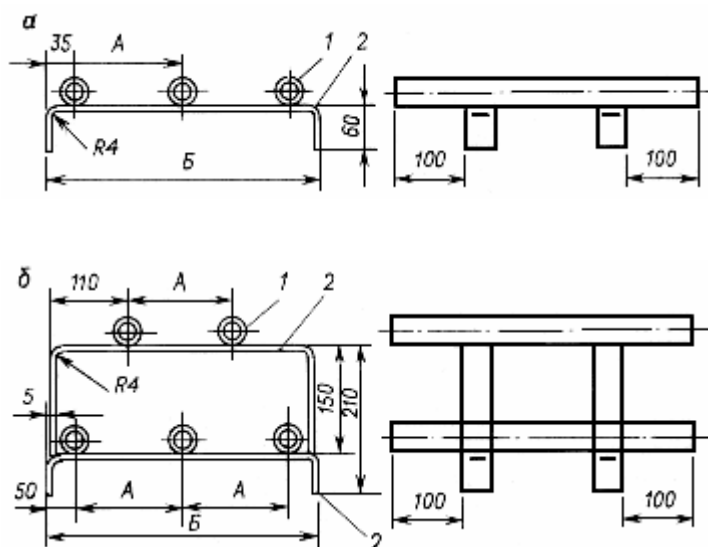


Рис. 3.21. Рама с отрезками труб для прохода до пяти кабелей сквозь стены помещений со взрывоопасными зонами всех классов:

а - для прохода до трех кабелей; б - для прохода до пяти кабелей;  
1 - отрезки труб; 2 - рама из стальных полос

Проход групп кабелей (более 5) - выполняют в специальных стальных коробах, заполненных песком.

Уплотнения между стеной и корпусами коробов делают с помощью резиновых прокладок. Марка резины выбирается в зависимости от среды помещений, в которых устанавливают короба.

Расстояние в свету между прокладываемыми кабелями в коробе должно быть не менее 10 мм. При этом пересечений кабелей в коробе не допускается. После прокладки кабелей короба заполняют песком с фракцией не более 0,7 мм.

Проходы кабелей в отрезках труб сквозь стены и перекрытия в зоне класса В-Iб обычно выполняют с уплотнением кабелей набивкой в трубу негорючих составов типа цемента плюс песок 1 :10 и др.

Открытую прокладку кабелей силовых сетей во взрывоопасных зонах осуществляют по лоткам, кабельным конструкциям, стенам, колоннам и другим строительным конструкциям. В зонах всех классов допускается прокладка кабелей на тросах.

Броня и металлическая оболочка небронированных кабелей, кабельные конструкции и элементы крепления должны иметь покрытия, стойкие к воздействию окружающей среды. Кабели с резиновыми и поливинилхлоридными покровами не окрашивают.

При открытой прокладке кабелей необходимо предусматривать защиту их от непосредственного воздействия солнечных лучей или других источников тепла.

Транзитные кабели всех напряжений запрещается прокладывать через взрывоопасные зоны всех классов. В зонах всех классов внутри и вне помещений устанавливать соединительные и ответвительные кабельные муфты запрещается.

При прокладке кабелей через температурные и осадочные швы необходимо предусмотреть их свободный провис.

Кабели ВБВ и АВБВ прокладывают только открыто, как правило, на лотках, которые могут быть установлены в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Кабели ВБВ и АВБВ укладывают на лотках вплотную один к другому без зазора в один или несколько слоев. Однако выполнять прокладку более чем в три слоя не рекомендуется из-за значительного снижения токовых нагрузок.

При спусках и подводах кабелей к электрооборудованию защита их от механических повреждений, кроме особых случаев, не требуется.

Кабели ВБВ и АВБВ предназначены только для открытой прокладки, прокладка их в трубах, каналах и траншеях не допускается. При однослойной и многослойной прокладке кабелей ВБВ и АВБВ необходимо выполнение следующих требований:

общее число уложенных кабелей при любом числе слоев лимитируется механической прочностью лотка;

при совместной многослойной прокладке силовых и контрольных кабелей менее нагруженные силовые и контрольные кабели рекомендуется укладывать в нижние слои;

при укладке в горизонтальных рядах рекомендуется чередовать более нагруженные кабели с менее нагруженными;

разрешается укладка на лотках групп кабелей, разделенных горизонтальным воздушным зазором; при зазоре 35 мм число кабелей в группе не должно превышать 30, а при зазоре 50 мм и более число кабелей не лимитируется;

при многоярусной прокладке кабелей ВБВ и АВБВ и укладке кабелей в ярусах в один ряд без зазора расстояние между ярусами в свету должно быть не менее 250 мм, а число ярусов до четырех;

для уменьшения перегрева кабели с большими площадями сечений необходимо укладывать в верхних ярусах;

в помещениях с температурой окружающего воздуха выше 45 °С не рекомендуется применять многослойную прокладку кабелей из-за низких значений снижающих коэффициентов допустимого тока;

при многослойной прокладке для уменьшения перегрева рекомендуется иметь поперечное сечение группы кабелей отличное от квадрата;

при всех вариантах многослойной прокладки наиболее загруженные кабели следует размещать по периметру группы.

Цеховые трассы кабелей должны располагаться на высоте 2,5-4 м, допускаемая высота - 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. Трассы прокладки должны исключать попадание химически активных продуктов из технологических трубопроводов на лотки и кабели.

Открыто прокладываемые кабели должны быть удалены от задвижек, вентилях, клапанов и другой технологической арматуры не менее чем на 150 мм, и их привязки - указаны в проекте.

В зонах классов В-I и В-Iг при совместной прокладке кабелей с технологическими трубопроводами, несущими легковоспламеняющиеся продукты, трассы необходимо располагать ниже технологических трубопроводов, несущих горючие пары или газы с отношением их плотности к плотности воздуха менее 0,8; выше технологических трубопроводов, несущих горючие пары или газы с отношением их плотности к плотности воздуха более 0,8.

При пересечении кабельных трасс с технологическими трубопроводами и трубопроводами с горючими жидкостями, а также при их параллельной прокладке расстояние ближайшего кабеля до трубопроводов во всех направлениях должно быть не менее 500 мм.

Открыто прокладываемые кабели на эстакадах в зонах класса В-Iг при совместной прокладке с технологическими трубопроводами следует располагать со стороны эстакад, свободных от трубопроводов с легковоспламеняющимися продуктами.

Лотки для прокладки кабелей устанавливают на специальных конструкциях, стойках или на кабельных полках, закрепленных по стенам, под перекрытиями. Лотки при установке по стенам крепят непосредственно к строительным конструкциям на расстоянии между точками крепления не более 2 м.

Обход выступов, внутренних углов или других препятствий выполняется за счет дополнительных лотков (вставок), а ответвления - тройниковыми или крестовыми вставками.

Во взрывоопасных зонах с тяжелыми газами или парами ЛВЖ каналы для прокладки кабелей, как правило, не сооружают, а в случае необходимости их устройства засыпают песком.

Кабельные каналы при входе во взрывоопасные зоны и при выходе из них после прокладки кабелей засыпают песком на расстоянии 1,5 м (по верху) от наружной поверхности стен зданий и сооружений.

При устройстве каналов для прокладки кабелей концы труб, выходящие из взрывоопасных зон и из распределительных устройств, должны быть выведены в канал не менее чем на 50 мм. Перекрытия каналов изготавливают из прочных негорючих плит, рассчитанных на передвижение по ним соответствующего технологического оборудования.

Переходы кабелей через трубопроводы всех назначений в любом направлении, а также места возможных механических повреждений защищают на всем участке сближения плюс 0,5 м с каждой стороны трубопровода. При этом защитные конструкции крепят жестко к строительным конструкциям (стене, колонне и т. п.).

Открытая прокладка кабелей осветительных сетей в зонах классов В-I разрешается только бронированными кабелями.

Групповые осветительные сети в зоне класса В-I прокладывают по наружным сторонам стен и вводят в помещение только для присоединения к светильникам, при этом следует использовать минимальное число коробок. В осветительных сетях зон класса В-I применяется кабель ВБВ.

В зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг при отсутствии механических и химических воздействий применяют небронированные кабели в поливинилхлоридной, наиритовой или свинцовой оболочках с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией жил на номинальное напряжение 660 В типа ВРГ, ВВГ, НРГ, СРГ - с медными жилами для зон класса В-Ia, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ - с алюминиевыми жилами для зон классов В-Iб, В-Iг.

Во взрывоопасных зонах могут применяться и другие кабели при условии, что материал изоляции жил, оболочки и их конструкция будут соответствовать изложенным требованиям.

Металлические конструкции и изделия, применяемые при монтаже, должны быть защищены от воздействия окружающей среды металлическим, гальваническим или лакокрасочным покрытием.

Монтаж осветительных сетей начинают обычно с разметки трассы, прокладки кабелей и установки закладных деталей, выполнения проходов сквозь стены и междуэтажные перекрытия, обходов технологических трубопроводов, закрепления полос и скоб для прокладки кабелей и крепления ответвительных коробок, зарядки светильников и работ по обеспечению непрерывности цепи заземления металлических полос и лотков. Затем прокладывают кабели с креплением по заготовленным конструкциям и закладным деталям, устанавливают осветительную арматуру с трубными кронштейнами или подвесами и ответвительных коробок, соединения и ответвления в коробках жил кабелей и проводов, устанавливают конструкции для защиты кабелей от механических повреждений и их заземления.

Для прокладки кабелей используют перфорированные монтажные полосы шириной 20-40 мм и толщиной 3-4 мм (К106, К202); полосы стальные шириной 15-30 мм и толщиной 1,5-3 мм, а также ленту стальную шириной 20-30 мм.

Для пристрелки монтажным пистолетом типа ПЦ-52 необходимо пользоваться полосой толщиной 1,5-2 мм и шириной не менее 18 мм.

Полосы крепят по всей длине трассы. Расстояние между точками крепления не более 1000 мм и от концов и углов поворота - 70 мм. К бетонному основанию полосы крепят, как правило, дюбелями-гвоздями с помощью пистолета ПЦ-52, а к кирпичным основаниям - оправкой типа ОД-6. К металлическим основаниям и закладным деталям полосы крепят электросваркой.

Кабели крепят полосками К404, К405 с пряжками К407; полосками - пряжками К395-К398 и У651; лентой К226 с кнопками К227.

При прокладке одного-четырех небронированных кабелей по строительным основаниям их крепят скобами с одной или двумя лапками К720-К730, полосками К404-К405 с пряжками К407, полосками шириной до 105 и толщиной 0,3-1 мм. Скобы К720-К730 и полоски К404-К405 крепят капроновыми дюбелями У656-У658 с шурупами.

Полоски К404-К405 и полоски из стали толщиной 0,3-1 мм на бетонных и кирпичных основаниях крепятся дюбелями-гвоздями ручной забивкой.

При креплении кабелей горизонтально скобами с одной лапкой - лапки скобок должны располагаться ниже кабеля, при расположении кабеля вертикально - с любой стороны кабеля. Кабели могут также крепиться на пластмассовых закрепах типа У630 зубчатыми полосками - пряжками или монтажной перфорированной лентой К266 с кнопками К227; при этом затяжку и обрезку концов выполняют специальными клещами.

Закрепы У630 на бетонных и кирпичных основаниях крепят дюбелями-гвоздями ручной забивкой или капроновыми дюбелями У656, У658, У678 с шурупами. По металлическим основаниям крепежи У630 и скобы К720-К730 можно крепить винтами. Расстояние крепления не должно превышать по горизонтали и вертикали - 500 мм. В местах поворота трассы кабели крепят дополнительно, от начала изгиба кабеля до ближайшей точки крепления должно быть 10-15 мм. При вводе в ответвительную коробку кабель крепится от ее края на расстоянии не более 100 мм.

При повороте трассы кабели не должны изгибаться сверх нормы. Внутренний радиус изгиба небронированных кабелей должен быть не менее шести наружных диаметров кабеля.

При креплении кабелей со свинцовой оболочкой под металлическими скобами или полосками ее защищают полосками из поливинилхлоридного пластика или электрокартона; она выступает из-под скобок на 1,5-2 мм с обеих сторон. Кабели с оболочкой из поливинилхлоридного пластика или резины крепят без прокладок под скобами.

Небронированные кабели осветительных сетей прокладывают на перфорированных лотках К60У-К61У с покрытием, стойким к окружающей среде. Небронированные кабели и лотки заготавливают в МЗУ на основании данных ППР и по натурным замерам.

При заготовке комплектных линий концы кабелей по возможности вводят в ответвительные коробки.

В монтажной зоне монтируют собранные узлы, подвесы со светильниками и коробками, соединения и ответвления жил проводов и кабелей в коробках и окончательно крепят кабели к лоткам.

На лотках К420, К422 можно прокладывать совместно силовые кабели и кабели сетей освещения. Тросовые проводки допускается применять для осветительных сетей в зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг.

В качестве несущих тросов применяют проволоку общего назначения по ГОСТ 3282-74 и катанку по ГОСТ 14085-79 диаметром не менее 6 мм и др.

Концы тросов крепят к строительным конструкциям с помощью тросовых анкеров и натяжных муфт.

К анкерному или натяжному устройству трос крепят тросовым зажимом и стальной обоймой - коушем. На тросе крепят только кабели. Световые приборы и коробки жестко крепят к элементам зданий.

Тросы в пролетах до 6 м должны иметь стрелу провеса не более 100 мм, а в пролетах более 6 м - не более 300 мм.

В протяженных зданиях несущий трос делают составным, при этом свободный конец первого троса соединяется с началом второго сваркой. Место сварки окрашивают. Расстояние между точками крепления кабеля к тросу не более 500 мм. Несущие тросы и металлические оболочки кабелей нельзя использовать в качестве заземляющих проводников.

Трубные проводки осветительных сетей. Во взрывоопасных зонах для монтажа электрических силовых и осветительных сетей применяют только обыкновенные стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75 с условным проходом 20-50 мм, применение тонкостенных и некондиционных труб запрещается.

Трубы, не имеющие цинкового покрытия, очищают от ржавчины, окрашивают внутри и снаружи для открытой прокладки, для скрытой - только внутри. При открытой прокладке наружная окраска труб по цвету должна отличаться от окраски технологических трубопроводов.

Соединение труб между собой и вводными устройствами электрооборудования выполняют только трубной цилиндрической резьбой, которая должна иметь не менее пяти полных неповрежденных ниток резьбы. Все соединения необходимо выполнять с подмоткой на резьбу ленты ФУМ шириной 10-15 мм и толщиной 0,08-0,12 мм по ТУ 6.05.1388-75. Другие какие-либо ленты применять запрещается. При отсутствии ленты ФУМ допускается применять пеньковое волокно с пропиткой в разведенном на олифе суриком.

Для соединения труб между собой применяют соединительные части с трубной цилиндрической резьбой: муфты, ГОСТ 8966-75, 8957-75; контргайки, ГОСТ 8961-75; футорки, ГОСТ 8960-75; ниппели, ГОСТ 8958-75; тройники, ГОСТ 8950-75; пробки, ГОСТ 8963-75; колпаки, ГОСТ 8962-75; сгоны, ГОСТ 8969-75. В качестве соединительных или ответвительных коробок используются коробки серии В.

Во всех взрывоопасных зонах трубопроводы крепят скобами, хомутами, например, типа СД, СО, СДП (изделия заводов ГЭМа). Крепление труб приваркой запрещается.

Расстояние между местами крепления открыто прокладываемых трубопроводов не должно превышать указанных размеров:

Условный проход трубы, мм	20	25	40-80	100
Наибольшие расстояния между местами крепления, м	2,5	3	4	6

Трубопроводы, выходящие из помещений с взрывоопасными зонами, заделывают в местах прохода сквозь стены, полы и перекрытия, как правило, цементным раствором, чтобы газы, пары и пыль через щели и зазоры не проникли в соседние помещения.

В целях предотвращения перехода по внутреннему трубопроводу взрывоопасной смеси из одного помещения в другое, а также отделения и ограничения объемов устанавливают разделительные уплотнения с применением коробок типа КПЛ, сальниковые резиновые уплотнения и коробки ФПЗ.



Разделительные уплотнения устанавливают в зонах классов В-I, В-Ia. При испытаниях трубопровод и разделительные коробки испытывают в течение 3 мин избыточным давлением, равным 0,25 МПа.

При применении труб с диаметром более 50 мм разрешается уплотнять трубы с кабелями джутом или асбестовым шнуром на глубину 100-120 мм с последующим заполнением составом УС-65. Разделительные уплотнения устанавливают на расстоянии не далее 200 мм до выхода труб из взрывоопасной зоны.

На участке трубопровода между разделительным уплотнением и местом выхода трубы из пола или стены во взрывоопасную зону нельзя устанавливать никакие соединительные части. Если в этом есть необходимость, то их устанавливают со стороны невзрывоопасного помещения или снаружи.

Для испытания уплотнения давлением в отверстие средней полости коробки КПЛ ввертывают тройник с манометром и ниппелем и подсоединяют источник сжатого воздуха. После испытаний на это место ввертывают пробку.

Выполнив все работы для электропроводок, связанные с испытанием трубопроводов во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia, оформляют протокол по форме:

Форма

_____	_____
(Министерство и ведомство)	(Город)
_____	_____
(Трест)	(Заказчик)
_____	_____
(Монтажное управление)	(Объект)
_____	" _____ " _____ 19__ г.
(Участок)	

**Протокол**  
**испытаний давлением локальных разделительных уплотнений или стальных труб**  
**для электропроводок во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia**

Комиссия в составе: \_\_\_\_\_

от монтажной организации \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя, отчество)

от заказчика \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя, отчество)

произвела испытания давлением на плотность разделительных уплотнений или участков трубных коммуникаций

Место установки или участок	Класс зоны	Фактическое давление, кПа	Падение давления при испытаниях, кПа	Продолжительность испытания, мин	Примечания
-----------------------------	------------	---------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	------------

Примечание. Испытательное давление по нормам (СНиП 3.06-85, п. 8.15; ВСН 332-74/ММСС СССР, п. 7.58, 7.60). Испытательное давление измерено манометром (заводской номер) \_\_\_\_\_

класс точности \_\_\_\_\_  
(не более четвертого)

Заключение. Плотность разделительных уплотнений удовлетворяет нормам для \_\_\_\_\_ класса \_\_\_\_\_

Представители  
организации

электромонтажной

Представители заказчика

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Технологические особенности разделки и присоединения кабелей. Концы проложенного предварительно кабеля с бумажной изоляцией необходимо герметизировать. Длина кабеля выбирается такой, чтобы после разделки она была достаточной для присоединения к электрооборудованию с учетом допустимого радиуса изгиба кабеля, прокладываемого открыто или в трубах. Разделка кабеля выполняется вне вводного устройства с учетом уплотнения кабеля по оболочке при вводе его в вводное устройство электрооборудования.

Технология монтажа заделок кабелей во взрывоопасных зонах должна строго соответствовать требованиям технической документации на муфты для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ и "Инструкции по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон".

Концевые заделки кабелей с бумажной изоляцией до 1000 В выполняют липкой поливинилхлоридной лентой по ГОСТ 16214-86, перхлорвиниловыми составами № 1 и № 2 по ТУ 6.УБХ-13-72.

Концевые заделки кабелей с бумажной изоляцией на напряжение выше 1000 В в зонах класса В-I выполняют заливкой кабельной массой МБМ-1 или МБМ (ГОСТ 6997-77). Технология подготовки для этих заделок аналогична технологии заделки кабеля с липкой поливинилхлоридной лентой.

Герметизацию концов круглых и однопроволочных жил сечением 10-16 мм<sup>2</sup>, присоединяемых без наконечника, осуществляют в определенной последовательности:

устанавливают бандаж на фазной изоляции на расстоянии 85 мм от конца жилы;

снимают пять верхних слоев изоляции с конца жилы до бандажа, а остальные слои на участке 30 мм от бандажа снимают ступенями через 5 мм;

оголенную жилу протирают тряпкой, смоченной в бензине, и обматывают локотканью и четырьмя слоями ленты ПВХ с перекрытием оголенной жилы на 10 мм;

на изоляцию накладывают бандаж из шпагата диаметром 0,8-1 мм на участке 45 мм;

оголенный конец жилы изгибают в кольцо для присоединения к контактному зажиму.

Концевую заделку кабеля предварительно принимает ответственный, осуществляющий надзор на монтаже с составлением акта.

Окончательную приемку проводят после испытания кабельной линии повышенным напряжением и составляют протокол испытаний.

## **ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ**

В эксплуатацию кабельные линии принимают после окончания работ по прокладке кабелей и монтажу соединительных и концевых муфт и заделок.

Кабельные линии при приемке в эксплуатацию подвергают осмотрам и электрическим испытаниям. Кабели скрытых прокладок (в траншеях, блоках и т.п.) не могут быть осмотрены после окончания работ на трассах, а существующие методы электрических испытаний не дают возможности выявить все дефекты в проложенной линии. Поэтому, чтобы обеспечить хорошее качество работ, прокладку кабелей и монтаж муфт и заделок проверяют во время их производства, т. е. выполняют технический надзор, который целиком и полностью лежит на той организации, которая будет эксплуатировать кабельные линии.

В основном технический надзор заключается в проверке удостоверения электромонтажников, выполняющих кабельные работы, разрешающего им выполнять кабельные работы; в ознакомлении с заводскими протоколами на кабель; в контроле по месту кабельной трассы и сооружений; в наблюдении за качеством работ во время прокладки кабеля и монтажа в нем муфт и заделок; в проверке мероприятий по антикоррозионной защите, предусмотренной проектом.

При осмотре кабельных сооружений проверяют наличие уклонов для стока воды, электрическое освещение, вентиляцию, соответствие размеров проекту, состояние железобетонных конструкций и др.

Проверка качества работ по прокладке кабеля включает:

контроль по динамометру за усилием тяжения кабеля;

определение допустимых радиусов изгибов, глубины прокладки и расстояний между параллельно уложенными кабелями, а также расстояний между крайними кабелями и стенами сооружений;

определение расстояний на пересечениях и сближения кабелей с различными сооружениями и технологическими трубо- и продуктопроводами;

контроль за наличием песчаной подушки под кабель, защитных покрытий, запасов кабеля перед муфтами, маркировочных бирок.

Кабели после прокладки, монтажа кабельных муфт и концевых заделок испытывают по нормам, предусмотренным ПУЭ. Одновременно с испытаниями проверяют соответствие жил по фазам обоих концов линии независимо от их расцветки: ПУЭ установлен порядок чередования расцветок фаз шин РУ. Фаза  $Z_1$  шин окрашивается в желтый цвет, фаза  $Z_2$  - в зеленый, фаза  $Z_3$  - в красный, а нулевая рабочая шина N - в голубой; изоляция жил кабельных линий - по цветам шин, к которым они присоединяются.

После включения кабельной линии под напряжение приборами проверяют фазировку. Если разность напряжений между жилами кабеля и одноименной фазой шины РУ равна нулю, это означает соответствие фаз, если разность напряжений не равна нулю, это означает несоответствие фаз и неправильное присоединение кабеля. Включение такого кабеля может вызвать короткое замыкание. Для фазировки кабельных линий напряжением 6 и 10 кВ применяют указатели напряжения 10 кВ в комплекте с добавочным сопротивлением (рис. 3.22).

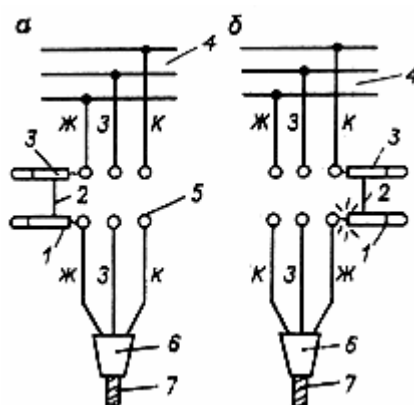


Рис. 3.22. Фазировка кабельных линий:

а - соответствие фазы кабеля и шины; б - несоответствие кабеля и шины в местах соединения;

1 - указатель напряжения; 2 - провод 3 - трубка сопротивления; 4 - шины; 5 - разъем спуска шин;  
6 - концевая заделка; 7 - кабель (Ж - желтая; З - зеленая; К - красная)

Целость жил проверяют мегомметром на напряжение 500-2500 В с предварительной оценкой сопротивления изоляции на всех жилах.

Кабельные линии до 1 кВ испытывают мегомметром на напряжение 500-2500 В в течение 1 мин; одновременно проверяют сопротивление изоляции между каждой жилой и заземленной оболочкой кабеля, а также между отдельными жилами кабеля. Сопротивление изоляции не нормируется, но в исправном кабеле оно бывает не менее 0,5 МОм.

Таблица 3.7

### Нормы испытания кабелей повышенным напряжением

Тип кабеля	Испытательное напряжение (в кВ) для кабелей напряжением, кВ					Продолжительность испытания, мин
	3	6	10	20	35	
С бумажной изоляцией в металлической оболочке	18	36	60	100	175	10
С пластмассовой изоляцией в пластмассовой или металлической оболочке	15	36	60	100	175	10
С резиновой изоляцией	6	12	20	-	-	5

Основной вид испытания кабелей напряжением выше 1 кВ - испытание повышенным напряжением (табл. 3.7).

Кабельные линии на напряжение 6-10 кВ испытывают переносным кенотронным прибором КИИ-70.

При испытании напряжение плавно поднимают до испытательного значения и держат неизменным в течение испытания. Кабели считаются выдержавшими испытание повышенным напряжением, если во время испытания не произошло пробоя изоляции, отсутствовали разряды и толчки тока утечки или нарастание тока утечки.

При сдаче кабельной линии в эксплуатацию монтажная организация оформляет техническую документацию.

На проекте кабельной линии наносят все изменения и названия организаций, с кем они согласованы. На плане кабельной линии, проложенной в траншее, указывают координаты привязки соединительных муфт к опознавательным знакам или строениям.

Для кабельных линий напряжением выше 1000 В составляют схему с указанием заводских номеров барабанов проложенных кабелей и их длины, последовательности укладки барабанов и нумерацию соединительных муфт при прокладке кабелей в траншее (рис. 3.23).

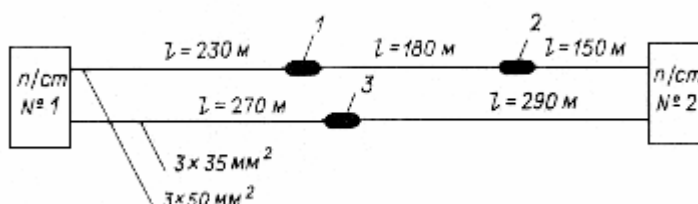


Рис. 3.23. Схема кабельной линии (1-3 номера смонтированных соединительных муфт)

Протокол прогрева кабелей на барабане перед прокладкой при низких температурах, если монтаж производился при температурах ниже -10 °С. В техническую документацию также входят:

журнал прокладки кабелей; акты (журналы) разделки кабельных муфт напряжением выше 1000 В; паспорта на эпоксидные муфты напряжением выше 1000 В; протоколы испытания силовых кабелей после окончания монтажа; протокол измерения сопротивления изоляции кабелей; акт сдачи - приемки кабельной линии в эксплуатацию; ведомость изменений и отступлений от проекта; ведомость технических документов, предъявляемых при сдаче.

Формы документов приведены в Инструкции по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам.

## ГЛАВА 4

### МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК

#### КЛАССИФИКАЦИЯ МУФТ И ЗАДЕЛОК

Кабельные линии соединяют между собой муфтами, а присоединение их к зажимам электроустановок осуществляют муфтами и заделками.

Основные требования к муфтам и заделкам - их равнопрочность по конструкции с соответствующими им силовыми кабелями. Число соединительных муфт на 1 км кабельной линии, как правило, не должно превышать шести.

Выбор и область применения муфт и заделок определяется "Технической документацией на муфты для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ", а для взрывоопасных зон "Инструкцией по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон" ВСН 332-74/ММСС СССР.

В соответствии с ПУЭ во взрывоопасных зонах любого класса запрещается устанавливать соединительные и ответвительные муфты, за исключением искробезопасных цепей. Ввод кабелей в электроустановки взрывоопасных зон должен выполняться при помощи вводных устройств, а места вводов уплотнены.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iа для электрических машин большой мощности, не имеющих вводных муфт, допускается устанавливать все виды концевых заделок в шкафах со степенью защиты IP54, расположенных в местах, доступных лишь для обслуживающего персонала, и изолированных от взрывоопасной зоны (например, в фундаментных ямах), при условии наличия системы вентиляции и контроля избыточного давления, температуры и других параметров в соответствии с ГОСТ 22782.4-78 и инструкции по монтажу и эксплуатации на конкретную электрическую машину или аппарат.

В табл. 4.1 приведены заделки и муфты для применения в электроустановках при сооружении наземных объектов магистральных трубопроводов, например, компрессорных и насосных станций и др.

Таблица 4.1

**Соединительные и концевые муфты и заделки**

Наименование	Тип, марка	Напряжение, кВ	Область применения
Для кабелей с бумажной изоляцией			
Соединительная эпоксидная муфта	СЭ; СЭв; СЭс; СЭм	1, 6, 10	Для кабелей, проложенных в земле, туннелях, каналах и других кабельных сооружениях, при температуре окружающей среды $\pm 50^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 98 % при температуре до $35^\circ\text{C}$
Соединительная и ответвительная чугунная муфта	СЧ; СЧм; ОЧт; ОЧу; ОЧк	1	То же, для соединения и ответвления трех- и четырехжильных кабелей
Соединительная и свинцовая муфта	СС; ССсл	6, 10	Для кабелей, проложенных в земле, туннелях, каналах и других кабельных сооружениях, при температуре окружающей среды $\pm 50^\circ\text{C}$ и относительной влажности до 98 % при температуре до $35^\circ\text{C}$
Концевая муфта с алюминиевым, чугунным и стальным корпусом	КНА; КНЧ; КНСт	6, 10	Для наружной установки
Концевая мачтовая муфта с алюминиевым или чугунным корпусом	КМА; КМЧ		То же, и при переходе на воздушные линии
Концевая эпоксидная муфта	КНЭ	1,6, 10	Для наружной установки
Концевая эпоксидная заделка	КВЭ	1,6,10	Для внутренней и наружной установки при условии защиты заделки от действия атмосферных осадков, запыления и солнечных лучей
Концевая эпоксидная муфта	КВЭп	6, 10	Для внутренней установки для сырых и особо сырых помещений
Концевая заделка из самоклеющихся лент	КВсл	1, 6, 10	Для внутренней установки
Концевая заделка в свинцовых перчатках	КВС	1,6, 10	То же, и наружной при условии полной защиты заделки от атмосферных осадков и запыления
Концевая заделка с воронкой овальной, круглой формы и малогабаритная	КВБо, КВБк, КВБм	1, 6, 10	Тоже

Кабели с пластмассовой изоляцией			
Соединительная муфта из самосклеивающихся лент	ПСсл	1, 3, 6, 10	Для кабелей, проложенных в земле, туннелях, каналах и других кабельных сооружениях
Концевые мачтовые муфты	ЗПКМЧ, 4ПКМЧ	1	Для наружной установки
Концевая заделка из липких пластмассовых или самосклеивающихся лент	ПКВ	1, 3, 6, 10	
Концевая заделка с эпоксидным корпусом	ПКВЭ	1, 3, 6, 10	То же, в сырых и особо сырых помещениях
Концевая заделка с эпоксидным корпусом	ПКВЭО	1, 3, 10	То же, однофазная
Концевые заделки для кабелей ВБВ и АББВ	-	< 1	Для открытой установки во взрывоопасных зонах и производствах с химически активными средами

#### МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖА КАБЕЛЬНЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК

Материалы и изделия, применяемые при монтаже кабельных муфт и заделок, приведены в табл. 4.2, а принадлежности - в табл. 4.3.

Таблица 4.2

#### Материалы и изделия для монтажа кабельных муфт и заделок

Материал или изделие	ГОСТ или ТУ
Ветошь	
Гильзы соединительные медные для кабелей до 10 кВ	ГОСТ 23469.1-82
Жир паяльный	ТУ 36.1170-79
Замазка рамная	ТУ 48.08.24-77
Кварц молотый пылевидный	ГОСТ 9077-82
Клей ХВК-2а	ТУ 6.10.463-75
Клей 88-Н	ТУ 36.105-1061-76
Компаунд эпоксидный:	
К-115	ТУ 6.05.1251-75
К-176	ТУ 6.05.1251-75
УП-5-199	ТУ 6.05-241-171-80
УП-5-199-1	ТУ 6.05.241.171-80
Э-2200	Производство ЧСФР
Комплекты бумажных роликов, рулонов и бобин хлопчатобумажной пряжи для	ГОСТ 8327-77Е

монтажа муфт силовых кабелей	
Лак битумный:	
БТ-577	ГОСТ 5631-79
БТ-99	ГОСТ 8017-74
Нитки:	
хлопчатобумажные швейные	ГОСТ 6309-87
капроновые	ОСТ 11-33-74
Нить вискозная на сновальных и секционных катушках	ГОСТ 14862-76
Нитки льняные	
Отвердитель:	
полиэтилен полиамин (ПЭПА)	ТУ 6.02.594-80Е
диэтилентриамин (ДЭТА)	ТУ 6.02.914-79
УП-0633М	ТУ 6.05.1863-78
УП-0636	ТУ 6.05.241-82-78
Парафины нефтяные твердые	ГОСТ 23683-79
Паста кремнийорганическая КПД	ТУ 6.02.833-78
Перчатки хирургические резиновые	
Припой оловянно-свинцовые	ГОСТ 21930-76
Полосы припоя А	ТУ 48.21-71-72
Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров	ГОСТ 22483-77
Проволока стальная оцинкованная для бронирования электрических проводов и кабелей	ГОСТ 1526-81
Продукт (клей) ПЭД-Б	ТУ 6.05.211.943-74
Пряжа хлопчатобумажная суровая крученая для ткацкого производства	ГОСТ 6904-83
Лаки кремнийорганические электроизоляционные	ГОСТ 16508-70
Лак этилцеллюлозный	ТУ 6.10.691-69
Лак электроизоляционный пропиточный	
ГФ-95	ГОСТ 8018-70
Цапонлак	ОСТ 6.10.391-74
Лакоткань электроизоляционная	ГОСТ 2214-78Е
Лента самосклеивающая:	
ЛЭТСАР	ТУ 38.103.171-80
ЛЭТСАР ЛП	ТУ 38.103.272-80

ЛЭТСАР ЛПП	ТУ 38.103.419-78
ЛЭТСАР ЛПм	ТУ 38.403.336-79
ЛЭТСАР ЛППм	ТУ 38.103.523-82
ЛЭТСАР ЛПТ	ТУ 38.103.418-78
Лента:	
поливинилхлоридная электроизоляционная	ГОСТ 16214-86Е
из поливинилхлоридного пластика	ТУ 6.05.1254-75
электроизоляционная из стеклянных нитей ЛЭС	ГОСТ 5937-81
изоляционная прорезиненная	ГОСТ 2162-78
Лак ЭА-4	ОСТ 6.10.391-74
для электропромышленности	ГОСТ 4514-78
смоляная	ТУ 16.503.020-76
Наконечники кабельные алюминиевые и медноалюминиевые, закрепляемые опрессовкой	ГОСТ 9581-80
Наконечники медные, закрепленные опрессовкой	ГОСТ 7386-80
Растворитель:	
бензин	ГОСТ 3134-78
сольвент каменноугольный	ГОСТ 1928-79
ксилол каменноугольный	ГОСТ 9949-76
ткани хлопчатобумажные бязевой группы	ГОСТ 11680-76
Состав уплотнительный УС-65	ТУ 48.01.74-78
Составы для заливки кабельных муфт	ГОСТ 6997-77
Состав вязкий пропиточный МП	ОСТ 160.686.052-73
Кислота стеариновая техническая	ГОСТ 6484-64
Трубка:	
кремнийорганическая	ТУ 16.503.031-76
наиритовая	ТУ 38.105.1061-76
трехслойная	ТУ 16.505.930-76
термоусаживаемая	ТУ МИ.584-80
из поливинилхлоридного пластика	ГОСТ 19034-82
Фольга:	
кашированная	ФКПП-120
алюминиевая для технических целей	ГОСТ 618-73



Шнуры асбестовые	ГОСТ 1779-83
Шпагат технический	
Эмали:	
ХВ-124 разных цветов и ХВ-125	ГОСТ 10144-74
эмали марок ГФ-92	ГОСТ 9151-75

Таблица 4.3

### Принадлежности для монтажа муфт и заделок\*

\* В основу перечня принадлежностей положен набор НКИ-3, а также электромонтажные электромеханизмы, приспособления и инструменты для кабельных работ Главэлектромонтажа Минмонтажспецстроя СССР.

Наименование	Число
Аптечка медицинская	1
Банки металлические 0,5 и 1,5 л	2
Ведро для разогрева кабельного состава	1
Ведро оцинкованное на 10 л	1
Воронка металлическая для заливки кабельного состава	1
Грузики со струной	1
Зеркало в оправе и кожухе	1
Зубило слесарное 25х60	1
Канистра емкостью 5 л	1
Кардошетка	1
Кисть волосяная КВП № 8	1
Клещи газовые 250	1
Ключ разводной 30	1
Ключи гаечные 8, 9, 13, 14, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41 (набор)	1
Ключи торцовые 14, 17, 19 и 22 (набор)	1
Ковш для разогрева припоя на 6-8 кг	1
Ковш для разогрева парафина	1
Коврик резиновый	1
Крестовина под кабель	2
Крючок с деревянной ручкой	1
Лампа паяльная	1
Набор для пропано-воздушной пайки	1
Ложка разливочная для припоя	1

Лом	1	
Лопата стальная	1	
Лоток из кровельной стали	1	
Метр складной деревянный	1	
Метр складной металлический	1	
Мешалка для размешивания кабельного состава	2	
Молоток слесарный с ручкой	1	
Молоток деревянный	1	
Перчатки медицинские резиновые (пара)	2	
Пинцет 100 мм	1	
Плоскогубцы универсальные электромонтажные 200 мм	2	
Подставка для монтажа соединительных муфт	1	
Полотна ножовочные 16х300х0,8	5	
Приспособление для замера глубины вдавливания при опрессовке наконечников и гильз	1	
Противень для прошпарочного состава 520х290 мм	1	
Разбортовка оболочек кабеля сечением до 70 мм <sup>2</sup>	1	
То же, 95-240 мм <sup>2</sup>	1	
Разогреватель кабельного состава или жаровня	1	
Рукавицы брезентовые (пара)	2	
Рулетка длиной 10 м	1	
Скребок для зачистки жил кабеля	1	
Станок ножовочный с ограничителем (бронерезка)	1	
Стул складной	1	
Термос для подогрева банки с комплектом бумажных роликов и рулонов	1	
Термометр на 0-200 °С в футляре	1	
Термопара ТХК-0515 с гальванометром или термометр на 0-600 °С в металлической оправе	1	
Тигель чугунный	1	
Устройство переговорное ПУ-71 для связи по жилам кабеля или телефонные трубки с батареями для карманного фонаря (по 2 шт.)	1	
Установка с инфракрасными газовыми горелками	1	
Напильник АЗ15 № 1 с ручкой	1	
То же ГЗ15 № 1	1	
То же ДЗ15 № 1	1	

Нож монтерский НМ-2	1
Нож садовый	1
Нож консервный	1
Нож НКА-1м для нарезания алюминиевой оболочки кабеля	1
Ножницы секторные НС-3	1
Ножницы 250	1
Обколотка для осаживания свинцовой трубы	1
Острогубцы 150	1
Отвертка 7810-0330 ГОСТ 17199-88 Е	1
То же 7810-0312	1
Очки защитные 030/1 со стеклами	1
То же 030/6 со светофильтрами	1
Палатка брезентовая с каркасом	2
Паяльник массой 500 г	1
То же, 300 г	1
Шаблон для изгибания жил кабеля сечением до 70 мм <sup>2</sup>	1
То же, 95-240 мм <sup>2</sup>	1
Штангенциркуль	1

## СОЕДИНЕНИЕ, ОТВЕТВЛЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ

Алюминиевые и медные жилы кабелей при монтаже муфт соединяют и оконцовывают опрессовкой, сваркой или пайкой (табл. 4.4).

Механизмы и инструмент для скругления однопроволочных секторных алюминиевых жил приведены в табл. 4.5, а для соединения и оконцевания опрессовкой в табл. 4.6, медных - в табл. 4.7.

Свободный конец заземляющего проводника оконцовывается наконечником сваркой, опрессовкой или пайкой.

Таблица 4.4

### Способы оконцевания, соединения и ответвления алюминиевых и медных жил силовых кабелей 1-10 кВ

Алюминиевые жилы кабеля	Площадь сечения жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Медные жилы кабеля	Площадь сечения жил кабеля, мм <sup>2</sup>
Оконцевание		Оконцевание	
Опрессовка трубчатыми наконечниками ТА и ТАМ и штифтовыми наконечниками ШП	16-240	Опрессовка трубчатыми наконечниками	4-240
Штамповка наконечника из однопроволочной жилы пороховым прессом	25-240	Пайка наконечника П	1,5-300

Пайка наконечника П	16-240	Пайка многопроволочной жилы с образованием монолита при втычном наконечнике	16-240
Пропано-кислородная сварка пластинами из сплава АД.31Т1	50-240	Соединение	
Электродуговая сварка в защитном газе наконечника ШАС	16-240	Опрессовка трубчатыми гильзами	4-240
		Пайка в гильзах	4-300
Соединения		Ответвление	
Опрессовка трубчатыми гильзами	16-240	Пайка в гильзах тройниковой формы	
Термитная сварка соединением жил встык	16-800		
Пайка способом полива	16-240		
Пайка непосредственным сплавлением припоя	16-240		
Пропано-кислородная сварка в стальных формах	16-240		
Ответвление			
Пайка способом полива припоя в формах	16-240		
Пайка непосредственная сплавлением припоя в формах	16-240		

Таблица 4.5

**Механизмы и инструмент для скругления однопроволочных секторных алюминиевых жил**

Площадь сечения однопроволочной секторной жилы, мм <sup>2</sup>	Пресс РМП-7М	Прессы ПГЭ-20, ПГР-20М1
	Матрица и пуансон для инструментов	
	ИСК	НИСО
25	A7-CO	A25
35	A8-CO	A35
50; 70	A9-CO	A50; A70
95	A11; 12-CO	A95
120	A13-CO	A120
150	-	A150
185	-	A 185; 120СК; 150СК
120СК; 150СК	-	A185; 120СК; 150СК
185СК	-	A240; 185СК

240	-	A240; 185СК
-----	---	-------------

Таблица 4.6

**Механизмы и инструмент для соединения и оконцевания опрессовкой  
алюминиевых жил кабелей**

Площадь сечения мм <sup>2</sup> , класс жилы по ГОСТ 22483-77	Наконечник			Гильза ГОСТ 23469.2-79	Механизм, инструмент и остаточная высота после опрессовки						
					Прессы ПГЭ-20, ПГР-20М1		Прессы РМП-7м, ПГЭМ-2м		Клещи ПК-1м		
	алюми- ниевый ГОСТ 9581-80	медно- алюми- ниевый ГОСТ 9581-80	штифто- вый медно- алюми- ниевый ТУ 36.849-76		Матрица и пуансон НИСО	h, мм	Матриц а и пуансон УСА	h, мм	Матриц а	Пуансо н	h, мм
16 КО, 16К	ТА-4	ТАМ-4	ШП-5-10	16-5,3	A5,4;	5,5	УСА-1	5,5	1A5,4	1A5,4	4
25КО, 25СО, 25К	ТА-7	ТАМ-7	ШП-7-15	25-7,1	7				6; 1A7	6; 7	6
35КО, 35СО, 35К	ТА-8	ТАМ-8	ШП-8-15	35-8	A8;9	7,5	УСА-2	7,5	1A8	1A8	7
50КО,50СО,50 К	ТА-9	ТАМ-9	ШП-9-15	50-9							
70КО, 70СО, 70К	ТА-11	ТАМ-11	ШП-11-15	70-11							
70С, 95КО, 95СО 95К, 120КО,	ТА-12	ТАМ-12	ШП-12-15	70-12	A11; 12; 13	9,5	УСА-3	9,5			
120СО	ТА-13	ТАМ-13	ШП-13-15	95-13							
95С, 150КО, 150СО, 120К	ТА-14	ТАМ-14	ШП-14-15	120-14	A14;16;1 7	11,5	УСА-4	11,5			
120С, 120СК, 185КО, 185СО	ТА-16	ТАМ-16	ШП-16-15	150-16							
150С, 150СК, 150К	ТА-17	ТАМ-17	ШП-17-15	150-17							
185К, 240КО, 240СО	ТА-18	ТАМ-18	ШП-18-15	185-18	A 18; 19,20	12,5					
185С, 185СК	ТА-19	ТАМ-19	ШП-19-15	185-19							
-	ТА-20	ТАМ-20	ШП-20-15	240-20	A22	14					
240К, 240С	ТА-22	ТАМ-22	-	240-22							

Примечание. К - круглая многопроволочная; С - секторная многопроволочная; КО - круглая однопроволочная; СО - секторная однопроволочная, СК - секторная комбинированная по ГОСТ 1840-73.

**Механизмы и инструмент для соединения и оконцевания опрессовкой медных жил кабелей\***

\* Механизмы, инструменты, наконечники и гильзы для соединения и оконцевания опрессовкой медных жил с площадью сечения до 16 мм<sup>2</sup> приведены в "Инструкции по оконцеванию, соединению и ответвлению алюминиевых и медных жил изолированных проводом и кабелей и соединения их с контактными выводами электротехнических устройств". Устройство заземления металлических оболочек и брони кабеля, металлических корпусов и конструкций необходимо для безопасности персонала, обслуживающего кабельную линию, а также предохранения металлической оболочки кабеля от выплавления при пробое изоляции кабеля на землю.

Площадь сечения жилы, мм <sup>2</sup>	Наконечник по ГОСТ 7386-80	Гильза по ГОСТ 23469.3-79	Механизмы и инструмент			Остаточная высота h в месте опрессовки, мм
			прессы ПГЭ-20 ПГР-20М1	пресс РМП-7м	пресс ПГЭП-2м	
			Матрица и пуансон НИОМ			
16	6-6; 6-8	16-6	16	16	16	4,3
25	8-6; 8-8; 8-10	25-8	25	25	25	5
35	10-8; 10-10 10-12	35-10	35	35	35	5,5
50	11-8; 11-10; 11-12	50-11	50	50	50	6,5
70	13-10; 13-12	70-13	70	70	70	7,3
95	15-10; 15-12	95-15	95	-	95	8,5
120	17-12; 17-16	120-17	120	-	-	11
150	19-12; 19-16	150-19	150	-	-	12
185	21-12; 21-16	185-21	185	-	-	13
240	24-16; 24-20	240-24	240	-	-	15

Провод заземления присоединяют к оболочке кабеля при помощи бандажной стальной проволокой диаметром 1-1,4 мм с последующей припайкой оловянно-свинцовым припоем. Места припайки к оболочке предварительно зачищают и обслуживают: свинцовую оболочку - оловянно-свинцовым припоем, алюминиевую - сначала припоем "А", а затем оловянно-свинцовым.

Провод заземления присоединяют к металлическому экрану кабеля с пластмассовой изоляцией, как указано выше, но для разогрева используют электрический паяльник, а в качестве флюса применяют паяльный жир. Применение для пайки к экрану газовой горелки или паяльной лампы не допускается.

При лужении и пайке применяют паяльный жир и флюсы, марки которых приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8

**Флюсы для пайки**

Наименование (тип, марка)	ГОСТ или ТУ	Температура размягчения, °С	Температурный интервал флюсующего действия, °С	Внешний вид флюса
Паяльный жир (флюс)	ТУ 36-1170-70	70	180-600	Однородная твердая масса желто-серого цвета
Канифоль сосновая, марки А или В	ГОСТ 19113-84	54-73	225-300	Стекловидная желтая масса

Раствор канифоли в этиловом спирте, КСП	ОСТ410.033.000	-	225-300	Жидкость от желтого до светло-коричневого цвета
Кислота стеариновая техническая	ГОСТ 6484-64	55-65	185-240	Чешуйчатая белая со слегка желтоватым оттенком масса или порошок

Продолжительность каждой пайки во избежание перегрева изоляции кабеля не более 3 мин.

### МОНТАЖ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ И КОНЦЕВЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК ДЛЯ КАБЕЛЕЙ С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Технические данные соединительных, ответвительных, концевых муфт и заделок приведены в табл. 4.9, маркоразмеры - в табл. 4.10 (рис. 4.1-4.13).

Технологическая последовательность монтажа концевых заделок КВсл из самоклеющихся лент (см. рис. 4.11).

1. Проверяют бумажную изоляцию на отсутствие влаги в разогретом до 150 °С парафине.
2. Конец кабеля распрямляют на длине 1,5 м и разделяют согласно общим указаниям. Производят пайку заземляющего проводника.
3. Снимают оболочку кабеля, удаляют поясную изоляцию до второго надреза. Жилы разводят и обезжиривают чистой салфеткой, смоченной бензином. Жилы оконцовывают наконечниками.
4. Трубчатую часть наконечников и ступень металлической оболочки покрывают тонким слоем лака КО-916. От ступени поясной изоляции до контактной части наконечников по всей длине жил выполняют двухслойную подмотку лентой ЛЭТСАР. Ленту наматывают с 50%-ным перекрытием и с натяжением так, чтобы ширина ленты составляла 70% от исходной ширины.
5. Для уплотнения в корешке изготавливают четыре конуса из ленты ЛЭТСАР. Выматывают без натяжения. Образовавшийся внутренний конус обрезают. Конусы покрывают лаком КО-916 и вставляют в корешок кабеля, один в центр и три - по окружности между жил. Жилы кабеля сжимают и закрепляют бандажем из ленты ЛЭТСАР на расстоянии 30 мм от среза поясной изоляции. Для устранения щелей в корешке производят уплотнительную подмотку лентой с крестообразными витками между жилами и вокруг всех жил. Далее начиная выше среза поясной изоляции на 30 мм, по оболочке и с заходом на наружный покров кабеля 20 мм выполняют трехслойную подмотку лентой ЛЭТСАР.

Таблица 4.9

#### Соединительные и концевые муфты и заделки для кабелей с бумажной изоляцией (разность уровней 10 м и более)

Наименование заделки или муфты	Тип, марка	Площадь сечения жил кабеля (в мм <sup>2</sup> ) при напряжении, кВ			ГОСТ или ТУ
		1	6	10	
Эпоксидные соединительные муфты	СЭ-1	-	10-70	16-50	ТУ 36.473-79
	СЭ-2	-	95-120	70-95	
	СЭ-3	-	150-185	120-150	ТУ 36.2305-80
	СЭ-4	-	240	185-240	
	СЭВ-1	<120	<70	<50	ТУ 95.681-80
	СЭВ-2	150-240	95-120	70-95	
	СЭВ-3	-	150-185	120-150	

Свинцовые муфты	СЭВ-4	-	240	185-240	
	СЭс-1	10-50	-	-	
	СЭс-2	70-120	-	-	
	СЭс-3	150-240	-	-	
	СЭМ-1	<10	-	-	
	СЭМ-2	16-50	-	-	ТУ МЭ3587/1
	СЭМ-3	70-120	-	-	
	СЭМ-4	150-240	-	-	
	СС-60	-	10-16-25	-	
	ССсл-60	-			
	СС-70	-	35-50-70	16-25	
	ССсл-70	-			
	СС-80	-	95-120	35-50-70	ГОСТ 13781.2-77Е
	ССсл-80				
	СС-90	-	150	95-120	
	ССсл-90				
	СС-100	-	185-240	150	
	ССсл-100				
	СС-110	-	-	185-240	
	ССсл-110	-			
Концевые муфты:					
трехфазные	КНА	-	<240	<240	ТУ 16.538-280-79
	КНЧ	-	240	240	
	КНСт	-	240	240	
мачтовые	КМА	<240	10-240	10-240	ТУ 16.538-285-76Э
	КМЧ	240	10-240	10-240	ТУ 16.538-337-79
эпоксидные	КНЭ1-I	16-120	-	-	ТУ 36-1680-82
	КНЭ1-II	150-240	-	-	
	4КНЭ1-I	16-95	-		ТУ 36-472-82
	4КНЭ1-II	120-185			
	КНЭ10-I	-	16-120	16-120	
	КНЭ10-II	-	150-240	150-240	
Концевые эпоксидные заделки	КВЭ-1	<70	10-35	-	
	КВЭ-2	95	50	16-35	
	КВЭ-3	120-150	70-95	50-70	



Концевые эпоксидные муфты	КВЭ-4	185	120-150	95-120	ТУ 16.538-251-81
	КВЭ-5	240	185	150	
	КВЭ-6	-	240	185-240	
	КВЭп-I	-	10-50	10-50	
	КВЭп-II	-	70-120	70-120	
	КВЭп-III	-	150-240	150-240	
	КВЭп-IV	-	120-240	120-240	
Концевые заделки	КВсл-1	6-95	10-70	16-50	ТУ 36.2307-80
	КВсл-2	120-185	95-150	70-120	
	КВсл-3	240	185-240	150-240	
	КВС-1	<16	-	-	
	КВС-2	25-35	10-25	16	
	КВС-3	50-70	35-50	25	
	КВС-4	95-120	70-95	35-50	
	КВС-5	150-240	120-150	70-120	
	КВС-6	-	185-240	150-240	
	КВБо-1	-	<16	-	
	КВБо-2	-	25-50	<16	
	КВБо-3	-	70-120	25-50	
	КВБо-4	150-185	150-185	70-120	
	КВБо-5	240	240	150-185	
	КВБо-6	-	-	240	
	КВБк-1	-	<16	-	
	КВБк-2	-	25-50	<16	
	КВБк-3	-	70-120	25-50	
	КВБк-4	150-180	150-185	70-120	
	КВБк-5	240	240	150-185	
	КВБк-6	-	-	240	
	КВБм-1	<16	-	-	
	КВБм-2	25-35	-	-	
	КВБм-3	50-70	-	-	
	КВБм-4	95-120	-	-	

6. По всей поверхности намотанной лентой ЛЭТСАР производят намотку в один слой с 50%-ным перекрытием поливинилхлоридной лентой.

При наличии в комплекте ленты ЛЭТСАР ЛПТ ею производят намотку второго слоя по жилам и двух слоев - на корешок поверх намотанных по одному слою лентой ЛЭТСАР.

7. Выполненная работа должна быть сдана ИТР, осуществляющему технический надзор на монтаже и оформлена в кабельном журнале.

Технологическая последовательность монтажа свинцовых соединительных муфт СС (см. рис. 4.5).

1. Проверяют бумажную изоляцию на влажность в разогретом до 150° парафине.

2. Концы кабеля выпрямляют и укладывают на подставки. На расстоянии Б от концов накладывают бандаж, снимают жгут. На размер В на броню кабеля накладывают бандаж из оцинкованной проволоки. Броню надрезают и удаляют, оболочку очищают. На один из концов надевают свинцовую трубу. На длине 70 и 95 мм от обреза брони на оболочке выполняют два кольцевых надреза, оставшуюся часть оболочки удаляют.

3. Поясную изоляцию удаляют и обрывают. Изоляцию обезжиривают, жилы выгибают по шаблону. Фазовую изоляцию удаляют соответственно способу соединения. После соединения прилегающие участки жил и изоляцию пропаривают массой МП-1 при температуре 130 °С.

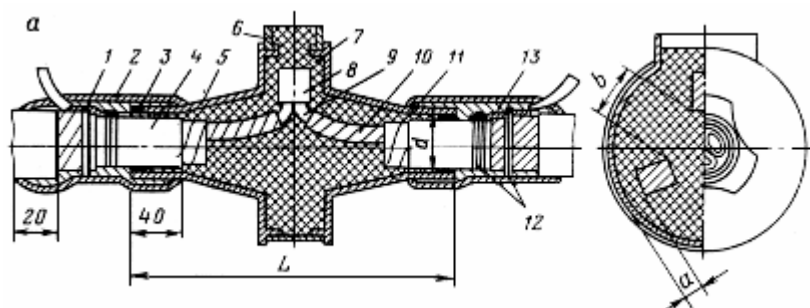
Таблица 4.10

### Маркразмеры муфт и заделок

Тип, марка муфты или заделки	Размеры, мм (рис. 4.1-4.13)																								
	A	A <sub>1</sub>	Б	В	Г	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	C	H	S	Z	I	a	в	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	m	n	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
СЭ-1	95,5					76							670				50								
СЭ-2	100					86							720				55								
СЭ-3	125,5					101							760				62								
СЭ-4	131,5					103							830				71								
СЭв-1						85	65				120		570				50								
СЭв-2						95	75				130		620				55								
СЭв-3						110	90				151		660				62								
СЭв-4						120	100				161		730				71								
СЭс-1						50							450	350	30	15	40			30	20				
СЭс-2						75							470	360	35	15	50			35	20				
СЭс-3						80							560	440	40	15	55			40	20				
СЭм-1						110							218		8	6	40								
СЭм-2						162							222		8	6	46								
СЭм-3						178							226		8	6	52								
СЭм-4						184							230		8	6	60								
СС-60												3		450	260			60							
ССсл-60												3		475	280			70							
СС-70												3,5		525	300			80							
ССсл-70												3,5		550	330			90							

СС-80									3,5	600	350		100						
ССсл-80									3,5	690	370		110						
СС-90																			
ССсл-90																			
СС-100																			
ССсл-100																			
СС-110																			
ССсл-110																			
КНЭ1-I	347		296	171															
КНЭ1-II	382		330	203															
4КНЭ1-I	347		296	171	98														
4КНЭ1-II	382		330	203	110														
КНЭ10-I	550		540	272															
КНЭ10-II	560		540	248															
4КНЭ1-I	157	80			90		52	28					36						
4КНЭ1-II	162	80			100		62	30					46						
КНЭ10-I	250				121	110	56						38						
КПЭ10-II	275				130	120	65						48						
КВЭ-1					80				160	15									
КВЭ-2					90				185	25									
КВЭ-3					100				190	25									
КВЭ-4					110				195	25									
КВЭ-5					120				205	25									
КВЭ-6					135				225	25									
КВЭп-I				235	50				320				35						
КВЭп-II				235	60				350				50						
КВЭп-III				260	74				380				54						
КВЭп-IV				270	78				380				44						
КВБо-1	158		96					45	215				40	58			45	80	
КВБо-2	180		112					50	250				45	65			50	85	
КВБо-3	212		130					60	300				50	74			60	95	
КВБо-4	244		148					65	340				60	90			75	110	
КВБо-5	264		162					70	370				65	97			80	115	
КВБо-6	282		172					75	395				70	106			90	125	
КВБк-1	118							45	190				40	58			45	70	





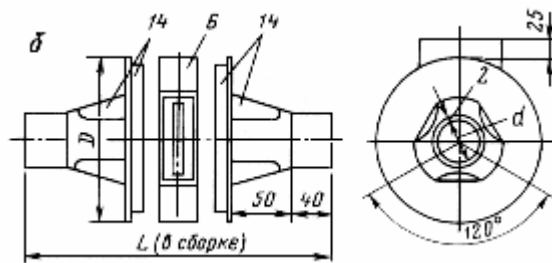


Рис. 4.4. Эпоксидная соединительная муфта СЭм:

а - общий вид муфты; б - корпус муфты; 1 - подмотка лентой ЛЭТСАР ЛПм; 2 - то же, ЛЭТСАР;  
3 - подмотка уплотняющая ЛЭТСАР ЛПм; 4 - оболочка кабеля; 5 - корпус муфты; 6 - кольцо с литником;  
7 - компаунд; 8 - соединение жил; 9 - жила; 10 - изоляция жилы; 11 - компаунд; 12 - бандаж из проволоки;  
13 - провод заземления; 14 - конусные части корпуса муфты

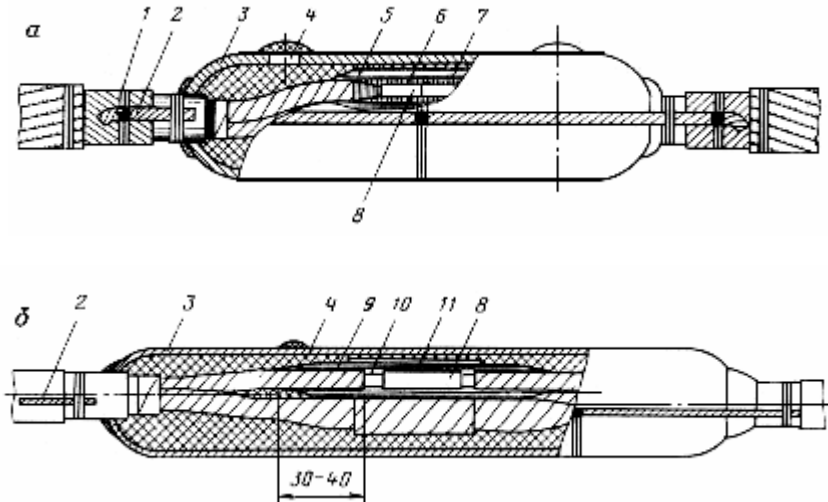


Рис. 4.5. Соединительные муфты:

а - свинцовая СС; б - свинцовая ССсл;

1 - бандаж; 2 - провод заземления; 3 - корпус муфты; 4 - заливочное отверстие; 5 - подмотка рулонами;  
6, 7 - подмотка роликами; 8 - соединительная гильза; 9 - подмотка лентой ЛЭТСАР КФ-0,5;  
10 - бандаж стеклолентой; 11 - подмотка лентой ЛЭТСАР ЛПм

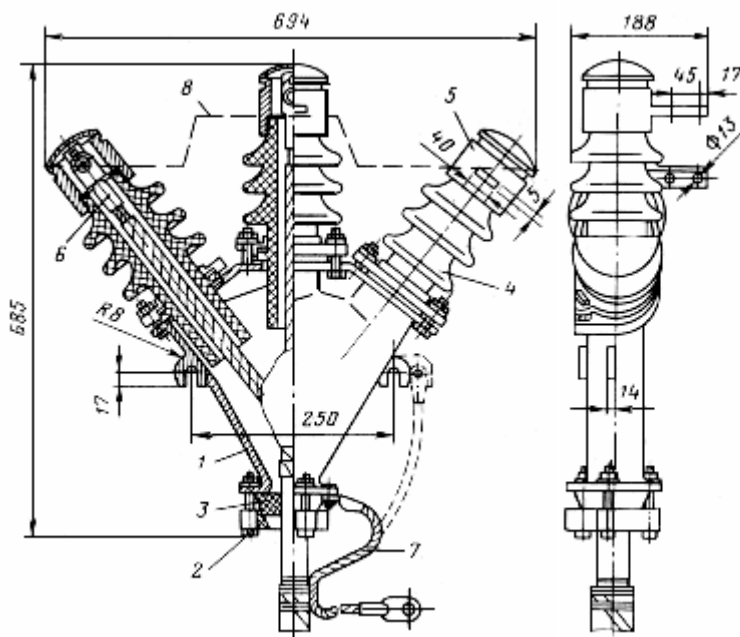


Рис. 4.6. Концевые муфты наружной установки 6 и 10 кВ КНА, КНЧ и КНСт:

1 - корпус муфты; 2 - корпус сальника; 3 - сальник; 4 - изолятор; 5 - головка изолятора; 6 - наконечник;  
7 - провод заземления; 8 - уровень заливки

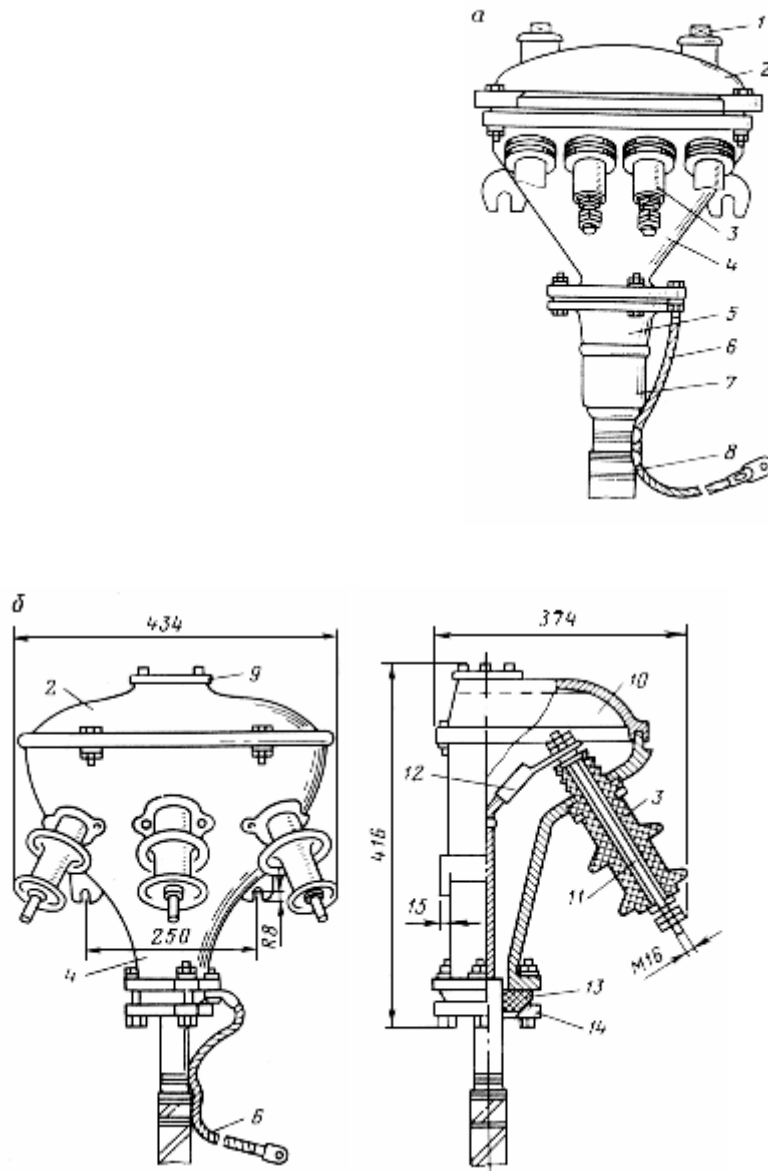


Рис. 4.7. Мачтовые муфты КМА и КМЧ:

а - на 1 кВ; б - на 6 и 20 кВ;

1 - пробка; 2 - крышка муфты; 3 - изолятор; 4 - корпус муфты; 5 - конус; 6 - провода заземления;  
7 - манжета; 8 - кабель; 9 - крышка заливочного отверстия; 10 - уровень заливки; 11 - контактный стержень;  
12 - наконечник; 13 - сальник; 14 - корпус сальника

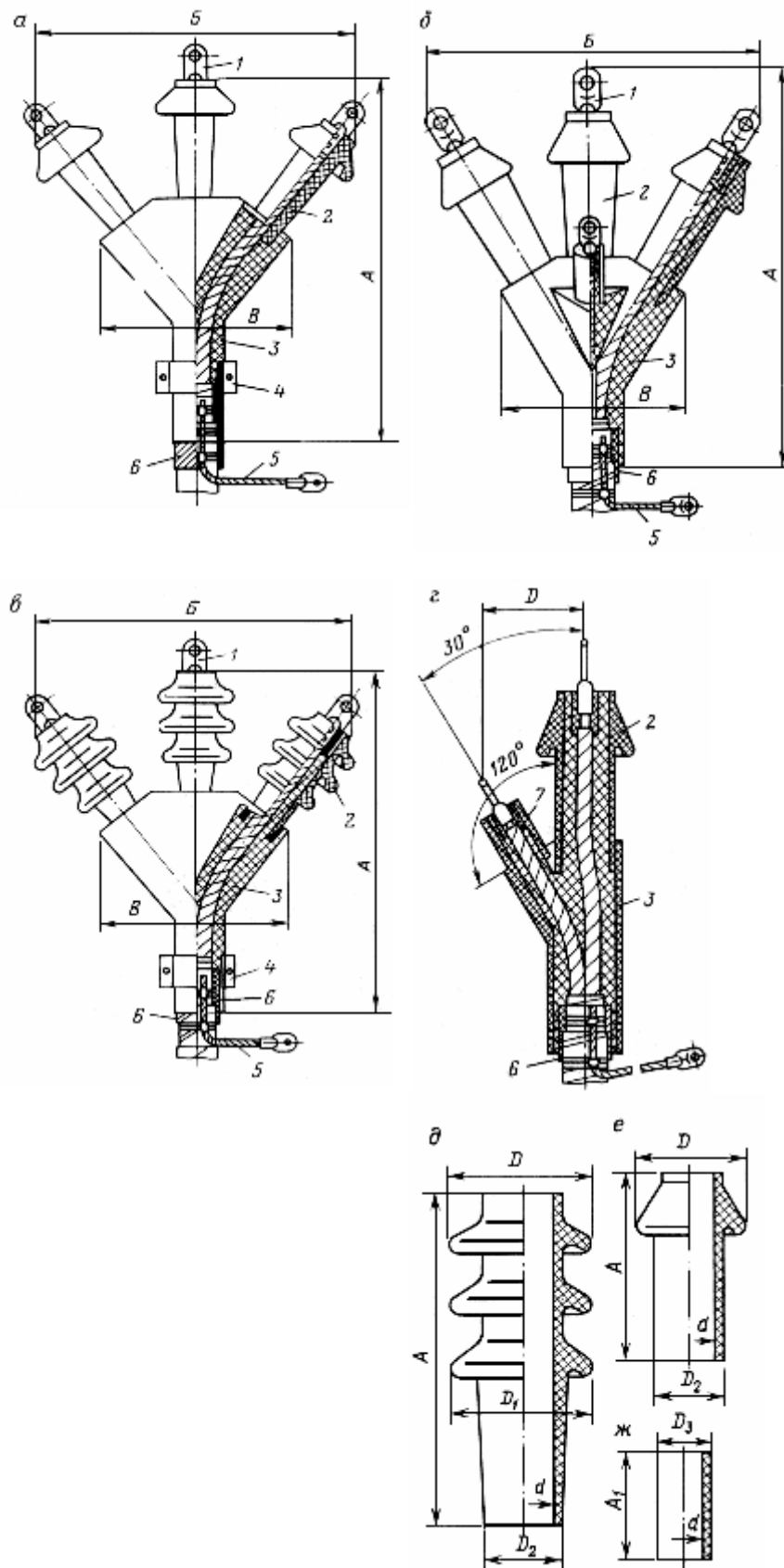


Рис. 4.8. Концевая муфта КНЭ с проходными изоляторами:

а - для трехжильного кабеля до 1 кВ; б, г - то же, - для четырехжильного кабеля до 1 кВ;

в - для кабелей 6 и 10 кВ; д - эпоксидные проходные изоляторы на 6 и 10 кВ;

е - до 1 кВ основной жилы; ж - то же, для четвертой жилы;

1 - наконечник; 2 - изолятор; 3 - корпус муфты; 4 - скоба; 5 - провод заземления; 6 - подмотка лентой, промазанной компаундом; 7 - изолятор четвертой жилы



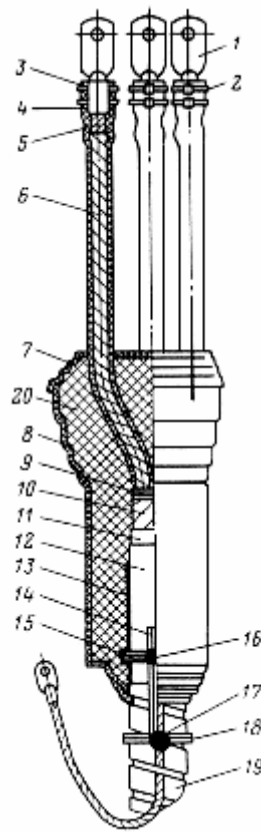
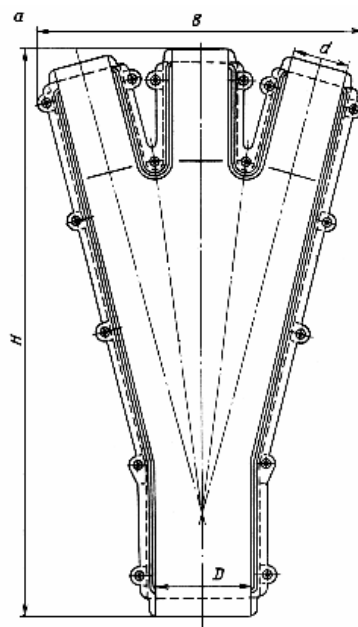


Рис. 4.9. Концевая заделка КВЭ в пластмассовой форме:

1 - наконечник; 2 - бандаж; 3, 13 - подмотка лентой ЛЭТСАР ЛПм; 4 - наиритовая трубка; 5 - жила;  
 6 - изоляция жилы; 7 - крышка формы; 8 - форма; 9 - бандаж из пряжи; 10 - поясная изоляция;  
 11 - полупроводящая бумага; 12 - металлическая оболочка; 14 - провод заземления; 15, 18 - бандаж  
 из проволоки; 16, 17 - место пайки; 19 - броня кабеля; 20 - эпоксидный компаунд



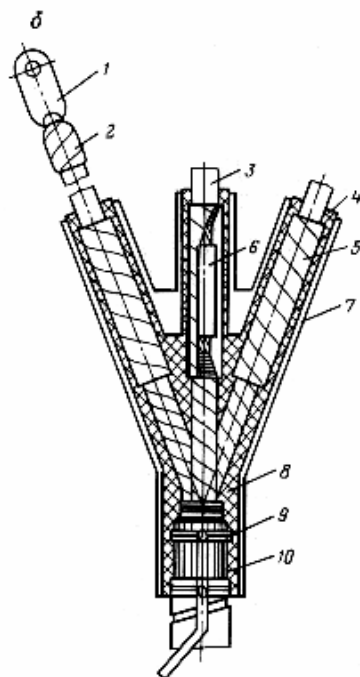


Рис. 4.10. Концевая муфта КВЭп на 6 и 10 кВ:

а - корпус муфты; б - общий вид муфты;

- 1 - наконечник; 2 - подмотка лентой ПВХ; 3 - кабель; 4 - колпачок; 5 - изолирующая подмотка;  
6 - соединительная гильза; 7 - корпус; 8 - эпоксидный компаунд; 9 - бандаж;  
10 - герметизирующая подмотка

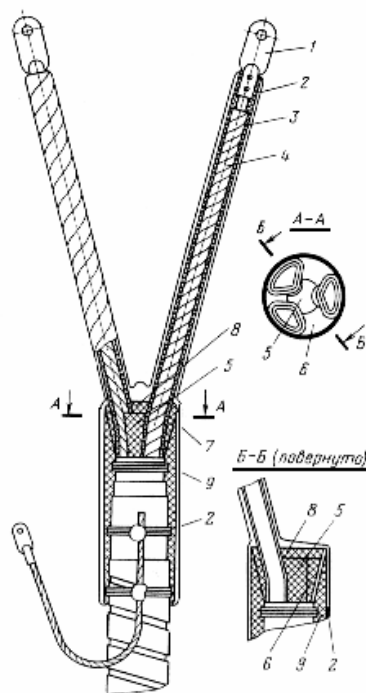


Рис. 4.11. Концевая заделка КВсл:

- 1 - наконечник; 2 - подмотка лентой ПВХ; 3 - подмотка лентой ЛЭТСАР; 4 - изоляция жилы; 5 - уплотнительный вкладыш; 6 - боковой уплотнительный вкладыш; 7 - бандаж лентой ЛЭТСАР; 8 - крестообразная уплотнительная подмотка; 9 - герметизирующая подмотка

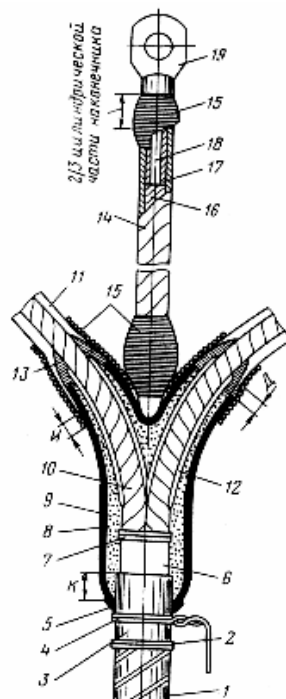
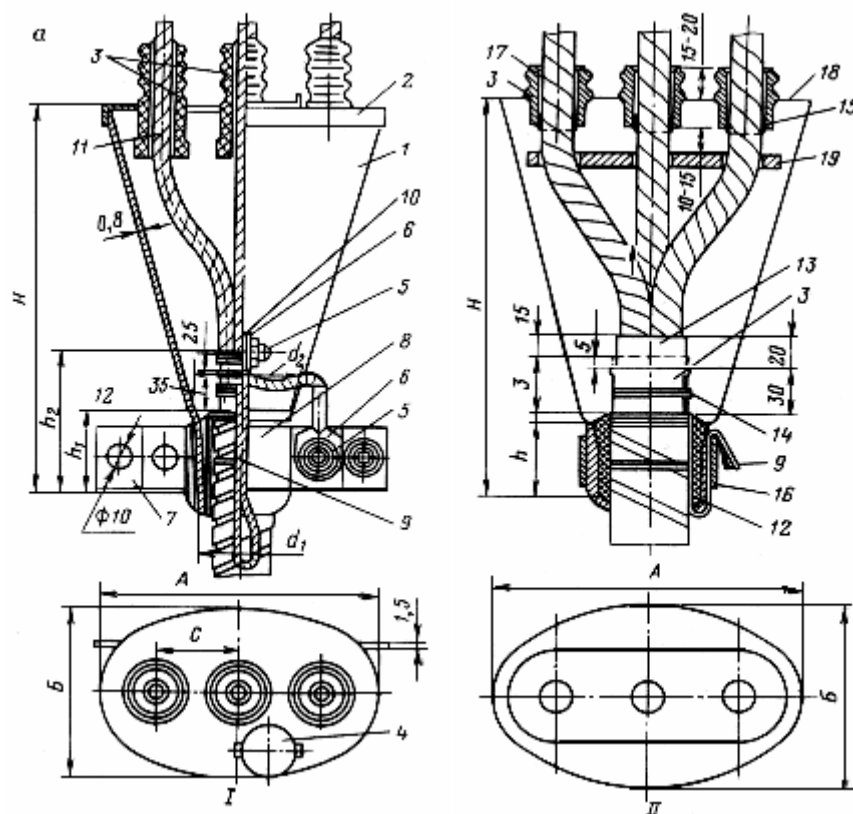


Рис. 4.12. Концевая заделка КВС:

- 1 - броня кабеля; 2 - бандаж из проволоки; 3 - оболочка кабеля; 4 - провод заземления;  
 5 - место пайки перчатки к оболочке кабеля; 6 - изоляция кабеля; 7 - бандаж из ниток;  
 8 - свинцовая перчатка; 9 - заливочный состав; 10 - жила с подмоткой локотканью; 11 - однослойная подмотка локотканью; 12 - подмотка внутри и на выходе пальцев; 13 - уплотнительная подмотка;  
 14 - подмотка на жилах; 15 - бандаж из шпагата; 16 - жила в заводской изоляции; 17 - выветривающая подмотка; 18 - оголенный участок жилы; 19 - наконечник



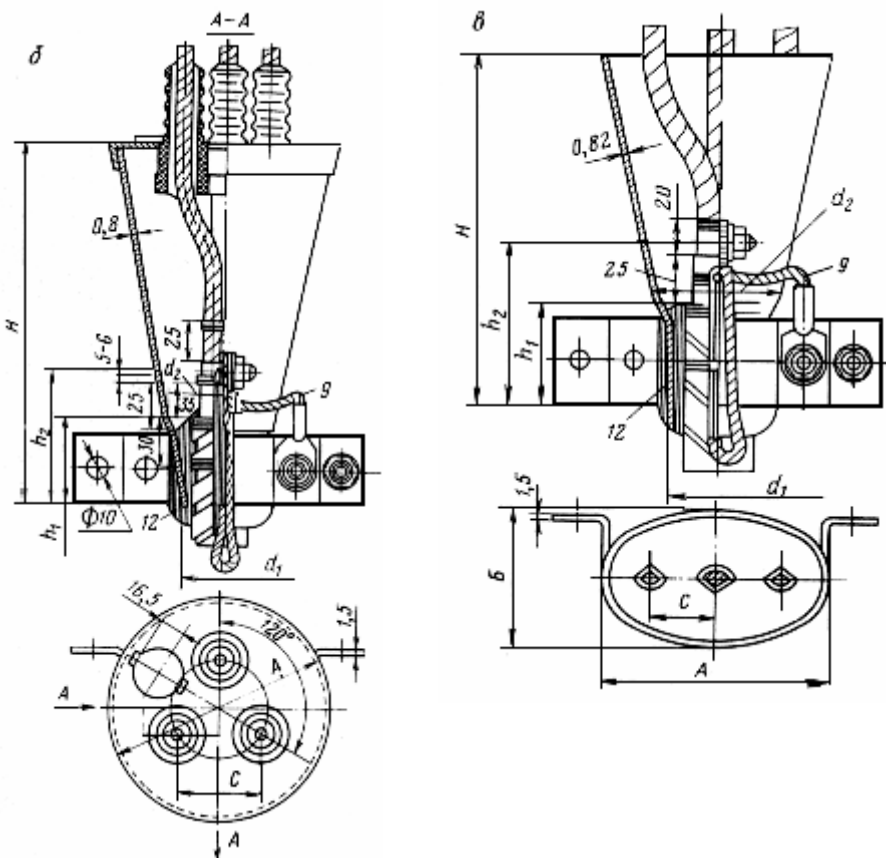


Рис. 4.13. Концевая заделка:

- а - КВБо (I - с крышкой; II - без крышки); б - КВБк; в - КВБм; 1 - воронка из кровельной стали; 2 - крышка; 3 - фарфоровая втулка; 4 - крышка заливочного отверстия; 5, 6 - болт, гайка; 7, 8 - полухомутик; 9 - провод заземления; 10 - скоба заземления; 11 - жилы кабеля с подмоткой из лент; 12 - лента смоляная; 13 - поясная изоляция; 14 - бандаж из проволоки; 15 - подмотка для посадки втулок; 16 - хомут; 17 - место заливки составом; 18 - уровень заливки составом; 19 - фарфоровая пластина

5. Изоляцию жил восстанавливают роликами (комплект разогревают до 80 °С). Оголенную часть жил покрывают 5 мм роликом до ближайшего диаметра соединения или фазовой изоляции. Затем продолжают обмотку 10 мм роликом до следующего большего диаметра фазовой изоляции или соединения, плюс еще шесть-семь слоев над местом соединения и по заводской изоляции под ширину наматываемого сверху рулона. Каждый слой ленты накладывают с усилием и без складок при зазоре 0,2-0,3 мм между соседними витками и еще раз прошпаривают разделку. На выровненной поверхности изоляции выполняют рулонную подмотку так, чтобы над поверхностью соединения толщина изоляции была равна 5 мм для 6 кВ и 7 мм для 10 кВ. Для 10 кВ рулоны с концов обрывают на конус длиной 20 мм.

6. Жилы сжимают. Роликами 25-50 мм наматывают общий бандаж толщиной 2 мм и закрепляют хлопчатобумажной пряжей. Удаляют оболочку со ступени поясной изоляции, оставляют ступень полупроводящей бумаги 5 мм (в случае отсутствия ее выполняют разбортовку оболочки). Изоляцию закрепляют бандажом из хлопчатобумажной пряжи. Место разделки прошпаривают.

7. Надевают свинцовую трубу, обколачивают торцы по диаметру оболочки, пробуривают заливочные отверстия и запаивают горловины. Массу МБМ при температуре 140 °С или МБ-70 при 160-170 °С заливают в муфту за 2-3 раза, пополняя усадку. Запаивают заливочные отверстия. Разогрев мастики на костре при паяльных лампах запрещается. На участках брони в средней части муфты припаивают провод заземления. Муфту покрывают битумной массой или асфальтовым лаком и защищают крышками, закрепляют маркировочную бирку.

8. Каждая муфта должна быть сдана ИТР, осуществляющему технический надзор на монтаже. Монтаж муфт в любое время года выполняется в палатке.

#### Технологическая последовательность монтажа концевых эпоксидных заделок КВЭ (см. рис. 4.10)

1. Проверяют бумажную изоляцию на влажность в разогретом до 150 °С парафине.

2. На очищенный участок брони накладывают бандаж из оцинкованной проволоки. Надрезают бронеленты, удаляют броню и очищают оболочку. На броню и оболочку напаивают заземляющий проводник; отмеряют ступень оболочки и поясной изоляции, выполняют два круговых надреза на оболочке.

3. Удаляют оболочку и поясную изоляцию до второго надреза, жилы кабеля разводят, изоляцию жил обезжиривают ацетоном или авиационным бензином. С концов жил удаляют бумажную изоляцию на длину трубчатой части (+10 мм). Верхние витки на длину 200-250 мм от конца жил закрепляют лентой ПВХ, жилы кабеля выгибают.

4. Определяют длину трубок так, чтобы верхняя часть трубки находила на цилиндрическую часть наконечника, а нижний конец, срезанный под углом 45°, был погружен в эпоксидный корпус не менее 30 мм. Концы трубок (нижние - по наружной, верхние - по внутренней поверхности) на длину 60-70 мм обезжиривают и обрабатывают напильником или металлической щеткой.

5. Выполняют оконцевание жил кабеля наконечниками, удаляют пояс оболочки, оставляя ступень поясной изоляции и полупроводящей бумаги, поясную изоляцию закрепляют бандажом из ниток. Поверхности брони и оболочки обезжиривают и обрабатывают напильником для создания шероховатостей.

6. На части брони, оболочки и цилиндрической части наконечников выполняют двухслойную герметизирующую подмотку из киперной ленты с промазкой эпоксидным компаундом. Трубки надвигают на наконечники и накладывают бандаж из шпагата или специальных хомутов.

7. Устанавливают и закрепляют съемную форму и заливают эпоксидный компаунд. После отверждения компаунда форму удаляют, напильником срезают острые края эпоксидного корпуса заделки.

8. Кабель закрепляют на конструкции, жилы подсоединяют к зажимам аппаратов, на кабель крепят маркировочную бирку.

9. Выполненная работа должна быть сдана ИТР, осуществляющему технический надзор на монтаже и оформлена в кабельном журнале.

Технологическая последовательность разделки конца кабеля, испытание бумажной изоляции на отсутствие влаги, требования по применению кабельных составов и эпоксидных компаундов, технология изолирования мест соединения и оконцевания бумажными роликами, самоклеющимися лентами - материалы и изделия для монтажа муфт, а также техника безопасности, противопожарная безопасность и санитарные правила при выполнении кабельных работ приведены в [50].

## МОНТАЖ КОНЦЕВЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК ДЛЯ КАБЕЛЕЙ В ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Технические данные соединительных, ответвительных, концевых муфт и заделок приведены в табл. 4.11, 4.12, а маркоразмеры - в табл. 4.13 (рис. 4.14 - 4.17); а пример разделки кабельной концевой заделки кабеля с бумажной изоляцией приведен на рис. 4.18.

## ПРИЕМНО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Смонтированные кабельные муфты и заделки принимает инженерно-технический работник, осуществляющий надзор за монтажом кабельной линии. Основанием предварительной приемки является контроль за соблюдением технологии монтажа и применением материалов и изделий, соответствующих требованиям стандартов и технических условий, а также внешний осмотр смонтированной муфты или заделки. Результаты предварительной приемки оформляют по форме, принятой в монтажной организации, с учетом данных свидетельства электромонтажника-кабельщика.

Окончательную приемку муфты или заделки осуществляют после проверки мегомметром кабельной линии - целостности жил, фазировки и испытания ее повышенным напряжением выпрямленного тока в составе кабельной линии по нормам, приведенным в табл. 3.8.

Таблица 4.11

### Соединительные, ответвительные и концевые муфты и заделки для кабелей с пластмассовой изоляцией до 3 кВ

		Напряжение, кВ	
--	--	----------------	--

Наименование заделки или муфты	Тип, марка	1			3			ГОСТ или ТУ
		Площадь сечения жил (в мм <sup>2</sup> ) при числе жил						
		1	2	3	1	2	3	
Соединительные муфты из самоклеющихся лент	ПСсл-1	До 120	-	-	До 120	-	-	ТУ 16.538.346-79
	ПСсл-2	150-240	До 50	До 25	150-240	-	До 25	
	ПСсл-3	-	70-120	35-70	-	До 50	35-70	
	ПСсл-4	-	150-240	95-150	-	70-120	95-120	
	ПСсл-5	-	-	185-240	-	150-240	150-240	
	ПСсл-6	-	-	-	-	-	-	
То же, со стальным малогабаритным кожухом	ПСслКСтм-1	-	-	До 35	-	-	-	ТУ 16.538.346-79
	ПСслКСтм-2	-	-	50-95	-	-	-	
	ПСслКСтм-3	-	-	120-150	-	-	-	
	ПСслКСтм-4	-	-	185-240	-	-	-	
Концевые мачтовые муфты	3ПКМЧ	-	-	До 240	-	-	-	ТУ 16.538.282-77
	4ПКМЧ	-	-	До 240	-	-	-	

Таблица 4.12

**Соединительные и концевые муфты для кабелей с пластмассовой изоляцией до 10 кВ**

Наименование заделки или муфты	Тип, марка	Напряжение, кВ						Примечание
		1-3		1	6	10		
		Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup> , при числе жил						
		1	3	4	3	1	3	
Соединительные муфты из самоклеивающихся лент	ПСсл-1-6	-	-	-	<95	-	-	ТУ 16.538.270-75
	ПСсл-2-6	-	-	-	120-240	-	-	
	ПСсл-1-10	-	-	-	-	-	<95	
	ПСсл-2-10	-	-	-	-	-	120-240	
	ПСОсл-1-10	-	-	-	-	<95	-	
	ПСОсл-2-10	-	-	-	-	120-240	-	

Концевые заделки	ПКВЭО-I	<120	-	-	-	-	-	Длина А равна + 0,5 м: при 1 кВ - 150 мм при 6 кВ - 250 мм при 10 кВ-400 мм
	ПКВЭО-II	150-240	-	-	-	-	-	
	ПКВЭО-III	-	-	-	-	<240	-	
	ПКВЭ-I	-	<10	< 10	-	-	-	
	ПКВЭ-II	-	16-70	16-50	-	-	-	
	ПКВЭ-III	-	95-120	70-95	-	-	-	
	ПКВЭ-IV	-	150-240	120-185	-	-	-	
	ПКВЭ-V	-	-	-	<240	-	-	
	ПКВЭ-VI	-	-	-	-	-	<240	

Таблица 4.13

#### Маркоразмеры муфт и заделок

Тип, марка муфты или заделки	Размеры, мм (рис. 4.14 и 4.16)		
	A	K	D
ПСслКСтм-1	-	-	44
ПСслКСтм-2	-	-	60
ПСслКСтм-3	-	-	78
ПСслКСтм-4	-	-	92
ПСсл-2-6	310	-	-
ПСсл-1-10	340	-	-
ПСсл-2-10	370	-	-
ПСОсл-1-10	210	-	-
ПСОсл-2-10	250	-	-
	H	L	d
ПСслКСтм-1	-	566	32
ПСслКСтм-2	-	608	40
ПСслКСтм-3	-	662	51
ПСслКСтм-4	-	704	59
ПСсл-2-6	-	680	-
ПСсл-1-10	-	780	-
ПСсл-2-10	-	840	-
ПСОсл-1-10	-	520	-
ПСОсл-2-10	-	600	-

Примечание. Маркоразмеры муфт и заделок ПСсл и другие для кабелей с пластмассовой изоляцией соответствуют маркоразмерам этих же муфт и заделок как и для кабелей с бумажной изоляцией.

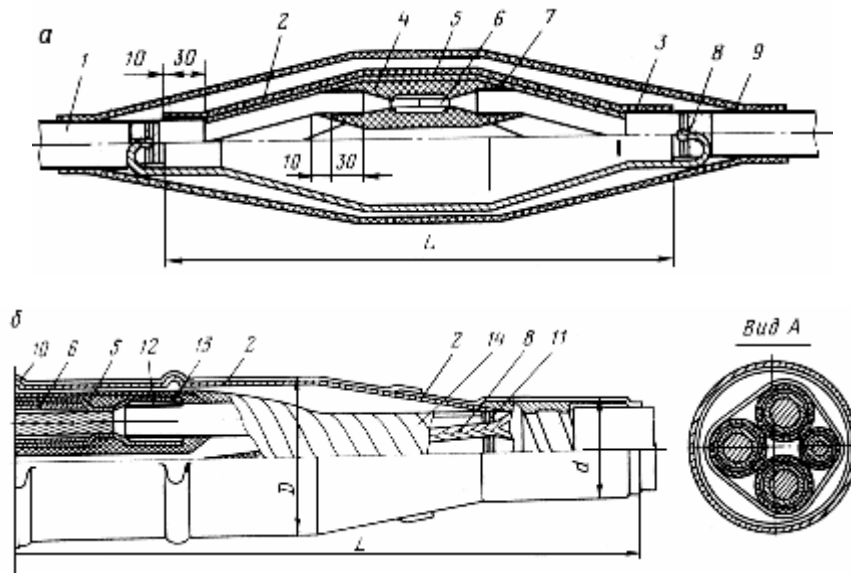


Рис. 4.14. Соединительная муфта:

а - ПСсл; б - ПСслКСтм; 1 - кабель, 2 - термоусаживаемая трубка; 3, 7 - прослойка под трубкой и по изоляции; 4, 5 - подмотка лентой ЛЭТСАР; 6 - гильза; 8 - провод заземления; 9 - кожух; 10 - полужоух; 11 - бандаж из проволоки; 12 - лак КО-916; 13 - подмотка лентой ЛЭТСАР ЛП; 14 - пластикат ПВХ

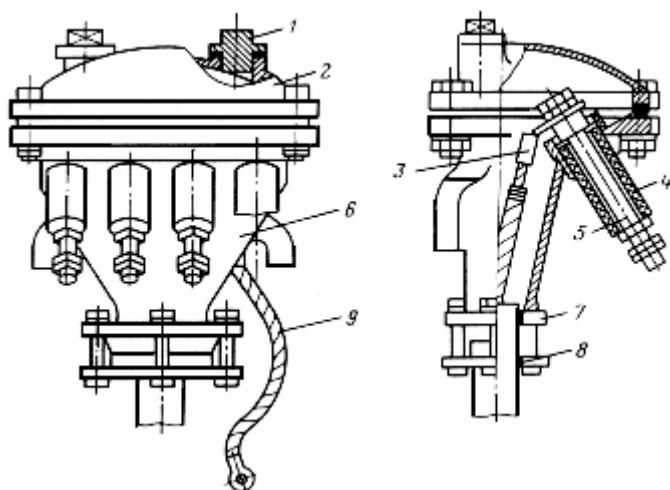


Рис. 4.15. Концевая мачтовая муфта ПКМЧ:

1 - пробка; 2 - крышка муфты; 3 - наконечник; 4 - изолятор; 5 - стержень; 6 - корпус муфты; 7 - корпус сальника; 8 - набивка сальника; 9 - провод заземления

Фазировку выполняют мегомметром и резистором на 1 МОм для проверки соответствия одноименности фаз кабельной линии и распределительного устройства (РУ) или электрооборудования, к которым она присоединяется. Для этого на одном конце линии заземляют одну фазу, другую заземляют через резистор, а третью оставляют свободной с обеих сторон. Параллельные кабели одного присоединения фазируют не только с РУ, но и между собой.

Одноименность фаз проверяют на вновь смонтированной кабельной линии и на находящейся в эксплуатации. При этом кабельная муфта или заделка с кабельной линией вместе считаются выдержавшими испытание, если не произошло пробоя, не было скользящих разрядов и толчков тока или его нарастания после того, как он достиг установившегося значения.



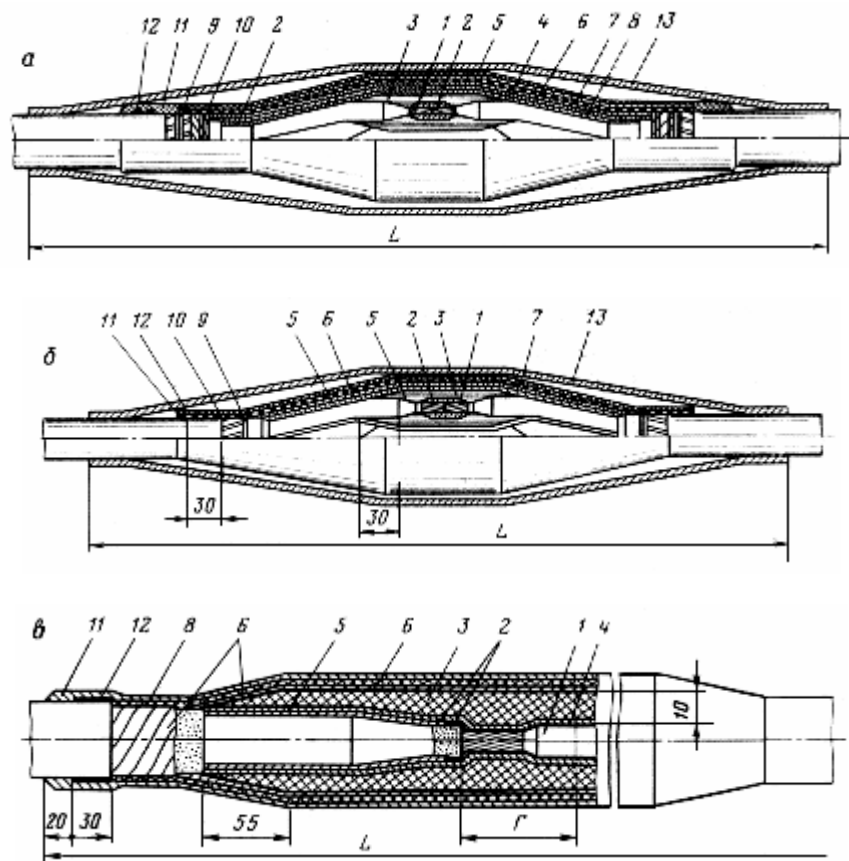
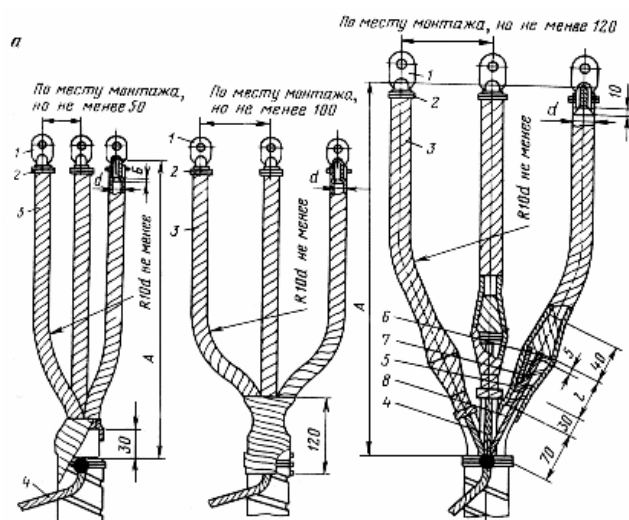


Рис. 4.16. Соединительная муфта:

а - ПСсл для трехжильного кабеля 6 кВ; б - то же, 10 кВ; в - ПСОсл для одножильного кабеля 10 кВ;

- 1 - соединительная гильза; 2, 12 - адгезионная прослойка; 3 - изоляция жил лентой ЛЭТСАР;  
 4 - подмотка лентой ЛЭТСАР; 5 - экран из ленты ЛЭТСАР ЛПП; 6 - металлический экран;  
 7 - провод заземления; 8 - подмотка лентой ПВХ; 9 - бандаж; 10 - место пайки провода заземления;  
 11 - трубка термоусаживаемая; 13 - кожух



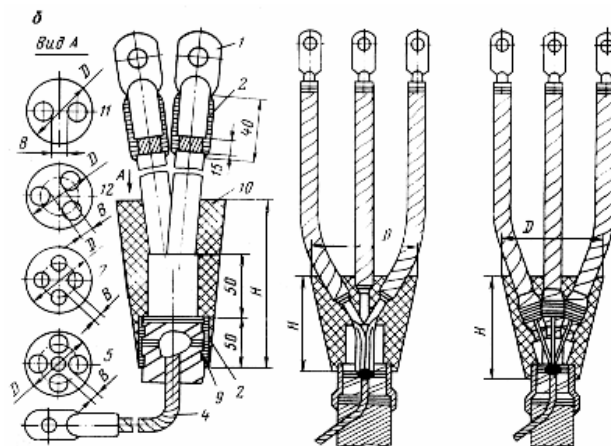


Рис. 4.17. Концевые заделки для кабелей 3,6 и 10 кВ:

а - ПКВ; б - ПКВЭ;

1 - наконечник; 2 - бандаж из ниток; 3 - подмотка лентой ПВХ; 4 - провод заземления; 5 - конусная подмотка; 6 - экран из полупроводящего материала; 7 - металлический экран; 8 - шланг поливинилхлоридный (оболочка); 9 - подмотка из самоклеющейся ленты; 10 - корпус муфты; 11, 12 - вид А (соответственно) для трехжильных и четырехжильных кабелей

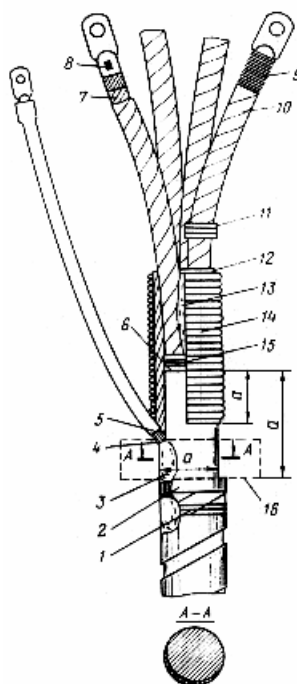


Рис. 4.18. Кабельная концевая заделка кабеля с бумажной изоляцией:

1 - бандаж крепления проводника заземления; 2 - бандаж; 3 - место припайки проводника заземления; 4 - временный бандаж; 5 - проводник заземления; 6 - первый кольцевой надрез на оболочке; 7 - изоляция жил; 8 - моточки поливинилхлоридной ленты; 9 - бандаж из шпагата; 10 - обмотка изоляции жил поливинилхлоридной лентой; 11 - временный бандаж из шпагата; 12 - обмотка жил и оболочки поливинилхлоридной лентой; 13 - состав N 2; 14 - бандаж из шпагата; 15 - бандаж из ниток; 16 - резиновое уплотнительное кольцо

## ГЛАВА 5

### МОНТАЖ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Взрывозащищенное электрооборудование монтируют специализированные электромонтажные организации на основе требования Правил устройства электроустановок, СНиП 3.05.06-85 "Монтаж электротехнических

устройств", СНиП 3.01.01-85 "Организация строительного производства", Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, Инструкции по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон, специальных инструкций и указаний заводов-изготовителей по монтажу взрывозащищенного электрооборудования и других нормативных документов.

Монтажные работы выполняют в соответствии с проектом производства электромонтажных работ (ППР), в который для объектов, имеющих взрывоопасные зоны, в отличие от ППР для монтажа электрооборудования общего назначения, должны быть включены указанные далее сведения в дополнение к тем, которые приведены в гл.3:

места установки коробов защиты от механических повреждений;

конструкции проемов для проходов кабелей и труб из одного помещения в другое, в том числе сквозь стены, перекрытия, переходы, температурные и осадочные швы;

указания по выполнению сетей заземления, зануления, молниезащиты, защиты от статического электричества - способы прокладки и соединения проводников;

требования по вводу кабелей и проводов во вводные устройства электрооборудования, способ уплотнения, заземления, зануления брони и оболочек;

ведомость применения типовых и нетиповых узлов и деталей, закладных деталей для закрепления электроконструкций, элементов электрических сетей (труб, лотков и т. п.);

перечень специального электромонтажного инструмента (ключи специальные к аппаратуре, светильникам и т. п.);

схемы и приспособления для испытаний сжатым воздухом разделительных уплотнений и узлов трубных разводов, в т.ч. для контроля воздухопроводов и состава воздуха электрооборудования, продуваемого под избыточным давлением;

схемы и приборы для проведения необходимых измерений в электрооборудовании с искробезопасными цепями;

приборы для контроля качества заземления электрооборудования; переходных сопротивлений на перемычках трубопроводов, на которых возможно образование статического электричества, контроля устройств по молниезащите.

В ведомости изделий и работ, выполняемых в ММЗ, приводится:

элементы электрических сетей и узлов, выпускаемых ММЗ, с учетом двухстадийного монтажа;

перечень используемых типовых проектов;

рабочие чертежи нетиповых узлов и деталей, подлежащих изготовлению заказчиком или ММЗ;

типовых узлов и деталей, изготавливаемых ММЗ.

В перечне сдаточно-технической документации указывают:

заводские инструкции и другие технические документации по монтажу отдельных типов электрооборудования;

протоколы заводских испытаний изделий, имеющих степень защиты оболочек по ГОСТ 14254-69;

формы приемно-сдаточной документации в соответствии с требованиями ВСН 123-79/ММСС СССР.

Профилактический осмотр и ревизия. Взрывозащищенное электрооборудование, поступающее на монтаж, подвергается осмотру и ревизии.

При этом следует обратить внимание на следующее:

соответствие маркировки взрывозащиты электрооборудования условиям взрывоопасной зоны;

наличие инструкции по монтажу и эксплуатации электрооборудования;

комплектность оборудования и запасных частей к нему;

работоспособность электрооборудования.

Как правило, электрооборудование поставляется на монтаж в собранном виде с технологическим оборудованием.

После внешнего осмотра электрооборудования убеждаются в отсутствии видимых повреждений его оболочки, в наличии и целостности всех крепежных элементов, проверяют состояние вводных устройств и наличие в них резиновых уплотнительных колец, которые могут иметь различные исполнения (для кабелей или проводов) по ОСТ 16.5.189.002-75. Электрооборудование, за исключением вводных устройств при монтаже, обычно не разбирают, если нет обрывов в обмотках, например, в электродвигателях, при этом сопротивление изоляции по отношению к корпусу (в мегаомах), измеренное, в холодном состоянии должно быть не ниже значений, указанных в инструкции по монтажу и эксплуатации:

$$R = \frac{U_{ном}}{1000 + 0,01P_{ном}},$$

где  $R$  - сопротивление изоляции обмотки, МОм;  $U_{ном}$  - номинальное напряжение сети, В;  $P$  - номинальная мощность электродвигателя, кВт.

У электродвигателей на напряжение 380 В сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм, а на напряжение 660 В - 0,7 МОм.

Если при замере сопротивление изоляции оказалось ниже допустимого значения, необходимо произвести сушку его обмоток со снятием вводного устройства одним из общепринятых способов. При этом корпус во время сушки должен быть надежно заземлен, а температура обмоток не должна превышать 110 °С. Если со дня отгрузки с завода-изготовителя прошел значительный срок (год и более), то перед монтажом тщательно осматривают, проверяют и затягивают все крепежные элементы, а у электродвигателей осматривают подлинники со снятием у них крышек, проверяют наличие и состояние смазки. Смазка должна заполнять не ниже 2/3 объема подшипникового гнезда. Применять смазку можно только ту, которая указана в инструкции по монтажу и эксплуатации.

При осмотре электрических аппаратов, кроме проверки вводных устройств, следует обратить внимание на состояние блокировочных устройств, целостность проходных зажимов и наличие присоединительных элементов и заглушек в неиспользуемых вводах.

Выполняя осмотр и ревизию светильников, необходимо проверить, нет ли повреждений корпуса, трещин и сколов на стеклянных колпаках, вмятин и повреждений защитной сетки, забоин и царапин на взрывозащитных поверхностях. В светильниках с защитой вида "е" установлен так называемый искробезопасный патрон, у которого размыкание пружинного контакта происходит во взрывонепроницаемой полости.

Поэтому при осмотре таких патронов необходимо убедиться в отсутствии внутренних повреждений и легкости хода контактных штифтов. Осуществив осмотр и ревизию электрооборудования, приступают к его монтажу.

## МОНТАЖ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Взрывозащищенные электрические машины монтируют в соответствии с проектной документацией на производство электромонтажных работ во взрывоопасных зонах. Как правило, монтажу электрических машин предшествуют работы, которые включают: хранение, погрузку, разгрузку, перевозку к месту установки, установку и ревизию.

Упаковка, в которой двигатели прибывают с завода-изготовителя, рассчитана только на транспортировку, но не на хранение их на открытом воздухе. Прибывшие на монтаж электродвигатели хранят в чистом сухом помещении с температурой не ниже +5 °С. В помещение не должны проникать газы и пары, разъедающие электрическую изоляцию и вызывающие коррозию металлов. Погрузка и разгрузка двигателей должна проводиться без резких толчков и ударов, которые могут нарушить его взрывобезопасность или отрицательно повлиять на эксплуатационные качества. При погрузке и разгрузке электродвигателей следует применять транспортные механизмы, а для подъема и перемещения груза - стальные стропы.

Допустимые максимальные нагрузки на стальные стропы с учетом запаса

Диаметр стального стропа, мм	8,7	11	13	15	17	19,5
Допустимые нагрузки, кН	340	500	670	960	1200	1500

Выпускаемые отечественной промышленностью взрывозащищенные электрические машины предназначены для привода машин и механизмов. Их изготавливают закрытыми (обдуваемыми). Они рассчитаны для длительной

работы от сети переменного тока с частотой 50 и 60 Гц, напряжением до 6000 В и мощностью до 12 000 кВт с различным уровнем и видом взрывозащиты.

Кроме подсоединения кабелей, проводов и труб (там, где это необходимо) к вводным устройствам, электрические машины проходят расконсервацию и ревизию. Очистку допускается производить ветошью, слегка смоченной в бензине или керосине, стальной щеткой, сжатым воздухом или мехами. При этом окрашенные поверхности не должны повреждаться.

Взрывозащищенные электродвигатели на напряжение 380 и 660 В всех серий и габаритов поступают на монтаж, как правило, совместно с технологическим оборудованием. Каждый электродвигатель имеет паспорт и инструкцию по монтажу и эксплуатации, вложенные в вводное устройство. Перед монтажом электродвигатели не разбирают, если не обнаружен обрыв обмотки и сопротивление изоляции по отношению к корпусу не ниже 0,5 МОм для электродвигателей на напряжение 380 В и 0,7 МОм для электродвигателей на напряжение 660 В.

Если при замере сопротивление изоляции оказалось ниже допустимого значения, необходимо произвести сушку его обмоток со снятием вводного устройства. При этом температура обмоток не должна превышать 110 °С. Цель сушки - удаление влаги из обмотки электрической машины в результате термической диффузии, которая создается перепадом температур. Сушку осуществляют различными методами: наружный обогрев, нагрев теплом, выделяемым током, проходящим по обмоткам, нагрев с помощью электрических ламп большой мощности и др. При сушке наружным обогревом у электродвигателя должны быть сняты подшипниковые щиты и коробка вводного устройства. Для электродвигателей мощностью до 10 кВт источник тепла для обогрева - лампа мощностью 100-150 Вт, которую вставляют в расточку статора. Двигатели большой мощности можно высушивать путем обдува нагретым воздухом от тепловоздуховки. При сушке этим методом следует иметь в виду, что ближайшие к источнику тепла части не должны нагреваться выше 80 °С. При сушке переменным током в режиме короткого замыкания (заторможенный ротор) подводят такое напряжение, чтобы установившийся ток не превышал 0,6-0,8 номинального.

Во время сушки предельная температура обмоток по ртутному термометру, установленному на лобовых частях обмотки при выходе из паза, не должна превышать 90 °С для изоляции класса В и 120 °С для изоляции класса F.

Максимально допустимые температуры при сушке электродвигателей в зависимости от класса нагревостойкости изоляционных материалов (ГОСТ 8865-70)

Класс	A	E	B	P	H
Температура, °С	80-85	85-100	100-110	110-125	140-155

После сушки электродвигатель собирают и повторно проверяют состояние изоляции обмоток. Помимо контроля сопротивления изоляции и при необходимости сушки перед монтажом, все двигатели должны быть тщательно осмотрены. Следует проверить затяжку всех болтов, целостность оболочки и вводных устройств, подшипники со снятием их крышек, состояние смазки. Смазка должна заполнять не менее 2/3 объема подшипникового гнезда. На тип смазки необходимо обращать особое внимание и применять только ту смазку, которая указана в инструкции по монтажу и эксплуатации (табл. 5.1).

После проведенной ревизии (контрольной проверки) электрическая машина подготовлена к монтажу. В зависимости от взрывоопасной зоны монтаж электрических машин имеет свои особенности, но некоторые требования к монтажу являются общими для всех взрывоопасных зон. Монтаж включает подготовительные работы, работы по установке электрических машин и вводу кабелей или проводов в вводное устройство двигателя, электромонтаж - подсоединение их.

Таблица 5.1

#### Консистентные смазки

Смазка	Внешний вид	Температура каплепадения, °С	Условия работы подшипников	
			среда	рекомендуемый температурный диапазон, °С
Универсальная, ГОСТ 1957-73	Однородная, от светло-желтого до темно-коричневого цвета	130	В условиях отсутствия контакта с водой	0-115
Универсальная тугоплавкая УТ-1, ГОСТ 1957-73	То же	150	То же	0-135

ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267-74	Однородная, от светло-желтого до темно-желтого цвета	170	Повышенная влажность и открытый воздух	-60 ÷ 120
ЦИАТИМ-221, ГОСТ 9433-80	Однородная, от светло-желтого до светло- коричневого цвета	200	Средние нагрузки и агрессивные среды	-60 ÷ 160
ЦИАТИМ-203, ГОСТ 8773-73	Однородная, темно-коричневого цвета	150	Высокие нагрузки и скорости	-60 ÷ 120

Подготовительные работы состоят из проверки качества и размеров фундамента и отверстий для фундаментных болтов. При необходимости выравнивают поверхность фундамента под плиту и очищают отверстия. Если в плите или раме отверстия отсутствуют, то на месте монтажа необходимо разметить основания и просверлить отверстия. Для этого следует определить монтажно-установочные размеры электродвигателя: расстояние между упором на валу и первым отверстием в лапе, расстояние между торцами полумуфт на валу электродвигателя и исполнительного механизма, расстояние между отверстиями в лапах вдоль оси электродвигателя и расстояние между отверстиями лап в перпендикулярном к оси вала направлении. Кроме того, следует измерить высоту оси вала на механизме и высоту оси вала на электродвигателе. По этим замерам выбирают толщину подкладок для центровки электродвигателя. Электродвигатели с фланцем на щите могут устанавливаться в горизонтальном и вертикальном (или под углом к горизонту) положениях с расположением вала вниз или вверх. При установке электрических машин необходимо следить за тем, чтобы была обеспечена возможность их нормального охлаждения, так как при недостаточном охлаждении электрические машины могут перегреваться, а температура наружной поверхности может достигнуть температуры воспламенения взрывоопасной среды, что может привести к взрыву. Поэтому устанавливать электродвигатель следует таким образом, чтобы фланцевые зазоры оболочки двигателя не примыкали к поверхности стен, конструкциям, трубопроводам и находились на расстоянии не менее 100 мм от них. Поверхности сопряжения взрывонепроницаемых оболочек (если их в процессе монтажа приходилось разъединять) надо очистить от грязи, пыли, способствующих увеличению зазоров между сопрягаемыми деталями, и протереть чистой тряпкой. Забоин, царапин на взрывонепроницаемых плоскостях не должно быть. Окраска поверхностей, а также подчеканка стыков строго запрещена, так как при этом нарушается взрывозащита электродвигателя. Зазор в сопрягаемых поверхностях взрывонепроницаемой оболочки электродвигателя проверяют щупом.

Перед закреплением на фундаменте электродвигатель должен быть отцентрирован относительно вала приводного механизма. Центровка - одна из основных и ответственных операций монтажа. Она заключается в том, чтобы получить правильное взаимное положение соединяемых валов, обеспечив работу электродвигателя без излишних нагрузок на вал и подшипники.

Плохая центровка вызывает вибрацию электродвигателя, приводит к разбиванию подшипников и может нарушить взрывонепроницаемость сопряжения вала с подшипниковым щитом или вывести из строя электродвигатель.

В зависимости от типа передач рекомендуется применять следующие способы центровки: соединение муфтами и при помощи ременной передачи. Центровка электродвигателя с исполнительным механизмом достигается путем передвижения электродвигателя на небольшие расстояния в горизонтальной и вертикальной плоскостях до тех пор, пока зазор между полумуфтами будет равным в обеих плоскостях. Центровка проводится на два приема: сначала предварительная - с помощью линейки или стального угольника, а затем окончательная - по центровочным скобам. Окончательная выверка электродвигателя с исполнительным механизмом проводится путем замеров радиальных (по окружности) и осевых (по торцу) зазоров между полумуфтами. Для измерения зазора применяют центровочные скобы различных конструкций, укрепляемых на полумуфтах или валах.

Допустимые разности в зазорах, измеренных в противоположных точках (в мм), для муфт различного типа

Поперечно-свертные (жесткие)	0,03-0,04
Зубчатые	0,12-0,15
Упругие (пальцевые)	0,08-0,12

Правильная центровка электродвигателя с исполнительным механизмом обеспечивает значительный срок службы электродвигателя и технологического исполнительного механизма.

Ременную передачу применяют во взрывоопасных помещениях редко. Необходимое условие правильности работы электродвигателя с исполнительным механизмом - соблюдение параллельности их валов и совпадение средних линий (по ширине) шкивов. Правильность положения выверяют различными способами в зависимости от расстояния между центрами валов и шириной шкивов: при расстоянии между центрами валов до 1,5 м и одинаковой ширине шкивов - линейкой, которую прикладывают к торцам шкивов. Подгонку осуществляют до тех пор, пока линейка не будет касаться обоих шкивов в четырех точках. При разной ширине шкивов выверку производят исходя из условия одинакового расстояния от средних линий обоих шкивов до выверочной линейки.

Если соединение выполняют с помощью зубчатой передачи, электродвигатель устанавливают на обработанные в заводских условиях плиты, и поэтому выверки и центровки не требуется.

После установки и закрепления приступают к электромонтажу, т. е. подсоединяют кабели и провода в вводных устройствах электрических машин.

Монтаж электрических машин во взрывонепроницаемой оболочке. Взрывозащищенные электрические машины во взрывонепроницаемой оболочке серий ВАО, ВАО2 и В (рис. 5.1) напряжением 380 и 660 В имеют унифицированные вводные устройства и в зависимости от габаритов или высоты оси вращения разделяются на типы К1-К6 (табл. 5.2).

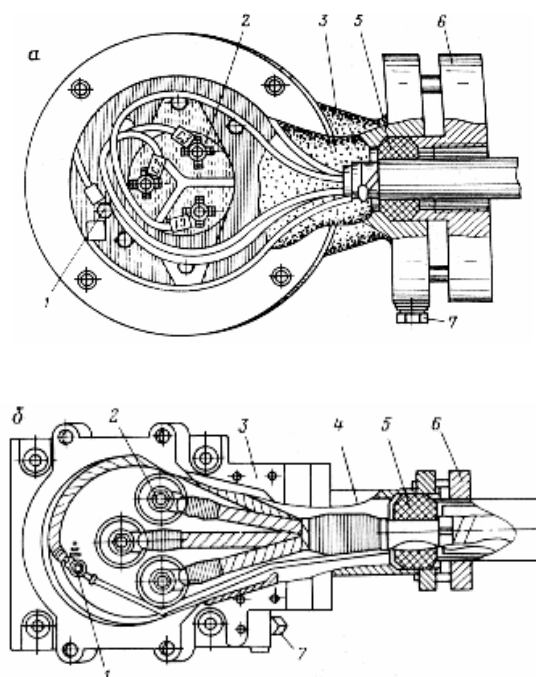


Рис. 5.1. Ввод и присоединение кабелей в вводных устройствах взрывозащищенных электродвигателей серии ВАО:

а - ВАО 2-ВАО 3 кабелем марки ВБВ; б - ВАО 5-ВАО 8 бронированного кабеля с бумажной изоляцией;

1 - внутренний зажим заземления; 2 - силовой зажим; 3 - корпус; 4 - кабельная муфта; 5 - резиновое уплотнительное кольцо; 6 - нажимная муфта; 7 - наружный зажим заземления

Таблица 5.2

**Вводные устройства электродвигателей серий ВАО, ВАО2 и В**

Габарит электродвигателя (высота оси вращения), мм	Тип вводного устройства	Диаметр отверстия ввода, мм	Расстояние от зажима до резинового кольца, мм	Площадь сечения проводников, мм
ВАО0,7-ВАО1	К1	25	80	2,5-4
В63-В80	К1	25	80	2,5-4
ВАО2-ВАО4	К1	32	80	2,5-6
В90-В112	К1	32	80	2,5-6

BAO5, BAO6, B132	K2	40/55*	140	4-10
B160, B180	K2	40/55*	240	6-25
BAO7, BAO8	K3	45/65*	270	10-70
B200, B225	K3	45/65*	270	10-70
BAO2-280**	K4	53/75*	310	16-120
B250	K5	53/75*	310	2(25-120)
BAO2-280	K6	60/95*	310	2(35-150)
B280	K6	KO/85*	310	2(35-150)

\*В числителе - диаметр отверстия в упорной шайбе.

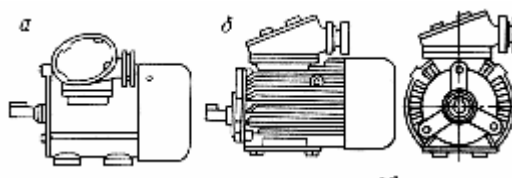
\*\*Для электродвигателей BAO2-280 с частотой вращения 600 об/мин.

Каждый тип указанного вводного устройства обеспечивает ввод кабелей, имеющих различные площади сечения жил. При этом вводные устройства двигателей по своим размерам допускают непосредственный ввод бронированных и небронированных кабелей с поливинилхлоридной, резиновой и бумажной изоляцией, а также проводов в водогазопроводных трубах и предусматривают возможность предварительного выполнения заделок кабелей вне вводных устройств с последующим вводом и размещением в них кабельных заделок, уже оконцованных наконечниками (рис.5.1).

Из-за стесненного размещения заделок кабелей внутри вводных устройств (рис. 5.2, 5.3) площадь сечения жил кабелей не должна превышать  $120 \text{ мм}^2$ . Вводные устройства электродвигателей на номинальные токи, превышающие допустимые для кабелей с площадью сечения  $120 \text{ мм}^2$ , имеют два кабельных ввода.

Внутри корпусов вводных устройств электродвигателей с одним вводом установлены один заземляющий зажим и три проходных токоведущих зажима. Внутри корпусов вводных устройств электродвигателей с двумя вводами установлены два заземляющих зажима и шесть силовых зажимов, три из которых являются проходными токоведущими, а три - опорными. К проходным зажимам присоединены провода статорных обмоток электродвигателя. Проходные и опорные зажимы соединены попарно контактными пластинами с отверстиями диаметром 10 мм на выступающих концах, что позволяет присоединять к одной фазе по одной жиле каждого из двух вводимых кабелей. При этом контактные плоскости наконечников жил одного кабеля при опрессовке располагают под углом  $180^\circ$  по отношению к контактным плоскостям наконечников другого кабеля для присоединения двух наконечников одной фазы с двух сторон контактной пластины. Эти пластины не предназначены для пересоединения обмоток со "звезды" на "треугольник". На проходных зажимах вводных устройств электродвигателей серии ВАО напряжением 6-10 кВ установлены контактные пластины с отверстиями диаметром 9 мм для присоединения жил кабелей с площадью сечения 25 и  $35 \text{ мм}^2$ , оконцованных наконечниками с контактными отверстиями диаметром 8,5 мм. Для присоединения однопроволочных жил с площадью сечения  $16 \text{ мм}^2$  и наконечников с отверстиями диаметром 12,5 мм (площадь сечения жил  $50 \text{ мм}^2$  и более) контактные пластины снимают и жилы присоединяют к контактным зажимам.

Подвод к электродвигателям кабелей марок ВБВ и АВБВ (рис. 5. 4) от основной трассы выполняют открыто на перфорированных лотках или монтажных профилях без дополнительной защиты от возможных механических воздействий независимо от высоты прокладки. Если расстояние от нажимной муфты вводного устройства электродвигателя до места крепления кабеля на лотке или монтажном профиле составляет не более 0,7 м, то дополнительного крепления кабеля не требуется, а при больших расстояниях необходима установка перфорированного лотка или другой опорной конструкции для прокладки по ним кабеля.





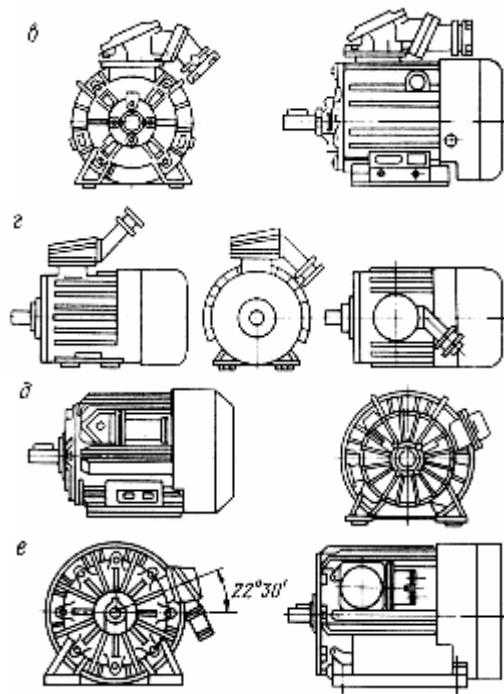


Рис. 5.2. Вводные устройства взрывозащищенных электродвигателей серии ВАО и В:

а - ВАО 0,7-ВАО 3; б - ВАО 4; в - ВАО 5-ВАО 8; г - ВАО 160-В 225; д - ВАО 2-280; В 250; е - ВАО 2-315-ВАО 2-355

При подводе к электродвигателям открыто проложенных бронированных или небронированных кабелей с поливинилхлоридной, резиновой и бумажной изоляцией, например, ВВБГ, ВРГ, СБГ и т.п. они должны быть защищены в местах возможных механических воздействий на высоте не ниже 2 м от пола или площадки обслуживания. Защита кабелей может осуществляться монтажным профилем, уголком, стальным коробом или трубой. При подводе проводов в водогазопроводных трубах их доводят до вводных устройств электродвигателей и соединяют резьбой с нажимными муфтами вводных устройств электродвигателей. Если диаметр подводимой трубы меньше диаметра отверстия в нажимной муфте вводного устройства, то в нажимную муфту ввертывают соответствующую переходную футорку.

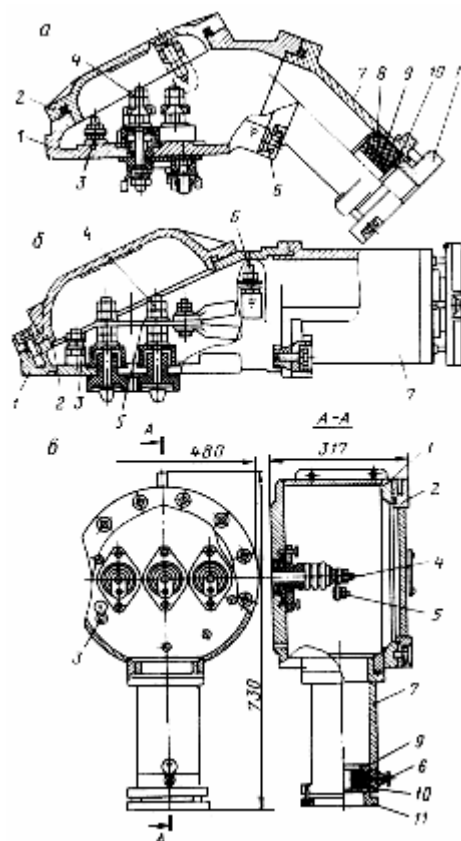


Рис. 5.3. Вводные устройства взрывозащищенных электродвигателей

серии ВАО и В:

а - ВАО 5-ВАО 8; б - ВАО 2, В 315; в - ВАО на 6-10 кВ; 1 - корпус; 2 - крышка; 3 - внутренний зажим заземления; 4 - силовой зажим; 5 - контактная пластина; 6 - наружный зажим заземления; 7 - кабельная муфта; 8 - упорная шайба; 9 - резиновое уплотнительное кольцо; 10 - нажимная шайба; 11 - нажимная муфта

Трубы при выходе из пола (не далее 200 мм) должны иметь разъемные соединения и, в зависимости от класса взрывоопасной зоны, - разделительные уплотнения. При защите трубами бронированных кабелей с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой трубу не следует вводить в вводное устройство.

Между вводным устройством и концом трубы или другими защитными ограждениями допускается разрыв до 100 мм. При этом труба должна быть соединена с наружным заземляющим зажимом на вводном устройстве или станине электродвигателя стальным тросом, оконцованным с обоих концов флажковыми наконечниками.

К электродвигателям, установленным на виброоснованиях в зонах всех классов подвод питания выполняется только медными жилами.

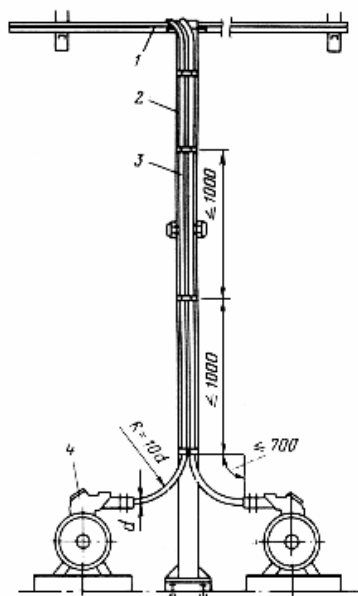


Рис. 5.4. Подвод кабелей марок ВБВ и АБВВ к электродвигателям:

1, 2 - лотки (сварной и перфорированный); 3 - кабель; 4 - вводное устройство

Технологические особенности выполнения концевых заделок кабелей для ввода во взрывозащищенные электродвигатели. Перед началом заделки кабеля торцовым ключом отворачивают болты нажимной муфты вводного устройства и снимают ее. Из гнезда кабельной муфты или корпуса вводного устройства вынимают нажимную шайбу, резиновое уплотнительное кольцо и упорную шайбу, из отверстия в резиновом кольце - транспортную заглушку. В резиновом кольце при необходимости надрезают и удаляют слои между кольцевыми надрезами по диаметру оболочки уплотняемого кабеля. При этом допускается диаметральный зазор между кольцом и кабелем до 1,5 мм. На оболочку подготовленного к заделке кабеля надевают нажимную муфту, нажимную шайбу, резиновое уплотнительное кольцо и упорную шайбу. При прокладке кабеля в водогазопроводной трубе на кабель надевают отрезок водогазопроводной трубы от разъемного соединения, соединив его на резьбе с нажимной муфтой.

Заделку кабеля выполняют до ввода его в электродвигатель вне вводного устройства.

При подводе к электродвигателю открыто проложенного кабеля для определения места обреза брони кабель изгибают (с учетом радиуса изгиба для данной марки и сечения жил) и примеряют его по месту.

При подводе кабеля, проложенного в трубе, его примеряют и изгибают по участку трубы от разъемного соединения, предварительно ввернутой нажимной муфты вводного устройства так, чтобы радиус изгиба кабеля соответствовал радиусу изгиба трубы. На броне кабеля, против торца кабельной муфты вводного устройства, устанавливают бандаж для закрепления брони (табл.5.3,рис.5.5,5.6).

Для электродвигателей с вводным устройством типа К5 и К6 фазные жилы в зависимости от их сечения и конструкции наконечников от первого кольцевого надреза на оболочке кабеля отрезают на длине, указанной в табл. 5.4 и рис. 5.7, а длину нулевой жилы для всех сечений принимают равной 480 мм.

При монтаже концевых заделок кабелей на напряжение 6-10 кВ длину жил кабелей принимают по табл. 5. 5.

При выполнении концевых заделок на 6-10 кВ рабочим электромонтажникам необходимо соблюдать правила техники безопасности и качество монтажа и протирать руки и инструмент бензином и насухо вытирать чистой тряпкой без ворса через каждые 30-40 мин работы.

При обнаружении дефектов кабеля электромонтажник обязан приостановить работу и сообщить немедленно об этом производителю работ.

Таблица 5.3

**Технология выполнения концевых заделок кабелей ВБВ, АВБВ и кабелей с поливинилхлоридной и бумажной изоляцией**

Марка или тип кабеля	Операция	Способ выполнения
ВБВ и АВБВ	Подготовка кабеля к разделке	Отмерить длину кабеля для подсоединения жил к контактным зажимам вводного устройства. Сделать кольцевой надрез наружного покрова на расстоянии 10 мм от резинового кольца 2, установленного в кабельном вводе
	Удаление наружного поливинилхлоридного покрова	Сделать кольцевой надрез наружного покрова 4 на расстоянии 15-20 мм в стороне конца кабеля от первого надреза и от него - продольный надрез кабеля и снять покров
	Сборка деталей вводного устройства на кабеле	Надеть нажимную муфту и шайбу 1, резиновое уплотнительное кольцо 2 и упорную шайбу 3 (при наличии ее в вводном устройстве)
	Подготовка медного проводника для заземления брони кабеля	Выбрать проводник 7 достаточной длины и сечения для заземления, расплести проволоки на одном конце длиной 40-50 мм и облудить припоем ПОС-40 на длине 8-10 мм от конца
	Установка заземляющего проводника и припайка его к броне кабеля	Обрезать две ленты брони 5 по краю второго кольцевого надреза покрова и снять их. Удалить поясok покрова между кольцевыми надрезами. Наложить на две ленты брони расплетенный конец проводника на 10-12 мм от обреза брони, а свободный конец направить в сторону конца кабеля. Установить бандаж 6 из ленты брони 8-10 мм и закрепить его так, чтобы конец проводника выступал за бандаж на 2-3 мм. Припаять проводник к броне и бандажу припоем ПОС-40 (продолжительность пайки не более 2 мин)
	Удаление внутренней оболочки (поясной изоляции)	На расстоянии 8-10 мм от банджа сделать кольцевой надрез на оболочке и от него продольный до конца кабеля и снять оболочку. Надрез делать на глубину не более 2/3 толщины оболочки или по ребру профилированного сердечника
	Удаление профилированного сердечника	Развести жилы кабеля и удалить сердечник 9, обрезав его на расстоянии 8-10 мм от среза оболочки
	Подготовка жил и проводника заземления к оконцеванию	По месту отмерить и отрезать жилы кабеля. Снять изоляцию под наконечник для опрессовки, а для однопроволочных жил площадью сечения до 10 мм <sup>2</sup> - на длине, достаточной для изгибания жилы в кольцо. На многопроволочные жилы кабеля надеть манжеты 11, а на заземляющий проводник -

С поливинилхлоридной или резиновой изоляцией и оболочкой		поливинилхлоридную трубку 8, равную по диаметру трубчатой части наконечника
	Оконцевание жил кабеля и проводника заземления брони	Многопроволочные жилы оконцевать наконечниками, опрессовать их и надвинуть манжеты на цилиндрическую часть наконечников. Во избежание сползания манжет сделать подмотку поливинилхлоридной лентой 10. Концы однопроволочных жил изогнуть по диаметру шпильки контактного зажима и облудить. Многопроволочные проводники заземления площадью сечения до 6 мм <sup>2</sup> изгибать в кольцо и облудить
	Закрепление брони и подготовка проводника заземления брони	Наложить бандаж из трех-четырех витков проволоки или полоски брони шириной 15-20 мм и закрепить бандаж; облудить припоем ПОС-40. Подготовить проводник заземления длиной, достаточной для присоединения к наружному заземляющему зажиму вводного устройства
	Закрепление и припайка проводника заземления брони	Наложить на облуженное место брони проводник, закрепить бандажом 5 из трех-четырех витков медной проволоки и припаять к броне по бандажу. Проводник должен быть направлен в сторону, противоположную концу кабеля
	Удаление брони и оболочки кабеля и сборка деталей вводного устройства	Надрезать ленты брони у бандажа со стороны конца кабеля и снять их. При наличии подушки под броней удалить ее и протереть оболочку. Надеть нажимную муфту 6, шайбу 6, уплотнительное кольцо 4 и на расстоянии 15-20 мм от него сделать кольцевой и продольный надрезы до кольца кабеля и снять оболочку
С наружным поливинилхлоридным покровом (ВБбШв)  Кабели с бумажной изоляцией (см. рис. 4.18)	Оконцевание и заделка жил кабеля	Оконцевание жил так же, как у кабелей ВБВ и АВБВ. На жилах с резиновой изоляцией наложить один слой поливинилхлоридной ленты 2 или надеть на них трубки и скрепить их по оболочке четырьмя слоями липкой поливинилхлоридной ленты 3, трубки надеть до опрессовки наконечников 1 или изгибания жил в кольцо
	Заземление брони и установка уплотнительного кольца	То же, что и кабели марки ВБВ и АВБВ
	Закрепление брони	То же, что и для кабелей с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией
	Подготовка проводника заземления брони и оболочки	Проводник 5 длиной, достаточной для присоединения к внутреннему зажиму заземления, на длине 80-100 мм расплести
	Закрепление проводника на оболочке	Проводник 5 расплетенным концом наложить вдоль кабеля на оболочку и броню, другой конец направить в сторону конца кабеля. Расплетенный конец прикрепить к оболочке двумя временными бандажами из одного витка проволоки, один у брони, а второй 4 на расстоянии 50 мм от первого
	Закрепление проводника на броне	Конец проводника 5 прикрепить двумя лентами брони бандажом 1 из трех витков медной или оцинкованной проволоки у бандажа брони 2
	Припайка проводника	Место пайки очистить и облудить. Припаять

заземления к оболочке и броне кабеля	припоем к оболочке между двумя временными бандажами на участке 3 длиной 35-40 мм от брони и к двум лентам брони по бандажу 1. Припой ПОС-40 для свинцовой оболочки, А - алюминиевой. Снять временные бандажи
Кольцевые надрезы на оболочке	Первый надрез 6 на расстоянии "а" от среза брони при площади сечения кабеля, мм <sup>2</sup> : до 16; 25-35; 50-70; 95-120 расстояние а (в мм) 60, 70, 80, 85 соответственно. Для кабелей 6-10 кВ всех сечений а равно 120 мм. На расстоянии 10 мм (для кабелей 6-10 кВ - 15 мм) от первого кольцевого надреза сделать второй
Снятие оболочки	Свинцовая - надеть на кабель детали вводного устройства, включая уплотнительное резиновое кольцо, установив его на место припайки проводника заземления. От второго кольцевого надреза до конца кабеля сделать два продольных надреза с расстоянием 10 мм друг от друга и удалить полосу между надрезами и снять оболочку  Алюминиевая - от второго кольцевого надреза сделать надрез до конца кабеля по винтовой линии специальным ножом. Оболочку удалить с конца кабеля до второго кольцевого надреза
Удаление поясной изоляции и заполнителей	Размотать ленты поясной изоляции и оборвать их у края оболочки. Развести жилы и удалить заполнители между жилами, обрезав их у края оболочки. Протереть изоляцию жил тряпкой, смоченной в бензине
Подготовка жил к оконцеванию	Снять изоляцию жил на длине А (табл. 5.3) для оконцевания наконечниками. У места среза изоляцию закрепить двумя-тремя витками суровых ниток и протереть оголенные участки жил. На проводник заземления 5 надеть поливинилхлоридную трубку
Оконцевание жил и проводника заземления	Опрессовать наконечники по инструкции
Удаление оболочки между кольцевыми надрезами	Надрезать и снять оболочку между двумя кольцевыми надрезами и закрепить поясную изоляцию бандажом из ниток 15. Торец оболочки обработать, удалив острые края и заусенцы
Заделка жил у наконечников	Обмотать оголенные участки жил до уровня изоляции 7 липкой поливинилхлоридной лентой толщиной 0,2 и шириной 7,5 мм, разрезав ролик ленты шириной 15 мм пополам
Заделка лунок в наконечниках	В лунки от опрессовки наконечников вложить моточки из липкой поливинилхлоридной ленты 8 и покрыть их составом № 2
Заделка жил	Липкой поливинилхлоридной лентой 10 с натяжением и 50%-ным перекрытием предыдущего витка обмотан каждую жилу от поясной изоляции к покрыть составом № 1. Жилы кабеля напряжением 6-10 кВ предварительно обмотать по изоляции одним слоем ленты из лакоткани
Нанесение состава № 2 между жилами, сжатие их в пучок и закрепление временного бандажа	Составом № 2 заполнить пространство между жилами 13 от поясной изоляции на длине, равной двум диаметрам оболочки кабеля. Сжать жилы в пучок и закрепить временным бандажом из шпагата 11 выше обмазки жил на 10-20 мм. Пучок снаружи обмазать составом № 2

Заделка жил и оболочки кабеля	Липкой поливинилхлоридной лентой 12 обмотать в восемь слоев место, где нанесен состав № 2 с заходом на оболочку по длине, равной ее диаметру. Обмотку делать на жилах, отступив от торца оболочки кабеля на 50-70 мм
Наложение бандажей на жилы, оболочку и наконечники	Бандаж 14 из крученого шпагата диаметром 1-1,5 мм наложить с натяжением на всю длину обмотки жил и оболочки. Бандаж 9 наложить на всю длину цилиндрической части наконечников с заходом на изоляцию жил
Покрытие бандажей лаком	Покрыть бандажи из шпагата изоляционным лаком (шеллак, бакелитовый и др. холодной сушки). Состав № 1 для покрытия бандажей не допускается
Снятие временного бандажа с жил	Снять временный бандаж после высыхания состава № 2 перед вводом заделки кабеля в вводное устройство электродвигателя

Каждая концевая заделка после окончания монтажа должна быть сдана ответственному лицу, осуществляющему надзор за монтажом. Результаты приемки оформляют актом соответствующей формы.

Заделки кабелей с бумажной изоляцией на 6-10 кВ в зонах класса В-I в вводных устройствах взрывонепроницаемых электродвигателей выполняют только заливкой в кабельную муфту вводного устройства кабельной массы МБМ-1 или МБМ-2, разогретой до 140 °С с последующим охлаждением перед заливкой до 110-120 °С.

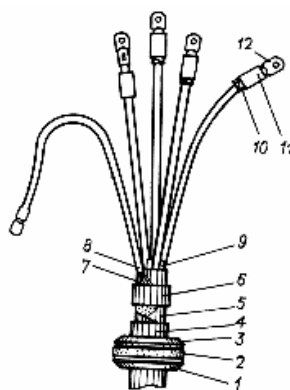


Рис. 5.5. Кабельная концевая заделка для кабелей ВБВ и АВБВ:

1 - шайба нажимная; 2 - кольцо резиновое уплотнительное; 3 - шайба упорная; 4 - оболочка (наружный покров) кабеля; 5 - две ленты брони; 6 - бандаж на броне; 7 - проводник заземления брони; 8 - поливинилхлоридная трубка; 9 - профилированный сердечник; 10 - липкая поливинилхлоридная лента; 11 - манжета из поливинилхлоридной трубки; 12 - наконечник

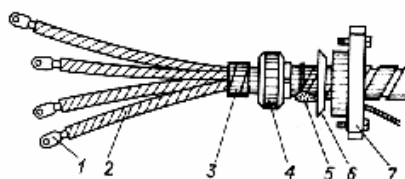


Рис. 5.6. Кабельная концевая заделка кабеля с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной или резиновой оболочке:

1 - наконечник; 2 - обмотка жил поливинилхлоридной лентой ПВХ; 3 - бандаж из поливинилхлоридной ленты; 4 - резиновое уплотнительное кольцо; 5 - место припайки проводника заземления брони кабеля; 6 - шайба нажимная; 7 - муфта нажимная

Длина А снятия изоляции с жилы (рис. 5.4, 5.5 и 4.18)

Площадь сечения жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Длина А от конца жилы, мм	
	медной	алюминиевой
16-25	40	45
35	40	50
50	45	55
70	45	60
95-120	50	65

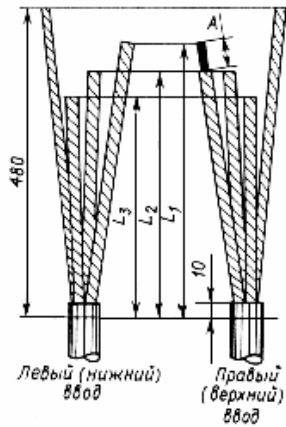


Рис. 5.7. Подготовка кабелей к заделке для вводных устройств К5 и К6 - длина жил

Таблица 5.5

Отрезаемая длина (в мм) секторных жил кабеля с бумажной изоляцией для установки во вводных устройствах типов К5 и К6 с двумя вводами

Обозначение кабеля*	Крайняя $L_1$			Средняя $L_2$			Крайняя $L_3$		
	медный	медно- алю- миние- вый	алю- ми- ние- вый	медный	медно- алюми- ниевый	алюми- ниевый	медный	мед- но- алю- миние- вый	алюми- ниевый
* С - жила секторная многопроволочная; СО - жила секторная однопроволочная; цифра - площадь сечения жилы в мм <sup>2</sup> , то же в табл. 5.6.									
25С, 25СО	280	270	275	270	260	265	260	250	255
35С, 35СО	275	270	275	265	260	265	255	250	255
50С, 50СО	265	255	270	255	245	260	245	235	250
70С	260	250	255	250	240	245	240	230	235
70СО	-	255	260	-	245	250	-	235	240
95С, 95СО	255	245	250	245	235	240	235	225	230

120С, 120СО	255	240	245	245	230	235	235	220	225
150С	-	240	245	-	230	235	-	220	225

Таблица 5.6

**Отрезаемая длина (в мм) секторных жил кабелей с бумажной изоляцией для установки  
во вводных устройствах электродвигателей 6-10 кВ серии ВАО  
с различными наконечниками**

Обозначение кабеля	Средняя жила			Крайняя жила		
	медный	медноалюминиевый	алюминиевый	медный	медно-алюминиевый	алюминиевый
25С	380	-	-	300	-	-
25СО	-	370	375	-	290	295
35С	380	-	-	300	-	-
35СО	-	370	375	-	290	295
50С	400	-	-	320	-	-
50СО	-	365	370	-	285	290
70С	400	385	390	320	305	310
70СО	-	365	370	-	285	290
95С	400	380	385	320	300	305
95СО	-	385	390	-	305	310
120С	400	380	380	320	300	300
120СО	-	385	390	-	305	310

Примечание. Жилы "С" с площадью сечения 25 и 35 мм<sup>2</sup> и "СО" с площадью сечения 50 и 70 мм<sup>2</sup> присоединяют к переходным пластинам.

Особенности выполнения заделок кабелей с бумажной изоляцией напряжением 6-10 кВ приведены в табл. 5.7 и рис. 5.8.

Ввод в электродвигатели и присоединение кабелей и проводов. Перед вводом кабелей или проводов в электродвигатели снимают крышку вводного устройства. Технология ввода и присоединения кабелей и проводов в вводных устройствах электродвигателей приведена в табл. 5.7, 5.8, 5.9.

После ввода и присоединения кабелей или проводов во вводное устройство электродвигателя прилегающие взрывозащитные поверхности и соединения корпус - крышка, корпус - кабельная муфта, протирают и покрывают тонким слоем консистентной смазки, а после затягивания болтов до отказа проверяют шупом зазоры по всему периметру прилегания. Выбранная смазка и зазоры должны соответствовать требованиям инструкции по монтажу и эксплуатации электродвигателя. Фактическое значение зазоров после монтажа отражают в протоколе.



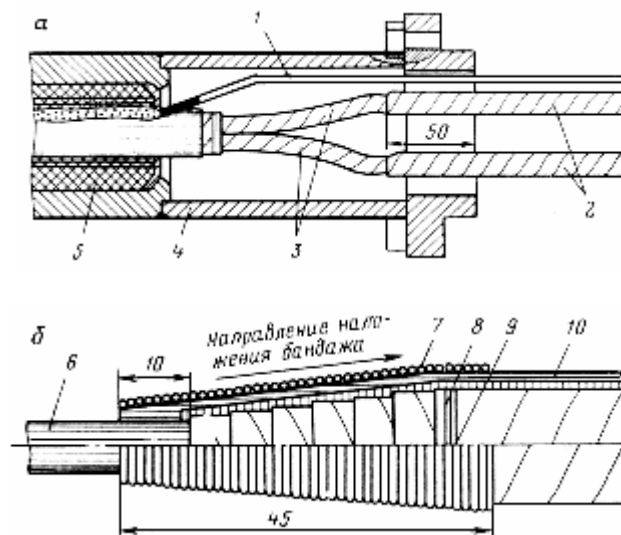


Рис. 5.8. Кабельная концевая заделка кабеля 6-10 кВ с бумажной изоляцией с заливкой кабельной массой:

а - подготовка кабеля под заливку кабельной массой в кабельной муфте; б - герметизация однопроволочной жилы кабеля;

1 - проводник заземления; 2 - обмотка жил кабеля лакотканью и поливинилхлоридной лентой;  
3 - жилы кабеля; 4 - кабельная муфта; 5 - резиновое уплотнительное кольцо; 6 - жила кабеля;  
7 - бандаж из шпагата; 8 - бандаж из ниток; 9 - лакоткань; 10 - четыре слоя поливинилхлоридной ленты

Таблица 5.7

**Технология выполнения концевых кабельных заделок кабелей с бумажной изоляцией напряжением 6-10 кВ**

Операция	Способ выполнения
Разделка кабеля и припайка проводника заземления	По данным табл. 5.2
Обмотка жил лакотканью и поливинилхлоридной лентой	Одним слоем лакоткани и четырьмя слоями липкой поливинилхлоридной ленты 2 с 50%-ным перекрытием предыдущего витка до конца жил 3, включая цилиндрическую часть наконечника, обмотать на расстоянии 50 мм ниже торца кабельной муфты 4 вводного устройства
Заливка муфт кабельной массой	Заливку выполнять при температуре кабельной массы не более 120 °С, заполнять до верха муфты. После охлаждения и усадки долить кабельной массой. Уровень массы после охлаждения должен быть не ниже 10 мм от торца кабельной муфты
Герметизация концов однопроволочной жилы кабеля площадью сечения 10-16 мм <sup>2</sup>	Наложить бандаж из ниток 8 на расстоянии 85 мм на жилу 6. С конца жилы до бандажа снять пять верхних слоев изоляции. Остальные слои на длине 30 мм от бандажа снимать ступенями с интервалом 5 мм. Протереть жилу бензином и обмотать лакотканью 9 и четырьмя слоями липкой поливинилхлоридной ленты 10 с перекрытием оголенной жилы на длине 10 мм. Наложить бандаж из шпагата 7 на длине 45 мм от конца изоляции и пропитать лаком (см. табл. 5.2). Оголенный конец жилы изогнуть в кольцо

Таблица 5.8

**Технология выполнения ввода кабелей в электродвигатели и их присоединение к зажимам**

Операция	Технология выполнения
----------	-----------------------

Сборка деталей вводного устройства на кабеле	Надеть на кабель до начала разделки нажимную муфту, резиновое уплотнительное кольцо, нажимную и упорную шайбы
Ввод кабеля в вводное устройство	Через проходное отверстие внутрь вводного устройства ввести жилы кабеля и проводник заземления. В гнездо ввода вставить до упора уплотнительное кольцо с упорной и нажимной шайбами
Присоединение жил кабеля	К соответствующим контактным зажимам присоединить фазные и нулевую (заземляющую) жилы и проводник заземления брони и оболочки
Присоединение проводника заземления брони кабелей с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой	К наружному зажиму заземления на корпусе вводного устройства присоединить проводник заземления
Уплотнение ввода кабеля	Нажимную муфту закрепить болтами до отказа и тем самым уплотнить кабель резиновым кольцом

Таблица 5.9

**Технология выполнения ввода проводов в электродвигатель и их присоединение к зажимам**

Операция	Технология выполнения
Затягивание проводов в трубопровод	Разъемное соединение трубопровода разобрать при выходе трубы из пола и затянуть провода до разъемного соединения длиной, достаточной для подсоединения. Провод (марка и сечение) должен соответствовать проекту
Снятие нажимной муфты	Болты в нажимной муфте отвернуть и снять ее с ввернутым участком трубы. Из гнезда муфты вынуть нажимную и упорную шайбы и уплотнительное резиновое кольцо
Подготовка резинового кольца для проводов	Вынуть из корпуса вводного устройства резиновое кольцо с четырьмя отверстиями. При отсутствии отверстий проверить их или при необходимости рассверлить эти отверстия по диаметру провода. Упорную и нажимную шайбы приклеить к резиновому кольцу клеем № 88
Затягивание проводов в соединительный участок трубы	В соединительный участок трубы с нажимной муфтой затянуть провода и, придерживая концы проводов, довести участок трубы до основного трубопровода
Установка резинового уплотнительного кольца	Каждый провод продеть в отверстия резинового уплотнительного кольца с приклеенными шайбами и подвести его к нажимной муфте
Ввод проводов во вводное устройство	Провода ввести во вводное отверстие, в гнездо муфты вставить резиновое кольцо. Нажимную муфту с участком трубы подвести к кабельной муфте, втянуть провода во вводное устройство. В случае невозможности ввода трубы отвернуть болты на корпусе вводного устройства и приподнять его; после ввода нажимной муфты в гнездо резинового уплотнительного кольца закрепить корпус на месте. Шупом замерить взрывонепроницаемый зазор между корпусом вводного устройства и фланцем электродвигателя. Величина зазора должна соответствовать данным заводской инструкции на эксплуатацию электродвигателя
Соединение трубопровода и уплотнение ввода проводов	В месте разъема соединить трубопровод. Нажимную муфту закрепить ввертыванием болтов до отказа и тем самым уплотнить провода резиновым кольцом

Присоединение проводов к контактным зажимам	Провода обрезать по месту, снять изоляцию с концов, изогнуть жилы в кольцо или оконцевать наконечниками и подсоединить их к силовым и заземляющему зажимам. Длина однопроволочных жил должна иметь запас на 2-3 присоединения на случай облома жил
---	--

Форма протокола

_____	_____
(министерство и ведомство)	(город)
_____	_____ (заказчик)
(трест)	
_____	_____
(монтажное управление)	(объект)
_____	" ____ " _____ 19 ____ г.

**ПРОТОКОЛ**  
**замера зазоров взрывозащитных поверхностей и проверки уплотнения**  
**ввода кабелей или проводов взрывозащищенного электрооборудования**

№№ пп	Тип электро- оборудования	Марки- ровка взрыво- защиты	Завод- ской номер	Соединение элементов вводных устройств электрооборудования взрывонепроницаемого исполнения			Провер- ка уплот- нений вводов	Приме- чание
				корпус- крышка, мм	корпус- кабель- ная муфта, мм	корпус- фланец двига- теля, мм		

Примечания. 1. Зазоры в соединениях "корпус-кабельная муфта" и "корпус-фланец двигателя" измеряют по всему периметру, если соединения были разобраны в процессе монтажа.

2. Для измерения зазоров применяют набор шупов № 2 по ГОСТ 882-75.

3. Уплотнение ввода кабелей, наличие заглушек и резиновых уплотнительных колец в неиспользованных отверстиях вводов проверяют визуально.

Представители электромонтажной  
организации

Представители заказчика

\_\_\_\_\_

(подписи)

\_\_\_\_\_

(подписи)

Монтаж электрических машин с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением защитным газом. Электрические машины с этим видом взрывозащиты - это, как правило, крупногабаритные машины серии СДКП, СТДП, АП, ДАП, АТД2 и другие. У электродвигателей серии СТДП мощностью 630-5000 кВт, напряжением 6-10 кВ камеры вводов имеют как боковой ввод с уплотнением кабелей по оболочке резиновыми кольцами, так и ввод кабелей в трубах через фундамент в отверстия основания камеры ввода фундаментной плиты. У двигателей мощностью 630-2000 кВт вводится один кабель, а у двигателей мощностью 2500-5000 кВт - два кабеля (рис. 5.9). Ввод кабелей может осуществляться с любой стороны продольной оси двигателя в зависимости от местных условий. Начала и концы обмоток статора выведены на опорные изоляторы, расположенные под кожухом двигателя на двух сторонах корпуса статора. Для заземления брони и оболочки кабелей на верхней полке фундаментной плиты имеются винтовые заземляющие зажимы по одному на кабель.

Монтаж кабелей выполняют до установки кожуха электродвигателя.

Двигатели СТДП мощностью 6300-12500 кВт на 6-10 кВ имеют шесть шинных выводов в фундаментную яму (рис. 5.10). Кабели заделывают непосредственно у выводных шин и крепят на кронштейне к стене фундаментной ямы.

Электродвигатели АД2, СДКП2, АП, ДАП и др. мощностью до 800 кВт на 6-10 кВ имеют штампованное вводное устройство из листовой стали, внутри которого имеются четыре опорных изолятора с контактными зажимами М10 для соединения наконечников жил питающего кабеля и соединения концов статорной обмотки в звезду. На дне корпуса имеется зажим для присоединения проводников заземления брони и оболочки кабеля.

Кроме выполнения усиленных концевых заделок типа КВсл, вводные устройства электродвигателей укомплектованы стальной воронкой для заливки кабелей кабельной массой.

Заделки кабелей с бумажной изоляцией (см. рис. 5.8) на напряжение 6-10 кВ во взрывоопасной зоне класса В-І в вводных устройствах выполняются только заливкой кабельной массой МБМ-1 или МБМ-2 (см. табл. 5.6).

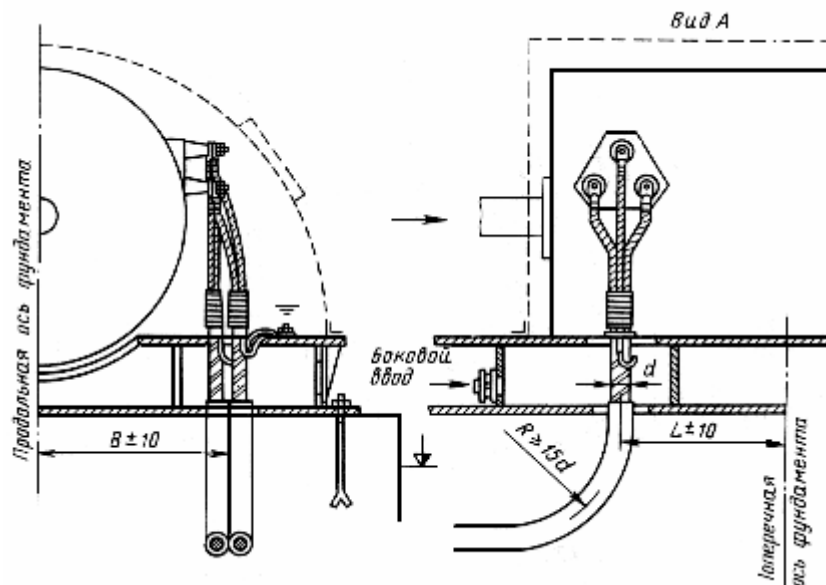


Рис. 5.9. Подвод кабелей в трубах через фундамент к электродвигателям серии СТДП мощностью 2500-5000 кВт

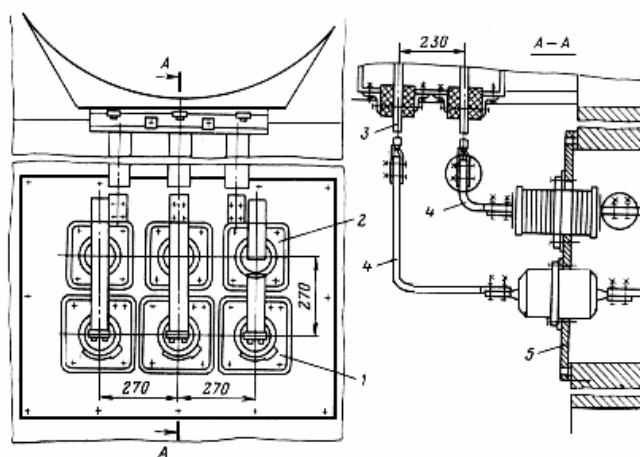


Рис. 5.10. Шинный вывод электродвигателей серии СТДП мощностью 6300-12500 кВт в фундаментную яму:

- 1 - трансформатор тока; 2 - изолятор проходной; 3 - шинный вывод; 4 - шина соединительная; 5 - плита проходная

В управлении двигателем предусмотрены блокировки, разрешающие пуск после продувки при закрытом клапане и препятствующие пуску:

- 1) при продувке с открытым клапаном;
- 2) при отсутствии продувки из-за открытого клапана;
- 3) при отсутствии полной продувки после закрытия клапана;

4) при наличии избыточного давления в точках подключения приборов менее минимальных значений, указанных в ТУ;

5) воздействующие на сигнал опасности или отключающие двигатель от сети;

6) при падении давления в точках подключения приборов менее рабочего, но не ниже минимальных значений;

7) при повышении температуры воды на выходе выше установленной.

Следует иметь в виду, что машины этого исполнения поставляют, как правило, на место монтажа в разобранном виде. Поэтому перед получением ее место установки должно быть готово.

При сборе машины следует обратить внимание на установку ротора в статор и выдерживание при этом требуемых воздушных зазоров между ними. Чтобы не повредить лобовые части обмотки ротора при его установке, рекомендуется закрывать их листами электротехнического картона. После того как ротор и статор взаимно отрегулированы, фундаментные плиты под статор могут быть залиты бетоном. При монтаже возбуждательного агрегата следует проверить его центровку, так как при затяжке фундаментных болтов она может быть нарушена. Кроме того, следует проверить перед пуском герметичность воздухопроводов.

Монтаж электродвигателей с масляным заполнением оболочки отличается от монтажа двигателей со взрывонепроницаемой оболочкой применением кабелей или проводов в маслостойкой изоляции, проверкой уплотнений от протекания масла и наличием приборов, контролирующих уровень масла. Как правило, двигатели этого исполнения являются специальными, например, в химической промышленности для перекачки различных продуктов.

При монтаже данных двигателей необходимо, чтобы был свободный доступ к указателю масла и к отверстию для слива и отбора масляных проб, а также чтобы дыхатели, обеспечивающие свободный выход газов и паров, образующихся при нагревании масла, не закрывались другим оборудованием.

## МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Взрывозащищенную пусковую и пускорегулирующую аппаратуру монтируют в соответствии с проектной документацией на производство электромонтажных работ во взрывоопасных зонах. Взрывозащищенная пусковая и пускорегулирующая аппаратура (рис. 5.11) предназначена для управления различными машинами и механизмами. Аппаратуру устанавливают во взрывоопасных зонах в зависимости от уровня и вида взрывозащиты. Она должна соответствовать классу взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси, а также степени защиты оболочки от воздействия окружающей среды. Как правило, упаковка, в которой электрическая аппаратура прибывает на монтаж с завода-изготовителя, рассчитана только на ее транспортировку, но не хранение в ней на открытом воздухе. Поэтому прибывшая на монтаж электрическая аппаратура должна быть распакована для проверки и затем храниться в чистом сухом помещении с температурой выше 0 °С.

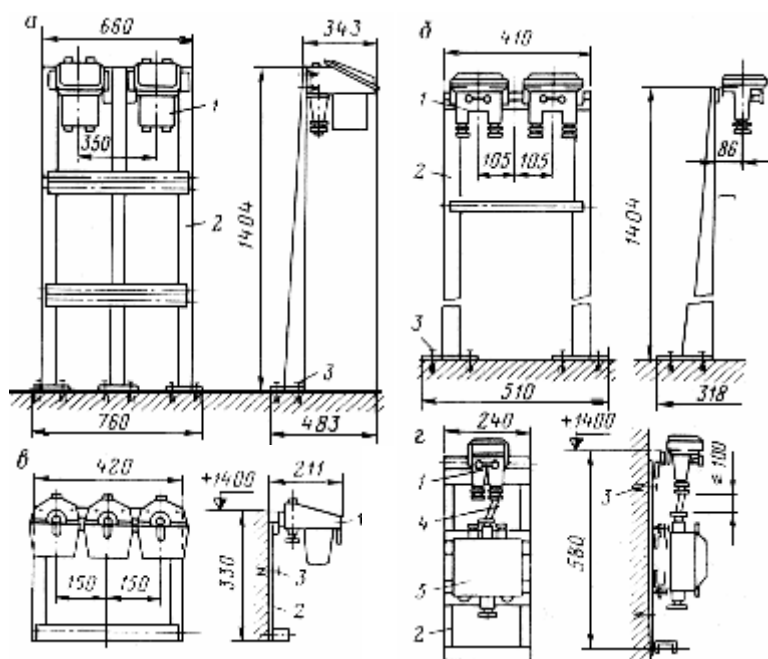


Рис. 5.11. Взрывозащищенная пусковая аппаратура, установленная блоками:

а - пускатель ПМ 702-100; б - пост управления КУ-93; в - пост управления КУ-700;  
г - пост управления КУ-93 с коробкой У 614; 1 - аппарат; 2 - металлоконструкции  
для установки аппаратуры; 3 - крепления; 4 - кабель; 5 - коробка У 614

В помещение не должны проникать пары и газы, разъедающие электрическую изоляцию и вызывающие коррозию материалов. Хранение электрической аппаратуры в заводской упаковке под открытым небом приводит к снижению электрической прочности изоляции обмоток, разрушению лакокрасочных покрытий, ржавлению металлических поверхностей, снижению надежности аппаратуры. В этом случае завод-изготовитель не гарантирует исправную работу ее в течение гарантийного срока.

Через каждые 6 мес хранения необходимо проверять состояние аппаратуры, переконсервацию с обязательным удалением обнаруженной ржавчины.

При погрузке и разгрузке аппаратуры необходимо принимать меры предосторожности, исключающие резкие толчки и удары, которые могут нарушить ее взрывозащиту или отрицательно повлиять на ее эксплуатационную надежность.

Погрузку и разгрузку электрической аппаратуры выполняют с помощью мостовых или автомобильных кранов, автопогрузчиков, тельферов и т. п.

Сбрасывать аппаратуру с платформы, грузового автомобиля или вагона нельзя, так как это может вызвать нарушение ее взрывозащиты (трещины, вмятины на кожухе и т. п.).

Аппаратуру, как правило, передают на объект монтажа собранной, прошедшей ревизию и регулировку в монтажно-заготовительном участке (МЗУ) и подготовленную для подсоединения к ней кабелей и проводов.

Профилактический осмотр и ревизия. Аппаратуру следует распаковать и проверить целостность оболочки, наличие крепежных элементов, средств уплотнения крышек, ввода кабелей и проводов, маркировочных и предупредительных надписей.

При ревизии производят чистку от пыли и грязи, расконсервацию с удалением смазки, проверяют соответствие аппарата проекту, наличие уплотнительных прокладок, резиновых колец, крепежных элементов, заглушек в неиспользованных вводах. У маслonaполненных аппаратов все промывают бензином, протирают чистыми тряпками и просушивают внутренние части и бак для масла. У пускателей проверяют свободное перемещение подвижной контактной системы и состояние поверхности главных и блокировочных контактов (рис. 5.12). В замкнутом положении контакты должны иметь линейное касание по всей ширине. В случае неровностей контакты зачищают личным напильником. У хорошо отрегулированных пускателей подвижная система имеет легкий ход, включается без заеданий и остановок в промежуточных положениях. При выключении система быстро возвращается в исходное положение под действием пружины и собственной массы.

Силу нажатия главных контактов включенного пускателя определяют по показанию динамометра при оттягивании подвижного контакта, когда в образовавшийся зазор может свободно проходить тонкий лист бумаги.

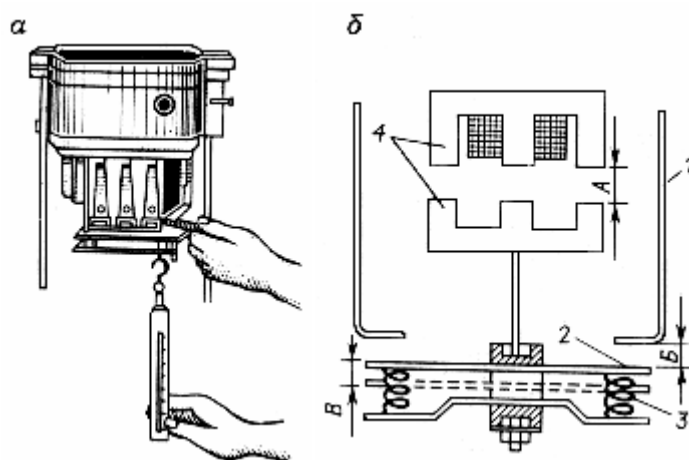


Рис. 5.12. Проверка главных контактов и зазора магнитной системы пускателей серии ПМ:

а - проверка нажатия главных контактов динамометром и бумажной полоской;  
б - проверка контролируемых зазоров;

1 - неподвижный контакт; 2 - подвижный контакт в отключенном положении;  
3 - провал подвижного контакта после включения; 4 - магнитная система

После проведения ревизии аппаратура подготовлена к монтажу. Монтаж аппаратуры состоит из подготовительных, монтажных работ по установке аппаратуры и подсоединения кабеля или провода в вводное устройство аппаратуры.

Подготовительные работы заключаются в проверке места установки аппаратуры. Устанавливать пусковую и пускорегулирующую аппаратуру надлежит в таких местах, где есть к ней свободный доступ. Фланцевые зазоры оболочки аппаратуры не должны вплотную примыкать к поверхности стен, конструкциям, трубопроводам и т. п. Поверхности сопряжения оболочек, если их в процессе монтажа приходилось разъединять, надо очистить от грязи и пыли, способствующих увеличению зазоров между сопрягаемыми деталями, и протереть чистой ветошью.

Забойн, царапин на взрывонепроницаемых поверхностях не должно быть. Окраска этих поверхностей, а также подчеканка стыков строго запрещена. Зазор в сопрягаемых поверхностях взрывонепроницаемой оболочки аппаратуры проверяют набором шупов по ГОСТ 882-75.

При монтаже аппаратуры необходимо установить ее в удобном для управления положении, если не оговорено место ее установки проектом, и закрепить. Способы крепления выбирают в зависимости от строительного основания, на котором устанавливают аппараты.

Пристрелка с помощью монтажных пистолетов может применяться только для крепления конструкций - к вертикальным основаниям (стены, колонны), выполненных из прочного материала - бетона, кирпича. Пристрелка конструкций для крепления аппаратуры к основаниям из шлакобетона, полых железобетонных плит и других заполнителей запрещается.

Пристрелка производится в полосовую сталь 4х25, 4х40 настенных конструкций дюбелями диаметром 4,5 мм.

При креплении электросваркой к металлическим основаниям места сварки и длину сварных швов определяют по месту монтажа.

Крепление болтами выполняют тогда, когда применение других способов невозможно.

Аппаратура с масляным заполнением оболочки типа магнитных пускателей серии ПМ701, ПМ702, посты управления КУ-700 и др. устанавливают на основаниях, не подверженных вибрации в строго вертикальном положении. Кроме того, при их монтаже необходимо обеспечить наличие резервного пространства для опускания бака (пускателя) и осмотра контактов.

При подводе открыто проложенных кабелей к аппаратам, установленным на стойках или конструкциях, закрепленных на стене, питающий кабель прокладывают и закрепляют на перфорированном лотке, монтажном профиле и т. д. Расстояние между последней точкой крепления кабеля и нажимной муфтой или сальниковой гайкой аппарата должно быть не более 350 мм.

Открыто проложенные кабели ВБВ и АВБВ при подводе к аппаратам не требуют защиты их от возможных механических повреждений независимо от высоты прокладки. Отрезок кабеля от пускателя к двигателю крепят скобкой к перфорированной рейке, установленной между стойками на расстоянии не более 350 мм от нажимной муфты пускателя (рис. 5.13).

Кабели других марок, допустимые к применению во взрывоопасных зонах, как бронированные, так и небронированные, защищают на высоте до 2 м от пола или площадки обслуживания аппаратов. Защита может быть осуществлена монтажными профилями, коробами, швеллерами, трубами и т. д. Для бронированных кабелей в пластмассовой оболочке между вводом в аппарат и защитными ограждениями допускается разрыв не более 100 мм.

Для ввода кабеля в аппарат необходимо учитывать максимально допустимый диаметр кабеля, который можно ввести через уплотнительное резиновое кольцо вводного устройства.

Допустимые наружные диаметры кабелей, вводимых во взрывозащищенные аппараты, приведены в табл. 5.10.

Бронированные кабели других марок без наружного поливинилхлоридного покрова уплотняют по оболочке, расположенной под броней. Заделки концов кабелей выполняют до ввода их в аппараты так же, как и заделки для взрывозащищенных электродвигателей.

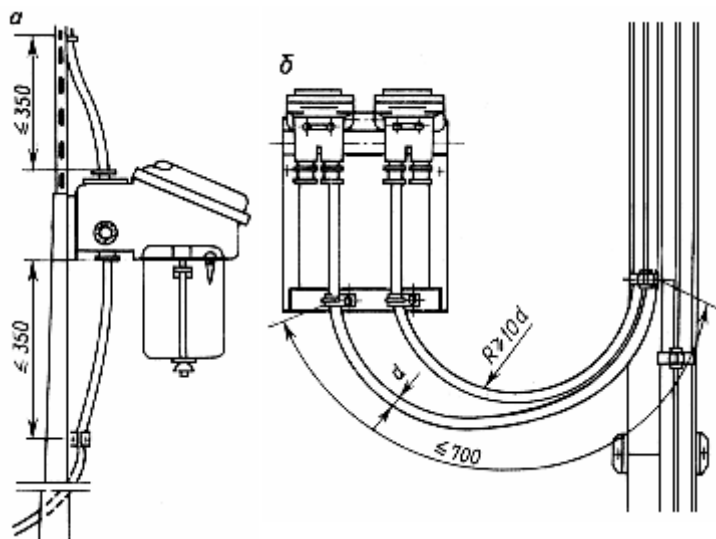


Рис. 5.13. Подвод кабелей марки ВБВ к пусковой аппаратуре:

а - к пускателью серии ПМ; б - к кнопчному посту КУ-90

Таблица 5.10

**Допустимые диаметры кабелей марок ВБВ и АВБВ для ввода  
во взрывозащищенные аппараты**

Марка аппарата	Максимальный допустимый наружный диаметр подводимого кабеля, мм	Число и площадь сечения жил кабеля, мм <sup>2</sup>
ПМ 712-25; ПМ722-25	22	4x6
ПМ712-100; ПМ722-100	34	3x35 ÷ 1x6
ПМ711А-250; ПМ721А-250	53	3x120 ÷ 1x70
КУ-91; КУ-92; КУ-93	24	4x6
КУ-700/2; КУ-700/3; ВК-700	18	3x2,5
ПВ-КУ; ПВ-К; ПВ-А; ПВ-В; ПВ-С	22	4x6

Кабели с бумажной изоляцией вводят в пускатели только снизу, а кабели с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией и провода - вводят в пускатели как сверху, так и снизу.

Техническая характеристика постов управления серии КУ по ТУ 16.625.201-70.

Пост управления	КУ-91	КУ-92	КУ-93
Уровень и вид взрывозащиты	1ГdПВТ5		
Номинальный ток, А:			
переменный при 380 В	10		
постоянный 110/220 В	10/5		
Число контактных элементов	1	2	3
Число вводов	1	2	2
Диаметр отверстия в сальниках, мм*	24/12		
Масса, кг	0,7	0,9	1,5



\* В числителе - наибольший, в знаменателе - наименьший.

Для ввода кабеля в посты управления серии КУ-90 и ПВ снимают крышку и отворачивают нажимную гайку. Из гнезда ввода вынимают стальную шайбу и резиновое уплотнительное кольцо. На кабель надевают нажимную гайку и стальную шайбу, а на оболочку кабеля - уплотнительное резиновое кольцо. Заделанный конец кабеля вводят в вводное устройство и уплотняют по оболочке ввертыванием нажимной гайки до отказа.

При вводе кабелей марок ВБВ и АВБВ в посты управления серии КУ-90 на вводимом конце кабеля заземляющий проводник к броне не припаивают. Ленты брони отрезают и снимают заподлицо с наружным покровом.

При вводе открыто проложенного кабеля в аппараты КУ-700, ВК-700 с масляным заполнением оболочки сверху пробку верхнего ввода меняют местами с резиновым уплотнительным кольцом и нажимной гайкой нижнего ввода.

Если подвод к такому виду взрывозащиты выполняют проводами или небронированным кабелем в трубе, резиновое кольцо и нажимную гайку удаляют и не используют. Аппарат соединяют с трубой стандартным сгоном - ввертыванием его короткой резьбы в вводное отверстие. Сгон со стороны длинной резьбы соединяют муфтой и контргайкой.

Провода можно затянуть, не снимая аппарата. При вводе трубы снизу для затягивания проводов снимают бачок для масла и отвертывают резьбовую пробку. Через образовавшееся отверстие затягивают провода в трубу.

Резиновую изоляцию проводов или жил кабеля на участке погружения в масло на 40-50 мм выше уровня масла удаляют, а на оголенные места (участки) жил надевают с заходом на изоляцию трубки из маслостойкой изоляции, например из поливинилхлоридного пластика или лакоткани (рис. 5.14).

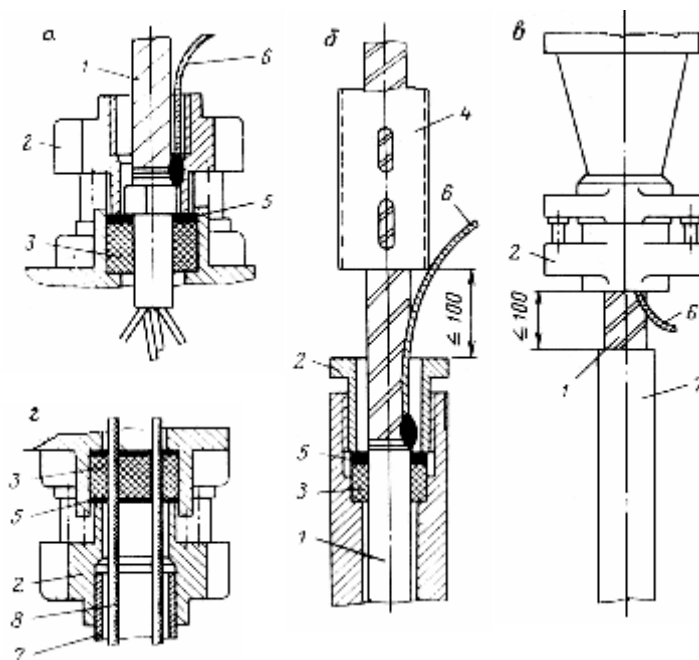


Рис. 5.14. Ввод в пусковую аппаратуру кабелей с поливинилхлоридной оболочкой и проводов в трубах:

а - ввод и уплотнение бронированного кабеля; б - защита бронированного кабеля монтажным профилем;  
в - защита бронированного кабеля трубой; г - ввод проводов в трубу;

1 - кабель; 2 - нажимная муфта; 3 - резиновое уплотнительное кольцо; 4 - монтажный профиль;  
5 - нажимная шайба; 6 - проводник заземления брони кабеля; 7 - труба; 8 - провода

После ввода кабелей в аппараты жилы кабелей присоединяют к контактным зажимам согласно схеме. Проводники заземления брони кабелей с бумажной изоляцией присоединяют к зажимам заземления, расположенным внутри аппарата, а бронированных кабелей с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой (кроме кабелей марок ВБВ и АВБВ) - к наружному зажиму.

Перед установкой крышек на место проверяют наличие прокладок, крепежных деталей, чистоту сопрягаемых взрывозащитных поверхностей, что обеспечивает взрывозащиту и степень защиты оболочек от воздействия окружающей среды. Визуально проверяют надежность уплотнения вводов кабелей и проводов, наличие заглушек в неиспользованных вводах.

При установке крышек затягивают все крепящие болты. В аппаратах с маслonaполненной оболочкой проверяют чистоту бачка, затем наливают масло до положенного уровня и прикрепляют бачок к корпусу.

В пускателях масло доливают через патрубок до отметки на смотровом окне и устанавливают в отверстие заводскую пробку. При необходимости ставят пробку.

## МОНТАЖ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

Освещение взрывоопасных зон делят на рабочее (общее), местное и аварийное. Систему рабочего (общего) освещения применяют в помещениях, где нормированная освещенность составляет 50 лк (такая освещенность обеспечивает нормальные условия ведения работы). Местное освещение, по соображениям безопасности, ограничивается минимально необходимым числом световых приборов. Аварийное освещение предназначено для обеспечения продолжения работы в аварийных случаях, и освещенность при нем в зоне рабочего освещения должна составлять не менее 10% от нормы общего освещения, т. е. в пределах 5 лк. Для освещения наружных площадок, где аварийное освещение может понадобиться редко, допускается применение переносных аккумуляторных световых приборов.

Светильники аварийного освещения выделяют из общего числа светильников рабочего освещения производственных помещений взрывоопасных зон (с учетом освещения проходов), они составляют 20-25% всех его светильников, остальные 80-75% светильников относятся только к рабочему освещению. Светильники рабочего и аварийного освещения должны иметь отдельные осветительные сети, отдельные распределительные щитки и независимое питание.

Характер производственных помещений и наружных установок, имеющих взрывоопасные зоны в нефтяной и газовой промышленности, можно условно разделить, с одной стороны, на такие, где технология производства основана на широком использовании жидких, газообразных и легковоспламеняющихся горючих веществ при высоком уровне механизации и автоматизации производственных процессов, а с другой - на установки на открытых территориях для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в резервуарах и баках с запорной арматурой.

Зрительная работа в первом случае связана, главным образом, с общим наблюдением за ходом технологического процесса и требуется там, где установлена контрольно-измерительная и сигнальная аппаратура, щиты и пульты, пункты регулирования и переключения, а также на участках и местах обслуживания технологического оборудования и аппаратуры. Во втором случае характерно наличие громоздкого оборудования, резервуаров, баков, сложных систем трубопроводов и воздухопроводов, площадок и лестниц, как правило, расположенных на открытых пространствах и на разных отметках и уровнях. Этим и определяется в первом случае устройство общего локализованного освещения светильниками с лампами накаливания и газоразрядными лампами высокого давления.

Участки открытых территорий, которые освещаются светильниками наружного освещения или прожекторами, размещают на расстоянии от мест возможного выделения взрывоопасных веществ. Поэтому электрическое освещение взрывоопасных зон нормируется по освещенности рабочих поверхностей, при этом равномерность освещения рассчитывают преимущественно по методу удельной установленной мощности.

Сущность этого метода заключается в том, что для данного помещения выбирают удельную мощность освещения площади, а затем определяют общую мощность ламп, необходимую для освещения, путем умножения удельной мощности на площадь помещения.

Полученную общую мощность ламп делят на их число, определяя тем самым мощность одной лампы, и затем подбирают ближайшую по мощности лампу. Число ламп определяют размерами помещения, их расположением и мощностью стандартных ламп. Следует также учитывать тип светильника, расчетную высоту подвеса и наименьшую допустимую освещенность площади, подлежащую освещению. Расстояние светильников от стен выбирают в пределах 0,3-0,5 м, а длину подвеса от потолка - не более 1,5 м.

Для освещения взрывоопасных зон применяются, как правило, светильники с соответствующим уровнем и видом взрывозащиты (или степенью защиты) (табл. 5.11, 5.12).

Таблица 5.11

### Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты светильников
Стационарные	

В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP5X
Переносные	
В-I, В-Ia	Взрывобезопасное
В-Iб, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва

Таблица 5.12

**Основные технические данные светильников**

Серия или тип светильника	Число ламп и мощность, Вт	Маркировка по взрывозащите или степень защиты от воздействия среды (ГОСТ 17677-82)	Способ установки (ГОСТ 17677-82)	Класс взрывоопасной зоны
Светильники с лампами накаливания общего освещения				
УП24	1x500	IP63	С	В-Iб
ППР	1x100	IP600	С	В-Iб
	1x200			
	1x500			
	1x100, 1x200, 1x500			
ППД	1x100, 1x200, 1x500	IP63	С	В-Iб
НСП11*	1x100, 1x200, 1x500	IP60	С	В-Iб
НСП11*	1x100, 1x200, 1x500	IP63	С	В-Iб
НСП22	1x500	IP63	С	В-Iб
НСР01	1x100, 1x200	IP53	С	В-Iб
НСП21	1x200	IP53	С	В-Iб
НСП02	1x100	IP54	С	В-Iб
НСП03	1x60	IP54	С	В-Iб
НСП09	1x200	IP50	С	В-Iб
ПХС	1x60	IP54	П.Б	В-Iб
НПП02	1x100	IP54	П.Б	В-Iб
НПП03	1x100	IP54	П.Б	В-Iб
ИСП02	1x1000	IP54	С	В-Iб
Н4БН-150-1	1x150	2ExiIT2 YP54	С	В-Ia, В-Iг
Н4БН-150-II	1x50	2ExiIT2 YP54	С	В-Ia, В-Iг
Н4Б-300М*	1x300	2ExiIT2	С	В-Ia, В-Iг
Н46-300М*	1x300	2ExiIT2	С	В-Ia, В-Iг

H4T2H-300-1	1x300	2ExIIIT2	C	B-Ia, B-Ir
H4T2H-300-II	1x300	2ExIIIT2	C	B-Ia, B-Ir
B4A-60	1x60	1ExdIIIT1	П	B-I
B3Г-100А	1x100	1ExdIIIT3	П	B-I
B3Г-200АМ*	1x200	1ExdIIIT3	C	B-I
B3Г-200АМ*	1x200	1ExdIIIT3	C	B-I
B3Г/В4А-200М*	1x200	1ExdIIIT3	C	B-I
B3Г/В4А-200М*	1x200	1ExdIIIT3	C	B-I
H4T4	1x100	2ExdIIIT4	C	B-Ia, B-Ir
Светильники с лампами ДРЛ и ДРИ общего освещения				
ППД ДРЛ	1x250	IP53	C	B-I6
ППР ДРЛ	1x250	IP53	C	B-I6
ППД2-ДРЛ	1x250	IP53	C	B-I6
РСП11-400-001	1x400	IP60	C	B-I6
РСП11-400-002	1x400	IP60	C	B-I6
РСП12-400-002	1x400	IP60	C	B-I6
РСП12-700-001	1x700	IP60	C	B-I6
РСП14-2x400-011	2x400	IP60	C	B-I6
РСП14-2x700-011	2x700	IP60	C	B-I6
РСП14-2x700-021	2x700	IP60	C	B-I6
РСП16-400-001	1x400	IP60	C	B-I6
РСП20-250-111	1x250	IP60	C	B-I6
РСП20-400-112	1x400	IP60	C	B-I6
РСП23-400-011	1x400	IP60	C	B-I6
РСП23-400-012	1x400	IP60	C	B-I6
РСП23-400-031	1x400	IP60	C	B-I6
РСП23-400-032	1x400	IP60	C	B-I6
РСП25	1x400	IP60	C	B-I, B-Ia, B-Ir
ГСП10	1x700	IP53	C	B-I6
ГСП14-2x700-101	2x700	IP60	C	B-I6
ГСП14-2x700x100	2x700****	IP60	C	B-I6
ГСП 16-400-001	1x400	IP54	C	B-I6
ГСП20-700-113	1x700	IP54	C	B-I6
ГСП23-400-001	1x400	IP54	C	B-I6
ГСП25	1x400	IP54	C	B-I, B-Ia, B-Ir

ЖСП01	1x400***	IP53	C	B-I6
ЖСП14	2x400*****	IP60	C	B-I6
В4Т4	1x700	1Exp IIТ4	C	B-I
Светильники с люминесцентными лампами для общего освещения				
ПВЛ1	1x40	IP54	C	B-I6
ПВЛП	1x40	IP54	C	B-I6
ЛСП14	1x40	IP54	C	B-I6
ЛСП16	1x40	IP54	C	B-I6
ВЛВ	3x80	IP54	B	B-I6
ЛВП02	2x80	IP53	B	B^6
ЛВП02*	3x65	IP53	B	B-I6
ЛВП02	4x65	IP53	B	B-I6
ЛВП04	4x65	YP54	B	B-I6
ЛВП31	4x80	YP54	B	B-I6
ЛВП33	2x80	YP53	B	B-I6
НОГЛ	1x80, 2x80	2 Ex i II Т4	C	B-Ia, B-Ir
Н4Т4Л	2x80,2x80	2 Ex i II Т4	C	B-Ia, B-Ir
НОДЛ	1x40	2 Ex i II Т5	C	B-Ia, B-Ir
НОДЛ*	1x40	2 Ex i II Т5	C	B-Ia, B-Ir
Н4Т5Л	1x65,1x80	2 Ex i II Т5	C	B-Ia, B-Ir
Н4Т5Л*	1x65,1x80	2 Ex i II Т5	C	B-Ia, B-Ir
Н4Т5Л	2x65,2x80	2 Ex i II Т5	C	B-Ia, B-Ir
Н4Т5Л*	2x65,2x80	2Exi IIТ5	C	B-Ia, B-Ir
Переносные сетевые светильники				
ПР-60В	10	2ExdIIТ3	P	B-I6, B-Ir (временное освещение рабочих мест)
БП-62-ВМ	60	2ExdIIТ3	P	То же
ВРН-60	40	2ExdIIТ4	P	"
СРВ	8,2	B3Т3	P	B-I, B-Ia
СПВ-9	5,9; 8,2	B4Г	P	
СПВ-27	27	B3Т4	P	"
ВЗГ-25	40	B3Т4	P	"
Переносные светильники со встроенными аккумуляторами				
СГВ-2	3,75; 1,87	B3Г	P	B-I, B-Ia

				(временное освещение рабочих мест)
СЗГ-2	1,9	ВЗГ	Р	То же
ВЗГ-14	1,9	ВЗГ	Р	"
Светильники с лампами ДРЛ ПНР общего освещения				
ОМР-125/ВЗГ- ДРЛ-125/ПРА	1x125	1ExdIIВТ3	С	В-Ia, В-Iб, В-Iг
ОМР-250/ВЗГ- ДРЛ-250/ПРА	1x250	1ExdIIВТ3	С	В-Ia, В-Iб, В-Iг
ОМР-250/Н4Т2- ДРЛ-250/ПРА	1x250	2ExeIICT2	С	В-Ia, В-Iб, В-Iб

\* С разной эксплуатационной группой (СНиП II-4-79)

\*\* С - подвесные, П - потолочные, Б - настенные, В - встраиваемые, Р - ручные

\*\*\* Светильник с лампой ДНОТ

\*\*\*\* Светильник с лампой ДРИ+ДРЛ

\*\*\*\*\* Светильник с лампами ДНАТ+ДРЛ

Кроме специальных светильников общего освещения, для вне взрывоопасной среды и освещения взрывоопасной зоны могут быть использованы светильники общего назначения, но с соблюдением следующих правил и требований для освещения через остекленные конструкции:

а - неоткрывающиеся окна с двойным остеклением без фрамуг и форточек;

б - специальные ниши в стене с двойным остеклением и вентиляцией естественным наружным воздухом;

в - фонари специального типа со светильниками, установленными в потолке с двойным остеклением и вентиляцией фонарей естественным наружным воздухом;

г - коробка, в местах, где возможны поломки стекол, продуваемые под избыточным давлением чистым воздухом. Для застекления коробов рекомендуется применять небьющееся стекло.

Монтаж светильников стационарной установки состоит из подготовительных работ (осмотр и ревизия), установки и крепления по месту (при необходимости зарядку кабелем). При внешнем осмотре установки необходимо обращать внимание на целостность оболочки корпуса и вводного устройства, наличие всех крепящих элементов и уплотнений, отсутствие трещин на стеклянных защитных колпаках, дефектов на взрывозащитных сопрягаемых поверхностях, исправность патронов, а также наличие маркировки взрывозащиты.

Взрывозащищенные световые приборы снабжены взрывонепроницаемыми патронами с искрогасительной камерой. При вывертывании лампы из патрона подвижный центральный контакт под действием пружины размыкает электрическую цепь, при этом искрение может произойти в небольшом объеме искрогасительной камеры патрона.

Лампа загорается в том случае, если она полностью ввинчена и контакты внутри камеры замкнуты. На каждые 25 светильников одной партии для разборки и сборки заводом-изготовителем прилагается один комплект ключей. Если в партии меньше 25 светильников, то один комплект ключей прилагается независимо от количества светильников в партии.

Заводы-изготовители могут поставлять светильники с отражателем и сеткой, с отражателем без сетки, без отражателя с сеткой, без отражателей и без сетки. При этом следует помнить, что светильники без сетки допускается применять во взрывоопасных зонах, где исключена возможность механических повреждений защитного стекла.

Вводные устройства светильников рассчитаны для ввода и присоединения открыто прокладываемых кабелей, имеющих в сечении круглую форму, и трех проводов в водогазопроводных трубах тех же марок, которые

применены в осветительной сети. Зарядка светильников от патрона до контактной колодки внутри вводного устройства выполняет завод-изготовитель термостойким проводом марки ПРКС по ТУ 16.505.317-76, поэтому дополнительной зарядки термостойким проводом не требуется. На контактной колодке имеются обозначения "Ф" и "О" (N), которые соответствуют фазному и нулевому зажимам. У винта заземления светильника нанесен выпуклый рельефный знак "земля".

Для уплотнения ввода кабеля, прокладываемого открыто, светильники укомплектованы резиновым уплотнительным кольцом с одним отверстием и кольцевыми надрезами. При выполнении монтажа проводами в трубах светильники должны иметь в комплекте резиновое кольцо с отверстиями (или метками для них).

Для закрепления светильников на подвесах или кронштейнах из монтажных профилей на вводных устройствах с задней стороны предусмотрены два болта на расстоянии 34 мм друг от друга.

Для закрепления светильников на трубах в нажимной муфте выполнена трубная резьба 3/4. Подвесы и кронштейны изготавливают, как правило, в МЗУ (рис. 5.15).

Для сокращения сроков монтаж светильников в монтажной зоне выполняют в две стадии. На первой - производят осмотр, ревизию и закрепляют их на подвесах или кронштейнах; выполняют заготовку кабелей или проводов от светильников до ответвительных коробок, прозвонку и присоединение. В светильники предварительно ввертывают проверенные лампы, мощность которых не должна превышать данный тип светильника. Одновременно выполняют монтаж всех закладных и крепежных деталей.

В зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг для соединений жил небронированных кабелей применяют коробки У409 со степенью защиты IP65, а в зонах классов В-I для кабелей марок ВБВ и АВБВ - соответственно коробки типа ВП. При этом разделку, ввод и уплотнение кабелей ВБВ и АВБВ в коробках ВП выполняют аналогично вводу в электродвигатели и аппараты.

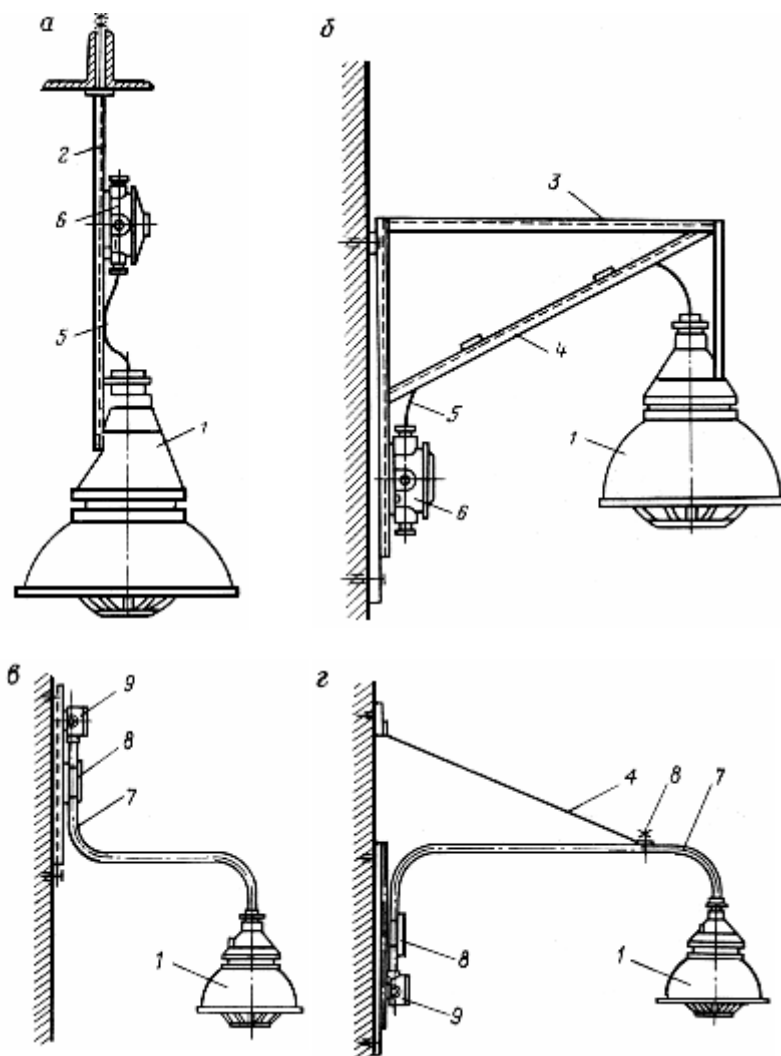


Рис. 5.15. Крепление световых приборов:

при открытой прокладке кабелей: а - на подвесе; б - на кронштейне; при прокладке проводов в трубах: в - подвод проводов сверху; г - подвод проводов снизу и при взлете более 1 м; 1 - светильник; 2 - подвес из монтажного

профиля; 3 - кронштейн из монтажного профиля; 4 - укосина; 5 - кабель; 6 - коробка ответвительная У 409; 7 - труба; 8 - хомут; 9 - коробка ответвительная типа КТО

На второй стадии, в зоне монтажа кронштейны и подвесы с светильниками закрепляют согласно проекту; кабели вводят в коробки и соединяют с кабелями сети.

Таблица 5.13

**Технология монтажа светильников при открытой прокладке  
небронированных кабелей**

Тип светильника	Технологическая операция	Исполнение
ВЗГ-200АМ ВЗГ-В4А-200М, Н4Б-300МА	Подготовка светильника к монтажу	Ключом вывертывают крышку 3 из вводного устройства. В светильнике Н4БН-150 отвертывают два винта и вынимают контактные зажимы 5 с проводами, которые идут от патрона светильника.
Н4БН-150 Н4Т4Л-1х80 Н4Т4Л-2х80	Разборка ввода	В светильниках Н4Т4Л, Н4Т5Л, НОГЛ и НОДЛ отворачивают четыре болта и снимают крышку вводного устройства  Отвернуть два болта, крепящих нажимную муфту 1, вынуть из гнезда ввода резиновое уплотнительное кольцо 2
	Заготовка кабеля	Отмерить и отрезать кусок кабеля 9 по длине участка от светильника до ответвительной коробки плюс 400 мм разделку концов жил  К последнему светильнику в линии кабель отмеряют до ответвительной коробки предпоследнего светильника
Н4Т5Л-1х65 Н4Т5Л-2х65 НОГЛ1х80	Разделка кабеля	Конец кабеля со стороны светильника разделяют так, чтобы его оболочка входила на 5-7 мм внутрь вводного устройства
	Подготовка кабеля ввода	Нажимную муфту 1 и резиновое уплотнительное кольцо 2 надевают на кабель так, чтобы край оболочки выступал за кольцо на 7-10 мм
НОГЛ2х80 НОДЛ1х40	Ввод кабеля	Разделанный конец светильника вводят в вводное отверстие, а жилы через монтажное отверстие
	Уплотнение кабеля в вводном устройстве	В гнездо вводного устройства вставить резиновое уплотнительное кольцо 2 с кабелем 9 и нажимной муфтой 1. Равномерным ввертыванием двух болтов нажимной муфты уплотняют место ввода кабеля
	Присоединение жил кабеля	Жилы кабеля отмерить и обрезать с учетом на два пересоединения в процессе эксплуатации. С концов жил снять изоляцию и присоединить фазную и заземляющую жилу к соответствующим контактным зажимам 5 и 4. В светильнике Н4БН-150 закрепляют двумя винтами контактную колодку
	Прозвонка жил и установка крышки	Разделать оболочку и изоляцию с другого конца кабеля, прозвонить жилы и маркировать. Поставить на место крышку вводного устройства и закрепить
	Крепление кабеля	Закрепить кабель к профилю 8 или кронштейну перфорированной лентой К226 и кромками К227 или стальными оцинкованными полосками



Технология монтажа светильников при открытой прокладке небронированных кабелей приведена в табл. 5.13 (рис. 5.16), а при подводе проводов в трубах - в табл. 5.14 (рис. 5.17).

Для ввертывания ламп в светильниках Н4БН-150 снимают отражатель 12, повернув его против часовой стрелки, вывертывают четыре болта 10, кольцо 11 поворачивают против часовой стрелки и опускают его вместе со стеклянным колпаком и защитной сеткой 13, насколько позволит цепочка 14. Сборку после ввертывания лампы выполняют в обратной последовательности.

У светильников ВЗГ-200АМ и ВЗГ/В4А-200 м, в отличие от светильника Н4БН-150, вывертывают специальным ключом панель патрона. После установки лампы панель устанавливают на место.

Светильники ВЗГ-100 (рис. 5.18) и В4А-60 предназначены для ввода кабелей диаметром до 18 мм. Они имеют два ввода, один из которых используют для вывода кабеля к следующему светильнику (рис. 5.17, вид А). Если в светильник вводят один кабель, то второй ввод должен быть уплотнен заглушкой и резиновым уплотнительным кольцом.

При установке светильников в сырых помещениях или снаружи места выходов кабеля из нажимных муфт следует заполнить уплотнительным составом УС-65. Установку и замену ламп производить только при отключенном напряжении.

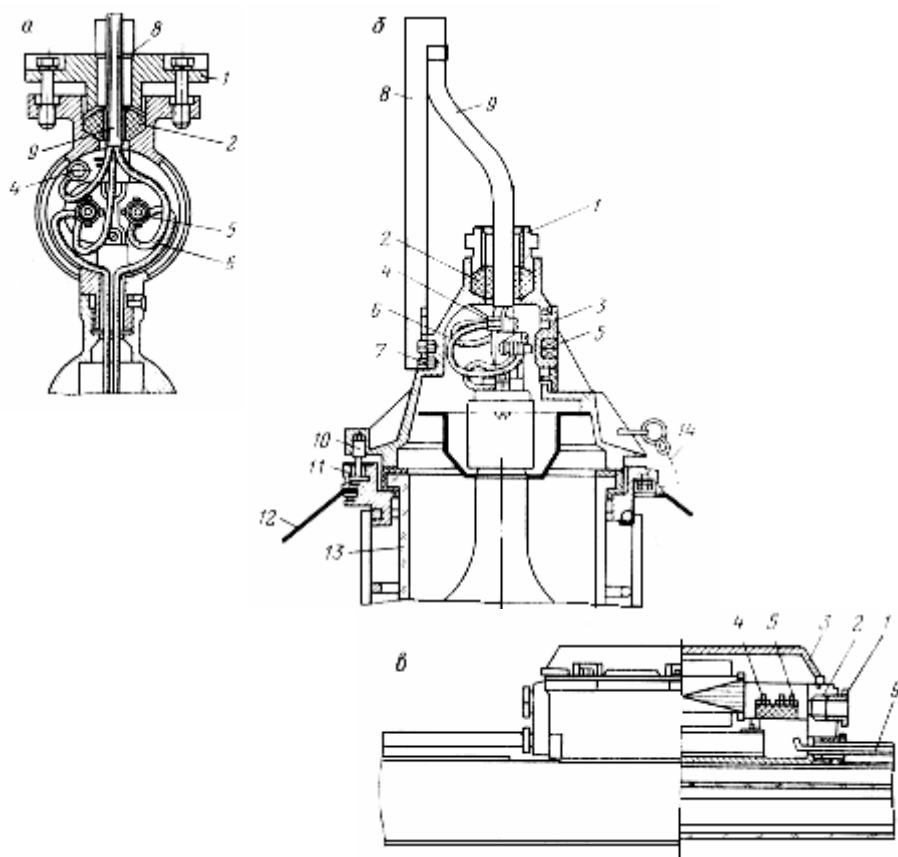


Рис. 5.16. Монтаж кабелей в вводных устройствах светильников:

а - ВЗГ-200АМ, ВЗГ-В4А-200М, Н4Б-300МА (со снятой крышкой); б - Н4БН; в - Н4Т4Л, Н4Т5Л, НОГЛ и НОДЛ;

- 1 - нажимная муфта; 2 - резиновое уплотнительное кольцо; 3 - крышка; 4 - зажим заземления;  
 5 - контактные зажимы; 6 - жилы кабеля; 7 - болты крепления светильника; 8 - кольцо;  
 9 - кабель; 10 - болт крепления кольца; 11 - кольцо; 12 - отражатель;  
 13 - стеклянный колпак и сетка; 14 - цепочка

При монтаже осветительных сетей в водогазопроводных трубах длину проводов от светильников до ответвительных коробок определяют по длине спуска (рис. 5.19), добавляя 200-250 мм для присоединения к зажимам светильника и соединения в ответвительной коробке.

Длину трубы вертикального спуска от ответвительной коробки до светильника определяют по формуле

$$L = h - h_1 - C,$$

где  $L$  - длина трубного спуска;  $h$  - высота оси трубопровода по проекту;  $h_1$  - высота подвеса светильника по проекту;  $C = A + a - 2L_1$ ,  $A$  - высота светильника,  $a=67$  мм (расстояние от оси ответвительной коробки до конца ее патрубка);  $L = 16$  мм (длина короткой резьбы для труб с условным проходом 20 мм).

Для светильника, который будет располагаться в конце линии, трубу измеряют от коробки предыдущего светильника. В этом случае общая длина трубы (горизонтальной и вертикальной части) определяется по формуле:

$$L = h - h_1 + L_2 + 0,43R - C,$$

где  $0,43 R$  - радиус закругления трубы с учетом затяжки при изгибании.

Значения  $C$  для различных светильников

Тип светильника	ВЗГ-200АМ	ВЗГ/В4А-200МС	Н4БН-150	Н4БН-300МА
Значение $C$	550	615	435	620

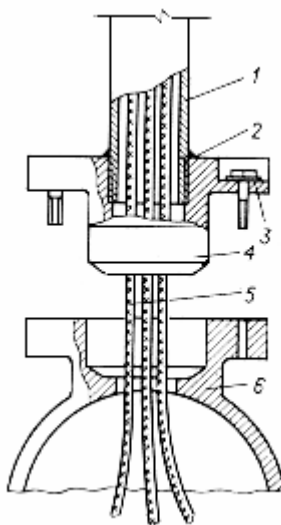


Рис. 5.17. Монтаж вводных устройств при подводе проводов в трубах:

1 - труба; 2 - подмотка ленты ФУМ или пенькового волокна; 3 - нажимная муфта; 4 - резиновое уплотнительное кольцо; 5 - провода; 6 - вводное устройство

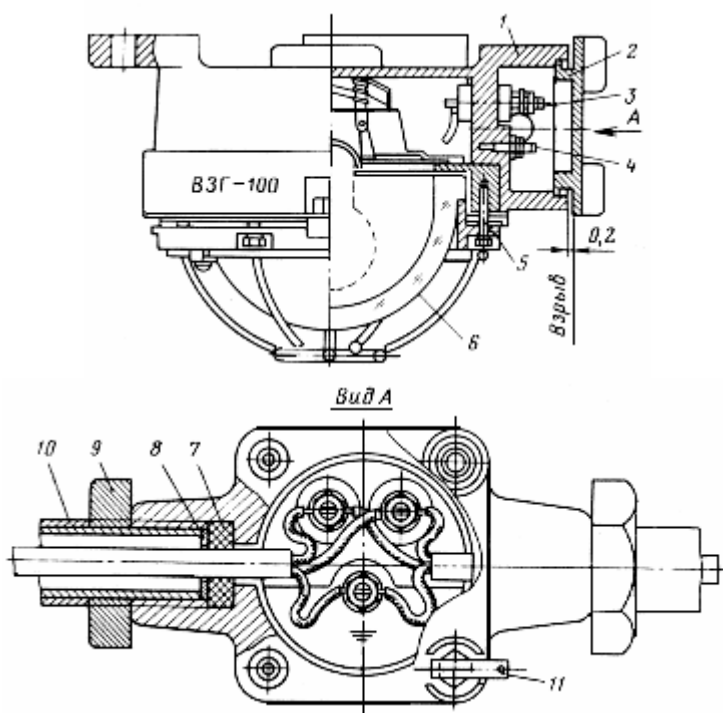


Рис. 5.18. Взрывозащищенный светильник ВЗГ-100:

1 - вводное устройство; 2 - крышка; 3 - контактные зажимы; 4 - зажим заземления; 5 - стопорный болт; 6 - узел колпака; 7 - резиновое уплотнительное кольцо; 8 - шайба; 9 - контргайка; 10 - патрубок с трубой; 11 - скоба для крепления пломбы

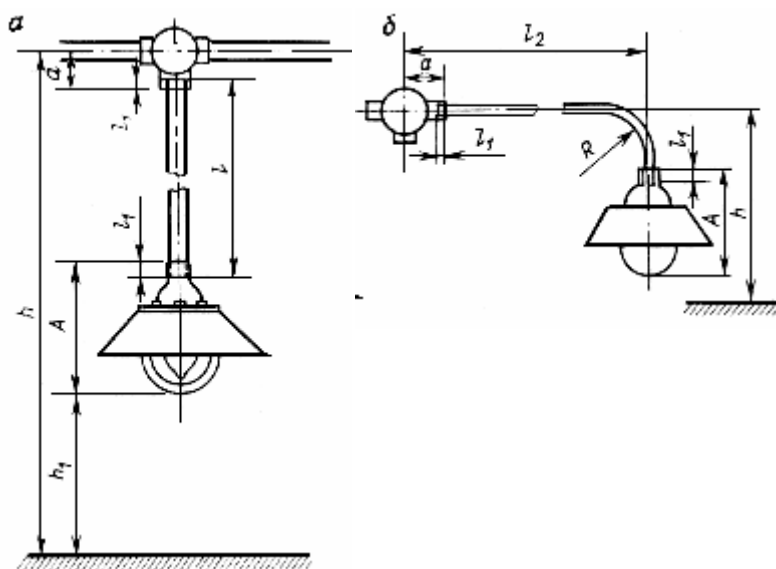


Рис. 5.19. Спуск к светильникам:

а - прямой вертикальный; б - с горизонтальной и вертикальной составляющими

Таблица 5.14

**Технология монтажа светильников при подводе проводов в трубах**

Тип светильника	Технологическая операция	Исполнение
ВЗГ-100	Подготовка светильника к монтажу	То же, что и в табл. 5.13
В4А-60	Разборка ввода	То же, что и в табл. 5.13
	Соединение трубы с нажимной муфтой	На короткую резьбу трубы 1 намотать ленту ФУМ или пеньковое волокно 2, пропитанное суриком, на олифе и накрутить нажимную муфту 3 до конца резьбы
	Установка резинового уплотнительного кольца	В отверстия уплотнительного кольца 4 продевают затянутые в трубу провода 5. Каждый провод продевают через отдельное отверстие. Уплотнительное кольцо доводят до нажимной муфты
	Ввод проводов и крепление светильника на трубе	Уплотнительное кольцо с проводами и нажимной муфтой вставляют в гнездо вводного устройства 6, провода выводят наружу через монтажное отверстие и ввертыванием двух болтов уплотняют нажимной муфтой провода
	Присоединение жил проводов	То же, что и в табл. 5.13
	Установка крышки	То же, что и в табл. 5.13

Помимо указанных светильников в последние годы для освещения взрывоопасных зон широко применяется новый вид светотехнического оборудования - комплектное осветительное устройство (КОУ) со щелевыми световодами (ЩС) (рис. 5.20, табл. 5.15).

Устройства типа КОУ состоят из канала световода и камеры, в которой находятся источники света, металлогалогенные лампы и блоки ПРА. Щелевой световод представляет собой цилиндрическую полую трубу, внутренняя поверхность которой по всей длине покрыта зеркально отражающим слоем, за исключением продольной светопропускной полосы - оптической щели. Световой поток зеркальных металлогалогенных ламп направляется внутрь световода с его торца и после многократных отражений выходит из оптической щели световода и освещает пространство помещения.

КОУ имеют исполнение У категорий размещения 2 и 3 по ГОСТ 15150-69 и предназначены для работы в сети переменного тока 380/220 В. Степень защиты камер - IP54 по ГОСТ 14254-80. Клеммные колодки вводной cassette КОУ рассчитаны на подключение кабеля площадью сечения жил 4 мм<sup>2</sup>.

Для обеспечения надежного зажигания ламп пускорегулирующего устройства (ПРА) с импульсным зажигающим устройством (ИЗУ) их следует устанавливать на расстоянии не более 2 м от вводной cassette, которую при установке у наружных стен зданий или сооружений устанавливают вне границы взрывоопасной зоны под навесом (козырьком).

Монтаж КОУ выполняется строго в технологической последовательности согласно инструкции завода-изготовителя.

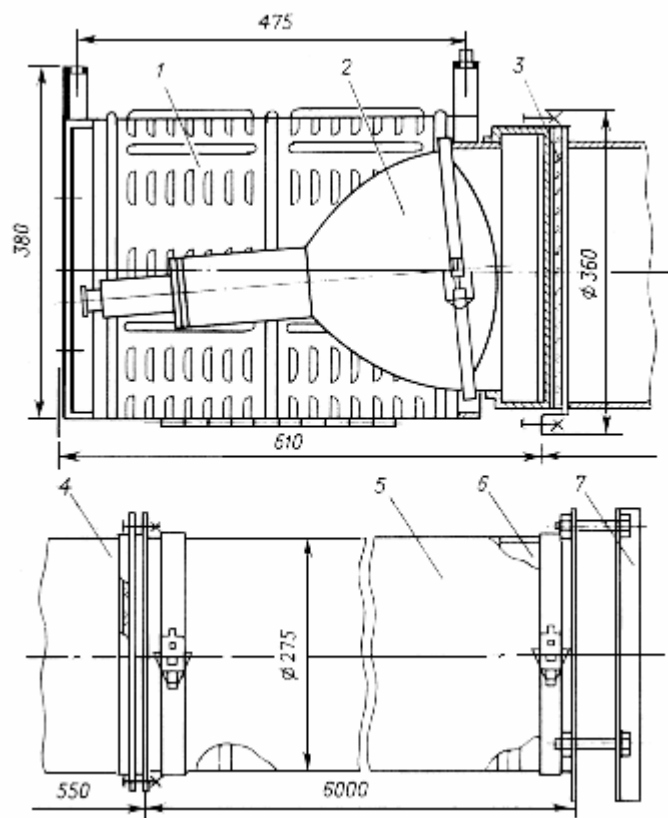


Рис. 5.20. Общий вид КОУ1А-M275-1x700:

- 1 - камера; 2 - вводная cassette с источником света; 3 - стекло; 4 - переходный элемент;  
5 - щелевой световод; 6 - торцевой элемент; 7 - фланец

## **МОНТАЖ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ И АППАРАТУРЫ АВТОМАТИКИ**

Контрольно-измерительные приборы и аппаратура автоматики (КИПиАА) предназначены для измерения самых различных параметров: температуры газов и жидкостей, давления, состава смесей, расхода, а также позволяют автоматизировать большую часть технологических процессов, организовать учет работы технологических агрегатов, повысить надежность работы и безопасность обслуживания технологических агрегатов и комплексов.

КИПиАА, как правило, изготавливают с видом и уровнем взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь". Монтаж ее производится специалистами КИПа, знающими принципы работы аппаратуры, особенности ее установки и монтажа.

Монтаж КИПиАА с искробезопасными электрическими цепями практически не отличается от монтажа аналогичной аппаратуры общего назначения. Причем это в равной мере относится к датчикам и вторичным приборам.

Монтаж КИПиАА разделяется на монтаж соединительных линий и монтаж аппаратуры (вторичных приборов). Соединительные линии состоят из измерительных, предназначенных для передачи электрических импульсов от датчиков к вторичным приборам, исполнительных, передающих сигналы на исполнительные устройства, в том числе и на сигнальные устройства, питающих, предназначенных для подвода электрической энергии к аппаратуре.

При монтаже соединительных линий к ним предъявляют требования в зависимости от их назначения, вида аппаратуры, к которому их подключают, и класса взрывоопасной зоны.

Для прокладки электрических соединительных линий используют одно- и многопроволочные провода с медными и алюминиевыми жилами, в зависимости от зоны класса, категории и группы взрывоопасной смеси.

В зависимости от класса взрывоопасной зоны и условий эксплуатации соединительные линии проводов прокладывают в стальных трубах, пылевлагонепроницаемых коробах или перфорированных лотках. Электропроводку крепят хомутами и скобами.

Таблица 5.15

### Технические данные КОУ

Исполнение	Размер канала КОУ		Источник света				Число источников света в КОУ	Общая потребляемая мощность, кВт	К.п.д. %	Диапазон высот установки, м	Средняя освещенность рабочей поверхности, лк (высота установки, м)	Особенности применения
	диаметр, мм	длина, м	Тип	Мощность, Вт	Световой поток, клм	Срок службы, ч						
КОУ1-М600-4х700-УЗ	650	18	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	40	4-6	250(6)	Для освещения взрывоопасных зон класса В-ІІ с установкой камер светового канала непосредственно в освещаемом помещении рядом с каналом светового канала
КОУ1-М275-1х250-УЗ	275	6	ЛФМГ250	250	14	2000	1	0,26	40	2,5-4	150(3)	
КОУ1-М275-1х400-УЗ	275	6	ЛФМГ400	400	25	2500	1	0,42	40	2,5-4	300(3)	
КОУ1-М275-1Х700-УЗ	275	6	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1	0,74	40	2,5-5	400(3)	
КОУ1-М275-1Х400-УЗ	275	6	ЛФМГ400	400	25	2500	1	0,42	30	2,5-4	250(3)	
КОУ1-М600-1х700/С-УЗ	650	18	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	35	4-8	230(6)	Без камер. Применимо для строительства галерей, коммуникационных каналов, которые размещаются

КОУ1А-М600-4х700-УЗ	650	18	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4	2,95	30	4-8	200(6)	вводных устройств источника света. То же, КОУ1, классификация, но с установкой камер светового предела освещенности помещений, соединяющих световые переходы элементов
КОУ1А-М275-1х250-УЗ	275	6	ЛФМГ250	250	14	2000	1	0,26	30	2,5-4	120(3)	
КОУ1А-М275-1х700-УЗ	275	6	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1	0,74	30	2,5-5	350(3)	

Монтаж аппаратуры вторичных приборов выполняют, как правило, на щитах, блоках и станциях управления и только незначительную часть - датчики и исполнительные механизмы - монтируют отдельно.

Перед монтажом аппаратуру осматривают и проверяют исправность отдельных элементов, которые могли быть повреждены при транспортировке. Аппаратуру очищают от пыли и грязи, проверяют целостность корпуса, стекол, крышек, крепежных элементов и т. п.

Перед установкой на месте монтажа аппаратуру проверяют на работоспособность. На не принятую к монтажу аппаратуру составляют акт ревизии и проверки.

Во взрывоопасных зонах аппаратуру заземляют независимо от напряжения и рода тока. Для заземления аппаратуры лучше смонтировать специальный заземляющий контур на несколько приборов. Следует избегать использования для заземления аппаратуры заземляющих контуров, применяемых для заземления силового электрооборудования.

Монтаж приборов автоматики, как правило, начинают после подготовки обвязочных проводок, которые подключают к прибору после его установки.

После установки аппаратуры выполняют контроль и наладку, проверяют искробезопасные цепи, емкость и индуктивность которых должны превышать емкость и индуктивность кабелей, по данным, указанным в инструкции по монтажу и эксплуатации.

Обычно около присоединительных клемм указывают суммарные индуктивности  $L_{\max}$  и емкость  $C_{\max}$  соединительных проводов (кабелей) и датчиков (первичных) преобразователей. При прокладке кабелей и проводов с искробезопасными цепями один и тот же кабель (провод) нельзя использовать для проводки искробезопасных и искроопасных цепей. Однако в одном и том же кабеле могут быть проведены искробезопасные цепи, относящиеся к одной и разным электрическим системам, гальванически не связанным между собой. Группы искробезопасных проводов при монтаже должны быть увязаны в отдельные жгуты и проложены отдельно от остальных проводов. При этом надо следить за тем, чтобы расстояние между жгутами было не менее 8 мм.

В противном случае жгуты с искробезопасными цепями нужно помещать в экранную оплетку, которую заземляют по обоим концам. При монтаже внутри щитов, коробов, клеммных сборок изоляция монтажных проводов искробезопасных цепей должна быть синего (голубого) цвета, который собственно и указывает на принадлежность их к искробезопасной цепи. Можно также использовать маркировочные оконцеватели синего цвета. Места паяк должны быть покрыты изоляционным лаком и изолированы поливинилхлоридными трубками. Особенно тщательно необходимо выполнять пайки в помещениях с влажной и агрессивной средой. Они должны покрываться антикоррозионными красками.

При установке в искробезопасных цепях различных коробок общего назначения необходимо следить за тем, чтобы в них случайно не оказались искроопасные цепи. После монтажа такие коробки должны быть опломбированы, помечены, например синей краской, которая укажет обслуживающему персоналу на принадлежность их к искробезопасным цепям.

Кабели и провода с искробезопасными цепями необходимо прокладывать на расстоянии, обеспечивающем отсутствие в них наведенных э.д.с. от близлежащих силовых кабелей или проводов, а также различного силового электрооборудования.

Особое внимание следует обратить на разделку и подсоединение кабелей и проводов во вводных устройствах, в которых, кроме искробезопасных, имеются и искроопасные (силовые) цепи. В этом случае между оголенными частями проводов и оконцевателей, принадлежащих к таким цепям, электрический зазор должен быть не менее 50 мм. Причем закрепление проводов на зажимах должно исключать возможность их смещения и уменьшения зазора.

Искробезопасные цепи, если это не оговорено инструкцией, не заземляют, но, если по условиям работы это необходимо, то заземлять цепи надо у вторичного прибора вне взрывоопасной зоны или внутри взрывонепроницаемой оболочки. Металлические наружные части приборов независимо от напряжения в цепи должны быть заземлены. Места подсоединения заземлителей тщательно зачищают и после подсоединения заземляющих проводников покрывают консистентной смазкой. Для заземлителей используют медные провода площадью сечения не менее  $1,5 \text{ мм}^2$ , защищенные от механических повреждений. Заземляющие проводники подключают к отдельному заземляющему контуру КИП, не связанному с контуром заземления силового электрооборудования. Для проводки искробезопасных цепей используют любые изолированные проводники и кабели с медными жилами с диаметром проводов не менее 0,2 мм. Изоляция кабелей должна выдерживать испытательное напряжение не ниже 500 В. Для прокладки искробезопасных цепей не требуются стальные трубы, если это не связано с защитой их от механических повреждений.

Искробезопасные цепи нельзя проводить снаружи помещения проводами, проложенными на столбах, так как грозовые разряды могут наводить в них неконтролируемую э.д.с.

При монтаже блоков защиты на стабилизаторах необходимо обращать внимание на соответствие входного напряжения, указанного на корпусе блока, напряжению, на которое рассчитан прибор.

Блоки устанавливают на металлическую заземленную полосу и тщательно закрепляют на ней. К корпусу датчиков подводится специальный, заземленный в нескольких местах провод для уравнивания потенциалов. Корпуса датчиков дополнительно заземляют на месте установки.

После монтажа приборы, присоединительные устройства должны быть опломбированы с соблюдением мер предосторожности, после чего проводится опробование работы приборов.

## **МОНТАЖ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ КРАНОВ**

Подвесные и мостовые взрывозащищенные краны, как правило, поступают на монтаж с электрической частью, полностью смонтированной на заводе-изготовителе. На балке крана закреплена табличка, на которой указаны все технические данные, имеется также маркировка с указанием уровня и вида его взрывозащиты.

Технические инструкции, паспорт и запчасти к крану завод-изготовитель вкладывает в правое вводное устройство станций СКВ и СОК-1.

Силовые цепи выполнены четырехжильными кабелями марки ВБВ без защиты от механических повреждений. Для искробезопасных цепей управления используют кабели марок ВБВ, КРПТ (КРПТН) и РПШ (к кнопочным постам управления). Для электродвигателей тележки (электротали на подвесных кранах) и для выключения ограничения подъема крюка кабели марки КРПТ (КСТН) прикреплены к подвескам петлями, перемещаемыми с помощью бугеля по натянутой вдоль пролетной балки струне.

Пролетные балки крана с механизмом передвижения, тележку и кабину завод-изготовитель отгружает в неупакованном виде. При монтаже электрической части крана завод-изготовитель выполняет следующие работы: комплектацию электрооборудования и материалов; заготовку опорных конструкций для электрооборудования; сборку и установку электрооборудования; прокладку крепления, ввод в электрооборудование и присоединение кабелей; заготовку гибкого токопровода для тележки; проверку работы схемы; подготовку к транспортировке; транспортировку заказчику.

У заказчика на монтаже крана монтируют кабели на мосту крана, кабину управления, тележку и гибкий токопровод к ней, пост управления краном с пола.

Гибкий токопровод крана присоединяют к внешней сети через блок дистанционного отключения и защиты БДЗ-2 (БДЗ-3 для подвесных кранов), который устанавливают на стене или колонне цеха в начале пути крана, в месте, доступном для обслуживания.

Направляющую для кареток крепят к крановой балке кронштейнами и надевают каретки. Кабель подвешивают и закрепляют на каретках, движущихся по направляющей вместе с бугелем крана. Длина кабеля между каждой парой кареток не более 6 м. Чтобы исключить обрыв кабеля, в растянутом положении совместно с ним в каретках крепят трос диаметром 4,8 мм и длиной, меньшей, чем длина кабеля. Петля свисающего кабеля при максимальном сближении кареток должна находиться на высоте от пола не менее 2,5-2 м. Питающий кабель крепят к бугелю, прокладывают по мосту крана и подсоединяют в вводной коробке типа КР-6, установленной на кране.

## **МОНТАЖ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДО 1000 В**

Распределительные устройства (РУ) напряжением до 1000 В и выше, трансформаторные подстанции (ТП) и преобразовательные подстанции (ПП) с электрооборудованием общего назначения (без средств взрывозащиты) запрещается сооружать во взрывоопасных зонах всех классов. Они могут сооружаться в отдельных помещениях, встроенными, пристроенными, смежными с помещениями с взрывоопасными зонами или в отдельно стоящих зданиях (рис. 5.21).

При сооружении пристроенных и встроенных РУ, ТП и ПП с электрооборудованием общего назначения, в зависимости от класса взрывоопасной зоны следует руководствоваться следующими правилами:

встраивать и пристраивать РУ, ТП (в т. ч. и КТП) и ПП допускается в помещениях, смежных с помещениями с взрывоопасными зонами классов В-Iа и В-Iб с легкими горючими газами и ЛВЖ;

РУ, ТП и ПП располагать в помещениях, смежных с помещениями с взрывоопасными зонами класса В-I, В-Iа и В-Iб с тяжелыми и сжиженными горючими газами запрещается;

РУ, ТП и ПП, питающие установки с тяжелыми и сжиженными газами, как правило, сооружают отдельно стоящими на расстоянии от помещений с взрывоопасными зонами и от наружных взрывоопасных установок согласно табл. 5.16.

Расстояния считаются от стен помещений с взрывоопасными зонами или от наиболее выступающих частей наружных взрывоопасных установок, измеряют до стен закрытых и до ограждений открытых РУ, ТП и ПП. Расстояния до подземных резервуаров могут быть уменьшены на 50%.

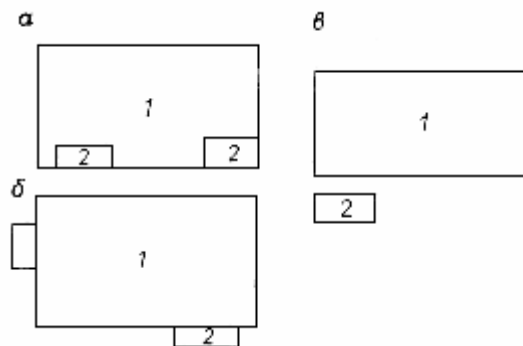


Рис. 5.21. Помещения РУ, ТП и ПП для взрывоопасных зон:

а - встроенные; б - пристроенные; в - отдельно стоящие; 1 - помещения с взрывоопасной средой; 2 - электропомещения

Таблица 5.16

**Минимальные допустимые расстояния от отдельно стоящих РУ, ТП и ПП до помещений с взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок**

Помещения и наружные установки	Минимально допустимые расстояния до РУ, ТП и ПП, м	
	закрытых	открытых
<b>С тяжелыми и сжиженными горючими газами</b>		
Помещения с выходящей в сторону РУ, ТП и ПП несгораемой стеной без проемов и устройств для выброса воздуха из системы вытяжной вентиляции	10	15
Помещения с выходящей в сторону РУ, ТП и ПП стеной с проемами	40	60
Наружные взрывоопасные установки, установки, расположенные у стен зданий (емкости)	60	80
Резервуары (газгольдеры)	80	100
<b>С легкими горючими газами и ЛВЖ, с горючими пылью или волокнами</b>		



Помещения с выходящей в сторону РУ, ТП и ПП стеной с проемами	Не нормируется	0,8 (до открыто установленных трансформаторов)
Наружные взрывоопасные установки, установки, расположенные у стен зданий (емкости)	12	25
Сливно-наливочные эстакады с открытым сливом или наливом ГЖ с температурой вспышки паров выше 60 °С	30	60
То же, с закрытым сливом или наливом ЛВЖ	15	25
Резервуары с ЛВЖ	30	60
Резервуары (газгольдеры) с горючими газами	40	60

РУ, ТП и ПП запрещается размещать над помещениями и под ними с взрывоопасными зонами всех классов. Окна встроенных и пристроенных РУ, ТП и ПП рекомендуется выполнять из стеклоблоков толщиной не менее 10 см.

РУ, ТП и ПП, питающие установки с тяжелыми и сжиженными горючими газами, как правило, сооружают отдельно стоящими. При технической невозможности или экономической нецелесообразности сооружения отдельно стоящих зданий для РУ, ТП и ПП разрешается их пристраивать, но при этом уровень пола в РУ, ТП и ПП, а также дно кабельных каналов и приямков должно быть выше пола смежного помещения с взрывоопасной зоной и поверхности окружающей земли не менее чем на 0,15 м с выполнением всех других требований к ним.

Встроенные и пристроенные РУ, ТП (в т. ч. КТП) и ПП должны удовлетворять следующим требованиям:

иметь независимую от помещений с взрывоопасными зонами приточно-вытяжную вентиляцию, выполненную таким образом, чтобы предотвратить попадание взрывоопасной смеси через вентиляционные каналы;

при РУ, ТП и ПП, примыкающих к помещениям с взрывоопасной зоной класса В-I и в помещениях с тяжелыми и сжиженными горючими газами должна быть предусмотрена приточная вентиляция с механическим побуждением и пятикратным обменом воздуха в час, обеспечивающим небольшое избыточное давление, исключающее доступ в них взрывоопасной смеси, при этом приемные устройства для наружного воздуха должны располагаться в местах, где образование взрывоопасных смесей исключено;

стены, отделяющие РУ, ТП и ПП от помещений с взрывоопасными зонами всех классов, должны быть негорючими с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч, при этом они должны быть оштукатурены с двух сторон и не иметь дверей и окон;

через стены, отделяющие РУ, ТП и ПП от помещений с взрывоопасными зонами классов В-Ia и В-Iб с легкими горючими газами и ЛВЖ, допускается устраивать отверстия для прохода кабелей и труб электропроводок, при этом проходы и отрезки труб должны быть заделаны плотно негорючими материалами;

ввод кабелей и труб электропроводок для помещений взрывоопасных зон класса В-I из помещений классов В-Ia и В-Iб с тяжелыми или сжиженными горючими газами выполняют через наружные стены, при этом рекомендуется располагать их вверху стен. Отверстия для кабелей после их прокладки должны быть тщательно заделаны негорючими материалами (например, цементом).

Помещения РУ, ТП и ПП должны иметь выходы в соответствии с противопожарными нормами проектирования зданий и сооружений. Расстояния по горизонтали и вертикали от наружных дверей и окон встроенных и пристроенных РУ, ТП и ПП до наружных дверей и окон с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia должны быть не менее 4 м при неоткрываемых окнах и не менее 6 м при открываемых дверях и окнах. Это требование относится и к другим помещениям, в которых установлено электрооборудование общего назначения.

Расстояние от окон, заполненных стеклоблоками толщиной 10 см и более, не нормируется.

Расстояния от наружных установок с взрывоопасными зонами класса В-Iг и помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia до отдельно стоящих РУ, ТП и ПП должны отвечать требованиям табл. 5.16, а для помещений классов В-Iб не нормируются и принимаются в соответствии со СНиП по проектированию генеральных планов промышленных предприятий в зависимости от огнестойкости зданий и сооружений.

В отдельно стоящих РУ, ТП и ПП, питающих электроустановки взрывоопасных зон с тяжелыми или сжиженными горючими газами и расположенных за пределами расстояний, приведенных в табл. 6.13, не требуется

поднимать полы и предусматривать приточную вентиляцию с механическим побуждением, если в этом нет необходимости по каким-либо другим соображениям.

Прокладывать трубопроводы с пожаро- и взрывоопасными веществами, а также вредными и едкими веществами через РУ, ТП и ПП запрещается.

В пристроенных и встроенных ТП можно устанавливать трансформаторы внутри и у наружных стен зданий ТП.

Трансформаторы применяют, как правило, с охлаждением негорючей жидкостью. Трансформаторы с масляным охлаждением размещают в отдельных камерах. Двери камер должны иметь предел огнестойкости не менее 0,6 ч; двери камер, имеющих вентиляцию с механическим побуждением, должны иметь уплотнение притворов. Трансформаторы можно выкатывать только наружу. Герметизированные трансформаторы с усиленным баком, без расширителя, с закрытыми вводами и вводными устройствами (например, КТП и КПП) с охлаждением негорючей жидкостью и маслом, допускается размещать в одном помещении с РУ, ТП и ПП, не отделяя трансформаторы от РУ перегородками.

К помещениям щитов и пультов управления КИПиА, пристроенных к помещениям или встроенных в них, с взрывоопасными зонами или отдельно стоящим, предъявляются те же требования, что и к аналогично размещаемым помещениям РУ.

Отдельные колонки и шкафы управления электродвигателями с аппаратами и приборами в соответствии с уровнем и видом взрывозащиты или степенью защиты оболочек для каждого класса взрывоопасной зоны допускается устанавливать непосредственно во взрывоопасной зоне любого класса, но число таких колонок и шкафов рекомендуется по возможности ограничивать.

## **ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Во взрывоопасных зонах всех классов для электропроводок напряжением до 1000 В применяются сети с глухозаземленной и изолированной нейтралью. При этом для сети с изолированной нейтралью должен быть обеспечен автоматический контроль изоляции сети с действием на сигнал и контроль исправности пробивного предохранителя трансформатора.

В зонах классов В-I, В-Iа рекомендуется применять защитное отключение. В зонах всех классов подлежат заземлению (занулению) электроустановки всех напряжений переменного и постоянного тока. При установке электроустановок на металлические конструкции заземляющие и нулевые защитные проводники должны присоединяться непосредственно к корпусам электрооборудования - к заземляющему зажиму на корпусе или заземляющему (нулевому) зажиму в вводном устройстве.

В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников должны быть использованы только специально предназначенные для этого проводники. В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью заземление осуществляется:

в трехфазных трехпроводных сетях - четвертым нулевым проводником;

в однофазных и двухфазных двухпроводных силовых сетях - третьим нулевым проводником;

в однофазных двухпроводных осветительных сетях в зонах класса В-I - дополнительным третьим проводником от осветительного щитка;

в однофазных двухпроводных осветительных сетях зон классов В-Iа, В-Iб, В-Iг - нулевым проводником; в двухпроводных сетях постоянного тока - дополнительным третьим заземляющим проводником.

Нулевые защитные проводники прокладывают совместно с фазными в общих оболочках, трубах и т. п.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью трубы электропроводок, металлические оболочки и броню кабелей заземляют на одном конце в вводном устройстве электрооборудования, а на другом - в распределительном пункте.

Отдельно проложенные проводники заземления в местах прохода сквозь стены, полы, перекрытия, потолки помещений с взрывоопасными зонами должны прокладывать в отрезках асбоцементных, стальных труб или в проемах. Отверстия в трубах и проемы должны быть заделаны с обеих сторон легко пробиваемым негорючим материалом. Лотки и кабельные конструкции для кабелей всех напряжений должны быть заземлены.

Стальные трубы должны быть заземлены с обоих концов. Трубы, не имеющие соединений, могут быть заземлены в одном месте. Трубы, соединенные с вводным устройством, не требуют заземления с этого конца, так как заземление выполнено через нажимную муфту вводного устройства.

Непрерывность цепи заземления труб осуществляется при их неразъемном соединении через муфту. Все резьбовые соединения выполняют с подмоткой на резьбу ленты ФУМ или пенькового волокна, пропитанного в разведенном олифой сурике.

Приварка муфт к трубам, а также установка у муфт и коробок заземляющих перемычек на соединениях труб запрещается.

На конце ввода кабелей в аппараты, имеющие вводные устройства из пластмассы, броню и оболочку кабеля допускается не заземлять или при возможности присоединять к проводнику магистрали заземления. Конец трубы заземляют гибким стальным тросом, приваренным к флажковому наконечнику, который крепят на конце трубы между контргайками на резьбе и к зажиму заземления на корпусе электродвигателя или аппарата.

В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью для автоматического отключения аварийного участка проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой проводник возникал ток КЗ, превышающий не менее чем в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя и в 6 раз - номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику. Магистрали заземления должны быть присоединены к заземлителям не менее чем в двух разных местах и по возможности с противоположных концов взрывоопасной зоны.

## **ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЗАРУБЕЖНОГО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

В СССР зарубежное взрывозащищенное электрооборудование поступает, как правило, комплектно с технологическими установками или с целыми комплексами производства. Понятна сложность эксплуатации такого электрооборудования, тем более что в ряде случаев на одной и той же технологической установке может находиться электрооборудование, изготовленное в разных странах, по разным стандартам. Все страны, изготовители взрывозащищенного электрооборудования, имеют национальные стандарты (правила) на проектирование и испытание такого электрооборудования. В большинстве стран на каждый вид взрывозащиты имеется отдельный стандарт, содержание и характер которого не отличаются от подобного стандарта в СССР. Поэтому зарубежное взрывозащищенное электрооборудование, которое выбрано и допущено к установке, прежде чем поступить на монтаж, подвергается внешнему осмотру. При этом проверяют:

наличие знака маркировки взрывозащиты;

целостность оболочки и ее покрытие; на оболочке не допускаются трещины, вмятины, видимые механические повреждения;

наличие и состояние крепежных элементов, а также вводных устройств;

наличие и целостность заглушек, смотровых стекол, заземляющих зажимов и т.п.;

состояние взрывонепроницаемых соединений, а также элементов, обеспечивающих другие виды взрывозащиты. Кроме того, в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации конкретных видов электрооборудования проводят осмотры и измерения, предшествующие монтажу. В этой части монтаж зарубежного электрооборудования не отличается от отечественного. Он проводится согласно ППР с учетом требований отечественных нормативных документов. Особенность заключается в монтаже вводных устройств, когда по требованиям ряда национальных стандартов допускаются прямые вводы кабелей. При поставке зарубежных кабелей и проводов монтаж выполняют согласно инструкции по монтажу и эксплуатации. При отсутствии зарубежных кабелей они могут быть заменены на отечественные марок ВВВ или АВВВ, которые по условиям работы рекомендуется прокладывать открыто.

Зарубежные стандарты допускают прямой ввод кабеля в оболочку электрооборудования и через вводное устройство с проходными зажимами, что особенно важно для электрооборудования во взрывонепроницаемой оболочке и с защитой вида "е".

В табл. 5.17 приведены примеры способов выполнения вводных устройств и заделки кабелей при монтаже.

Во вводных устройствах повышенной надежности против взрыва, что характерно для электрооборудования ФРГ, важно при монтаже уплотнить кабель при проходе через стенку вводного устройства.

При монтаже зарубежного электрооборудования большое внимание должно быть уделено оконцеванию кабелей и проводов, надежности присоединения их к токоведущим жилам и зажимам заземления, качеству герметизации кабелей и проводов во вводных устройствах.

Оконцевание медных и алюминиевых жил проводов лучше всего выполнять опрессовкой, сваркой и пайкой. Монтаж собственно электрооборудования практически не отличается от монтажа отечественного электрооборудования.

## Способы выполнения вводного устройства и заделки кабелей при монтаже

Страна-изготовитель электро-оборудования	Способ выполнения при конструкции ввода	
	косвенный	прямой
Венгрия, Болгария, Польша (РС СЭВ 781-71)	Взрывозащита вводного устройства как у основного изделия. Кабель монтируется по данным Инструкции ВСН 332-74/ММСС СССР	Допускается только для малогабаритного оборудования категорий I, ПА и ПВ. Кабели уплотняются с помощью муфты, заливаемой кабельной массой или с помощью резинового уплотнительного кольца
США, Канада	Кабель во вводном устройстве после монтажа уплотняется с помощью уплотнительного фитинга	Кабель уплотняется с помощью уплотнительного фитинга
	Независимо от вводного устройства кабели прокладываются в металлических трубах. Причем труба соединяется с основной оболочкой с помощью резьбового соединения (не менее 5 неповрежденных ниток).	
Бельгия, Франция	Кабели проводятся только через взрывонепроницаемую вводную коробку и подсоединяются к проходным зажимам. Уплотнение кабеля в вводной коробке обычным способом	Как правило не делается. В малогабаритном оборудовании возможен прямой ввод (при отсутствии искрящих частей). Кабель уплотняется свинцовым, войлочным (Бельгия) или резиновым (Франция) уплотнением
Великобритания, Италия	Вводная коробка после монтажа заливается компаундом	Используются английские кабели со специальной конструкцией уплотнения
	Независимо от вводного устройства кабели прокладывают только в стальных трубах. Труба соединяется с основной оболочкой с помощью резьбового соединения (не менее пяти неповрежденных ниток)	

## ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Сдачу и прием законченных электроустановок во взрывоопасных зонах проводят в соответствии с требованиями ПУЭ и СНиП в части объема и норм испытаний.

Монтажная организация предъявляет комиссии всю исполнительную, проектную и монтажную документацию с приложением протоколов испытаний, наладки электрооборудования и пр.

При приеме и сдаче электроустановок во взрывоопасных зонах проверяют:

наличие взрывоопасных зон на чертежах объекта и указаний о категории и группе взрывоопасных смесей в этих зонах, а также классификация соответственно этих зон;

соответствие установленного электрооборудования проекту выполнения электрических сетей, в т. ч. проложенных марок кабелей и проводов;

протоколы предпусковых испытаний взрывозащищенного электрооборудования, в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей измерения избыточного давления в РУ и ТП, испытания давлением локальных разделительных уплотнений или стальных труб электропроводок во взрывоопасных зонах классов В и В а, замера зазоров взрывозащитных поверхностей электрооборудования при разборке его в процессе монтажа и проверки уплотнений вводов кабелей и проводов взрывозащищенного электрооборудования, измерения в сетях с

глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В петли "фаза-нуль" и кратности тока однофазного КЗ на землю согласно требованиям ПУЭ.

Кроме того, проверяют наличие заглушек в неиспользованных вводах электрооборудования и ответвительных коробках; маркировку по взрывозащите и степени защиты оболочек электрооборудования и др.

## **ГЛАВА 6**

### **ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

#### **ТРЕБОВАНИЯ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Для организации эксплуатации кабельных линий в соответствии с требованиями ПТЭ ЭП и ПТБ должна быть разработана приведенная далее техническая документация.

1. Исполнительные чертежи на кабельные линии и кабельные сооружения. Эти чертежи должны соответствовать действительному состоянию трасс в натуре путем своевременного нанесения на них всех текущих изменений местоположения кабелей и муфт, вызываемых ремонтами, реконструкцией и капитальным строительством сети.

2. Паспорта кабельных линий, сооружений и вводов. В паспорт кабельной линии должны быть занесены все технические данные, определенные проектом линии и кабельным журналом при ее сооружении, а также протоколами, актами и данными испытаний при ее приемке в эксплуатацию. Конкретно в паспорт записывают сведения о марке кабеля, строительных длинах, данные о прокладке кабеля, схеме линии и при необходимости ее профиль, данные о соединительных и концевых муфтах, электрической характеристике линии, узкие места, ограничивающие пропускную способность, а также сведения о защите линии от коррозии, вибрации и механических повреждениях. Кроме того, должны быть указаны помещения и наружные установки взрывоопасных зон, вводы к этим зонам и защита.

В процессе эксплуатации кабельной линии в паспорт заносят также сведения о результатах испытания линии, нагрузках линии, величинах измеренных температур на оболочках, повреждении линии, ее ремонте и состоянии трассы. Правильно составленный паспорт кабельной линии позволяет в процессе эксплуатации определить необходимость ее капитального ремонта, произвести анализ причин повреждения и разработку необходимых противоаварийных мероприятий.

3. Адресные списки кабельных сооружений так же, как на территории объекта. В адресном списке указывают наименование сооружения, его диспетчерский номер, адрес направления линии, т.е. ее начало и конец.

4. Рабочие и монтажные чертежи всех типов муфт и другой кабельной арматуры. Для правильной организации эксплуатации кабельных линий проводят регулярные осмотры кабельных трасс, профилактические испытания нагрузок не реже двух раз в год, в т.ч. один раз в период максимума нагрузок, ремонт кабельных линий и т.п. Все это представляет собой номенклатуру (перечень) работ, которые нужно выполнять для обеспечения надежного состояния и безотказной работы кабельных линий.

При составлении номенклатуры учитывают периодичность и сезонность выполнения работ, должности персонала, на который возлагают выполнения различных видов работ, плановую норму времени на каждого исполнителя, вид отчетного документа исполнения данной работы. Ежегодная разработка номенклатуры работ по эксплуатации кабельных линий позволяет отразить произошедшие за год изменения требований к обслуживанию кабельных линий.

#### **КОНТРОЛЬ ЗА НАГРЕВОМ КАБЕЛЕЙ**

Для обеспечения надежной работы кабельных линий следят за тем, чтобы температура токоведущих жил кабеля не превышала допустимых пределов, так как от нее зависят нагрузочная способность, срок службы и надежность работы кабеля.

Каждый вид изоляции кабеля рассчитан на определенную длительно допустимую температуру, при которой изоляция стареет медленно. Превышение температуры нагрева кабеля выше допустимой ускоряет процесс старения изоляции и сокращает срок службы кабеля (табл. 6.1).

При включении кабеля под нагрузку вначале нагреваются его жилы, затем изоляция и оболочка. Экспериментально установлено, что перепад температуры между жилой и оболочкой кабеля напряжением 6 кВ

примерно 15 °С, а для кабелей 10 кВ - 20 °С. Поэтому на практике обычно ограничиваются измерением температуры оболочки, учитывая, что температура жилы кабеля выше на 15-20 °С.

Температуру нагрева жил можно определить и расчетным путем по формуле:

$$t_{жс} = t_{об} + [l^2 n \rho S_k / (100 g)],$$

где  $t_{об}$  - температура на оболочке кабеля, °С;  $l$  - длительно максимальная нагрузка кабеля, А;  $n$  - число жил кабеля;  $\rho$  - удельное сопротивление меди или алюминия при температуре, близкой к температуре жилы Ом · мм<sup>2</sup>/м;  $S_k$  - сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля, Ом (определяется по справочнику);  $g$  - площадь сечения жилы кабеля, мм<sup>2</sup>.

Таблица 6.1

#### Максимальные допустимые температуры на жилах силовых кабелей

Изоляция жил	Напряжение кабеля, кВ	Длительно допустимая температура на жилах кабеля, °С	Допустимый нагрев жил кабеля при токах к.з., °С
Резиновая	0,66 переменного тока; 1, 3, 6 и 10 постоянного тока	65	150
Пластмассовая из поливинилхлоридного пластика	До 6 переменного тока	70	120
Бумажная	1-3 переменного тока	80	200
	6 То же	65-75	
	10 "	60	
	20 "	55	
	35 "	50	

Контроль за нагревом кабелей в процессе эксплуатации осуществляют измерением температуры нагрева свинцовой или алюминиевой оболочки, или брони в тех местах кабельной трассы, где предположительно кабельная линия может иметь перегрев против допустимых температур. Такими местами могут быть места, где создаются неблагоприятные условия для охлаждения кабельной линии.

Температуру на поверхности кабелей, проложенных в земле, рекомендуется измерять при помощи двух термопар. Для установки термопар на трассе кабеля отрывают котлован размером 900х900 мм, с углублением 150-200 мм в одной из стенок котлована по оси кабеля. После удаления наружного покрова, очистки брони от коррозии создают надежный контакт с проводом термопары (легкоплавким припоем или фольгой).

Измерительные провода выводят через газовую трубу и подключают к измерительному прибору в специальном ящике (рис. 6.1). К полученному отсчету температуры по шкале прибора необходимо прибавить температуру окружающего воздуха, если она положительная, и отнять, если она отрицательная. Измерение температуры на поверхности контролируемых кабелей с одновременным измерением токовых нагрузок производят в течение суток через 2-3 ч. Если в результате измерений окажется, что температура жилы кабеля на отдельных участках превышает допустимую, то следует или снизить нагрузку на кабельную линию, или принять меры для улучшения охлаждения кабельных линий на участках, где кабель перегревается.

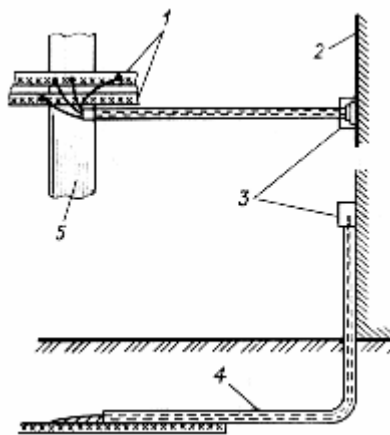


Рис. 6.1. Измерение температуры на поверхности работающего кабеля:

1 - кабель; 2 - здание; 3 - щиты термопар; 4 - металлическая труба; 5 - теплопровод

Таблица 6.2

**Допустимые кратковременные токовые перегрузки кабелей 6-10 кВ, несущих нагрузки меньше номинальных**

Вид прокладки	Коэффициент предварительной нагрузки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума, ч		
		1,5	2	3
В земле	0,6	1,35	1,3	1,15
В воздухе		1,25	1,15	1,1
В трубах (в земле)		1,2	1,1	1
В земле	0,8	1,2	1,15	1,1
В воздухе		1,15	1,1	1,05
В трубах (в земле)		1,1	1,05	1

В некоторых случаях целесообразно заменить перегревающийся участок линии кабелем большего сечения. Температуру кабелей, проложенных открыто в кабельных сооружениях, распределительных устройствах и подстанциях, можно измерять обычным лабораторным термометром, укрепляя его на оболочке кабеля.

Допустимые кратковременные токовые перегрузки кабелей 6-10 кВ, несущих нагрузки меньше номинальных, приведены в табл. 6.2, а перегрузки кабелей до 10 кВ в течение 5 сут на время ликвидации аварий в кабельных линиях - в табл. 6.3.

Таблица 6.3

**Допустимые токовые перегрузки кабелей до 10 кВ в течение 5 сут на время ликвидации аварий в кабельных линиях**

Вид прокладки	Коэффициент предварительной нагрузки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума, ч		
		1	3	6
В земле	0,6	1,5	1,35	1,25
В воздухе		1,35	1,25	1,25

В трубах (в земле)		1,3	1,2	1,15
В земле	0,8	1,35	1,25	1,2
В воздухе		1,3	1,25	1,25
В трубах (в земле)		1,2	1,15	1,10

## **КОНТРОЛЬ ЗА КОРРОЗИЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК КАБЕЛЕЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ИХ ЗАЩИТЫ**

Коррозия, которая вызывает электрохимическое разрушение металлических элементов кабелей в процессе их эксплуатации, подразделяется на электрокоррозию от блуждающих токов и косвенную коррозию от действия окружающей агрессивной среды.

Блуждающие токи - это токи утечки электрических установок, протекающие в земле и в подземных сооружениях. Источниками блуждающих токов являются электрифицированный транспорт и промышленные предприятия, потребляющие постоянный электрический ток, а также несовершенство устройств электроснабжения. Растекаясь в земле и встречая на своем пути различные инженерные сооружения - трубопроводы, кабели, удельные сопротивления которых меньше сопротивления земли, блуждающие токи входят в сооружения и проходят в них по направлению к тяговым подстанциям. Если в зоне действия этих токов имеются кабельные линии, металлические оболочки которых являются хорошими проводниками, то блуждающие токи из земли переходят в оболочки кабелей. Зона, в которой блуждающие токи переходят из окружающей среды в оболочку кабеля, называется катодной. В этой зоне при отсутствии в грунте щелочных веществ коррозии оболочек кабелей не происходит.

Зона, в которой блуждающие токи выходят из оболочки кабеля в окружающую среду, называется анодной. В этой зоне происходит коррозия оболочек кабелей. Для бронированных силовых кабелей за допустимую плотность тока принята норма не выше  $0,15 \text{ мА/дм}^2$  с удельным сопротивлением грунта  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Оболочки кабелей разрушаются тем сильнее, чем больше плотность тока, переходящего с кабеля в землю. Выбор защитных покровов кабелей, проложенных в траншеях, при наличии блуждающих токов зависит от материалов оболочки.

Почвенная коррозия - электрохимическое разрушение металлических оболочек от взаимодействия с грунтом. Поэтому интенсивность коррозии зависит от состава грунта, наличия влаги и доступа воздуха в грунт. Песчаные грунты коррозионно наименее активны; наиболее развивается коррозия металлов в кислых болотистых грунтах и солончаках. Особенно сильно подвергаются почвенной коррозии кабели, прокладываемые на территории предприятий по переработке нефтегазопродуктов и на химических предприятиях. Поэтому на этих предприятиях прокладку кабелей в траншеях ограничивают либо заменяют ее открытой прокладкой на эстакадах и галереях.

Важной задачей борьбы с коррозией металлических оболочек кабельных линий является установление ее причин и источников. Защитные меры выбирают по данным исследований влияния блуждающих токов и коррозионности почв.

Для контроля за состоянием металлических оболочек кабельных линий необходимо иметь карту подземных сооружений с указанием на ней анодных и катодных зон и участков с агрессивными грунтами.

При контрольных замерах проверяют плотность тока, разность потенциалов и направление блуждающих токов. По току, проходящему по оболочке кабеля, судят о степени коррозионной опасности, а по направлению - определяют места входа и выхода блуждающих токов с оболочек кабеля и устанавливают анодные и катодные зоны.

В местах, где предполагается повреждение кабеля почвенной коррозией, оценку степени влияния коррозии на стальную броню определяют удельным сопротивлением грунта, потерей массы образца и плотностью поляризующего тока. Чем меньше удельное сопротивление грунта и чем больше потери массы образца и плотность поляризующего тока, тем больше опасность почвенной коррозии для брони кабеля. Степень коррозионной активности грунтов и воды оценивают путем сравнения данных анализа пробы грунта и воды с величинами показателей содержания органических (гумус) и азотистых (нитрат-ион) веществ, концентрации водородных ионов (рН), а для воды - дополнительно к общей жесткости.

Силовые кабели со свинцовыми и алюминиевыми оболочками и стальной броней при наличии коррозионной активности грунтов должны быть защищены катодной поляризацией.

При обнаружении коррозии металлических оболочек кабелей в процессе эксплуатации разрабатывают мероприятия по предотвращению дальнейшего разрушения их и замене поврежденных участков линии. Основным мероприятием по предотвращению почвенной коррозии является правильно выбранная трасса при проектировании



кабельных линий. Для борьбы с коррозией силовых кабелей от блуждающих токов - средства электрохимической катодной защиты.

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА КАБЕЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ И КАБЕЛЬНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ**

Надежность работы кабельных линий зависит от правильной организации эксплуатационного надзора за состоянием кабельных линий, их трасс и различных сооружений, в которых проложены кабели.

Для предохранения кабельных линий от механических повреждений над подземными кабельными линиями напряжение 2 кВ и выше должны быть отведены в установленном порядке земельные участки - площадь над кабелем и по 1 м в обе стороны от крайнего кабеля, в пределах которой:

не допускается укладка других коммуникаций без согласования с организацией, эксплуатирующей кабельную линию;

запрещается сбрасывать тяжелые грузы, выливать кислоты и щелочи, устраивать свалки.

В основу организации эксплуатационного надзора положено выполнение следующих работ:

обход трассы и осмотры состояния кабельных линий и различных сооружений, в которых они проложены (табл. 6.4);

Таблица 6.4

### **Периодичность осмотров кабельных линий и сооружений**

Вид и объект осмотра	Периодичность
Плановые осмотры:	
трасс кабелей, проложенных в земле	По местным инструкциям, но не реже 1 раза в 3 мес.
концевых муфт на линиях напряжением выше 1000 В	1 раз в 6 мес.
то же, напряжением до 1000 В	1 раз в год
кабельных муфт, расположенных в трансформаторных, распределительных пунктах и на подстанциях	Одновременно с другим оборудованием
кабельных колодцев	2 раза в год
подводных кабелей	По местным инструкциям
Внеочередные осмотры	В период паводков и после ливней
Осмотры инженерно-техническим персоналом	По местным инструкциям, но не реже 1 раза в 3 мес.
Осмотры туннелей и каналов на подстанциях	То же

надзор за производством работ на трассах и вблизи кабельных линий;

организационно-технические мероприятия.

Надзор за кабельными линиями при работах на трассах, например, вскрытие земляных покровов, устройство подземных сооружений, можно осуществлять при согласовании с организацией, эксплуатирующей кабельные сети.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению сохранности кабельных линий от механических повреждений в основном сводятся к информации как организаций и предприятий, так и населения о Правилах охраны электрических сетей и Правилах производства земляных работ в данной местности.

## ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ, СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Периодичность испытаний кабельных линий при профилактических осмотрах (табл. 6.5) допускается производить: с отключением кабельных линий для приложения испытательного напряжения; без отключения кабельных линий с приложением испытательного напряжения под нагрузкой непосредственно к РУ центра питания, ограничивая применение этого способа электросетями напряжением не выше 6 кВ с одновременным испытанием участка сети по емкостному току 20-30 А.

Испытательное напряжение выпрямленного тока для кабелей, находящихся в эксплуатации, составляет:

для линии с рабочим напряжением 2-10 кВ -  $(5-6) U_{\text{ном}}$  ;

для линии с рабочим напряжением 20-35 кВ -  $(4-5) U_{\text{ном}}$  .

Продолжительность испытания каждой фазы - 5 мин.

Испытания кабельных линий напряжением до 1000 В может производиться мегомметром на напряжение 2500 В.

Изоляцию кабельных линий испытывают постоянным током с помощью кенотронной установки КИИ-70. По окончании испытаний каждой фазы кабельной линии все жилы кабеля должны быть разряжены через ограничительное сопротивление, которое имеется в кенотронной установке.

Для испытаний кабелей напряжением 3-10 кВ применяют стационарные и передвижные кенотронные установки.

Стационарные - в основном на электростанциях и подстанциях, а в монтажных организациях - кенотронные установки, смонтированные на автомашинах с крытым кузовом.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Для обеспечения энергоснабжения потребителей кабельные линии, пробитые при эксплуатации или испытаниях, должны быть восстановлены в кратчайшие сроки.

Таблица 6.5

**Периодичность профилактических испытаний кабельных линий**

Объект испытаний	Требование	Пояснение
Кабельные линии напряжением 3-35 кВ	Испытания в процессе эксплуатации не реже 1 раза в год	Испытания проводят повышенным напряжением выпрямленного тока
Кабели, работающие в тяжелых условиях	Должны испытываться чаще, чем предусмотрено плановыми испытаниями	Сроки испытаний с учетом местных условий
Кабели, не имеющие электрических пробоев	Проложенные в земле и не имеющие электрических пробоев ни при работе, ни при испытаниях в течение 5 лет могут испытываться реже, чем предусмотрено плановыми испытаниями	Испытания проводятся не реже чем через 3 года
Кабели в кабельных сооружениях	Проложенные в туннелях, каналах и зданиях подстанций, не подверженные воздействию	Испытания кабелей, присоединенных к токоприемникам, проводят во

	коррозии и механическим повреждениям (закрытые трассы) должны испытываться не реже 1 раза в 3 года	время капитальных ремонтов последних
Кабели на вертикальных участках трассы	Необходимо производить периодическую замену этих участков для предупреждения электрических пробоев кабелей напряжением 20-35 кВ вследствие осушения их изоляции	Периодичность замены определяется местными условиями

Наибольшие затраты при восстановлении кабельной линии приходятся на определение мест повреждения. Большая часть методов определения мест повреждения требует, чтобы переходное сопротивление на участке повреждения было снижено до десятков, единиц и долей Ома. Это достигается прожиганием изоляции в дефектном месте с помощью специальных установок. Прожигание дефектной изоляции силовых кабельных линий производят под воздействием энергии, выделяющейся в канале пробоя. В результате - в месте повреждения обугливается изоляция и снижается переходное сопротивление. Быстрое и точное определение места повреждения в кабельных линиях осуществляется передвижными измерительными лабораториями, располагаемыми в крытом фургоне автомашины. Внутри лаборатории монтируют установку для прожигания кабелей и измерительные приборы:

импульсный прибор Р5-8 или Р5-9 (измеритель неоднородностей кабелей), определяющий характер и место повреждения с диапазоном измерения от 1 до 10 000 м;

прибор Щ-Ч120 (или ЭМКС-58М) комплектно с присоединительным устройством, определяющий расстояние до места повреждения кабельной линии при заплывающих пробоях с диапазоном измерения от 40 до 20000 м;

кабельный мостик УКМ, предназначенный для определения места повреждения (метод петли или емкостной метод);

устройство для определения места повреждения непосредственно на трассе при условии, что в поврежденном месте может быть искусственно создан электрический разряд, прослушиваемый с поверхности земли (акустический метод);

оборудование и аппаратура для определения места повреждения непосредственно на трассе (индукционный метод); характер повреждения определяют также импульсными приборами ИКЛ-5, Р5-1А, Р5-5.

На кабельных линиях возможны повреждения:

изоляции, вызывающие замыкание одной, двух или трех фаз на землю, либо двух или трех фаз между собой;

обрыв одной, двух или трех фаз без заземления или с заземлением оборванных и необорванных жил;

заплывающий пробой изоляции.

В большинстве случаев для определения характера повреждения достаточно мегомметром выполнить измерения: сопротивление изоляции каждой жилы по отношению к земле, сопротивление изоляции между жилами, целостность жил. После того как произведены все необходимые измерения, составляют схему повреждения кабельной линии и выбирают метод для обнаружения данного вида повреждения.

Для прожигания дефектной изоляции применяют выпрямительные устройства, повышающие и резонансные трансформаторы, регулируемые дроссели и генераторы повышенной частоты.

Наилучшего прожигания дефектных мест изоляции кабелей достигают с помощью выпрямленной установки при ступенчатом изменении тока и напряжения. Кроме того, для этого метода используют кенотрон-газотрон, кенотрон-тиратрон, кенотрон - мощный проводниковый выпрямитель. Хорошими характеристиками обладает кремниевый выпрямитель ВВК-0,5/200.

Для прожигания высоким напряжением переменного тока используют трансформаторы напряжением 3, 6, 10 кВ, мощностью от 10 до 100 кВ·А. В тех случаях, когда от трансформатора напряжением 0,4/6 кВ желательно кратковременно получать переменное напряжение 18-20 кВ, применяют схему с форсированным режимом работы.

Резонансные трансформаторы относятся к нерегулируемым установкам, у которых резонансный контур образуется в основном индуктивностью вторичной обмотки и емкостью кабеля. Резонансные трансформаторы просты, имеют сравнительно малую массу и размеры. Наиболее часто применяют резонансный аппарат РА-2.

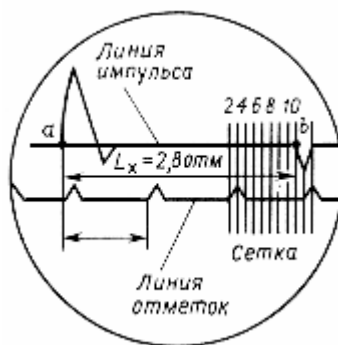


Рис. 6.2. Измерение зондирующего и отражающего импульсов при коротком замыкании жил кабеля

Во всех случаях повреждений кабельных линий предварительно определяют зону повреждения на линии и после этого различными методами уточняют место повреждения непосредственно на трассе линии. Для определения зоны повреждения линии применяют импульсный и методы колебательного разряда, петли и емкостной. Для нахождения места повреждения непосредственно на трассе линии рекомендуется применять акустический, индукционный и метод накладной рамки. Для примера отыскания дефектных мест в кабельных линиях рассмотрим импульсный и акустический методы.

Импульсный метод (рис. 6.2) основан на измерении времени пробега короткого импульса, посылаемого в линию от места измерения до места повреждения и обратно. Скорость распространения импульса по кабелю принимают равной 160 м/мкс. На экране электронно-лучевой трубки прибора ИКЛ нанесены линии импульса и масштабных отметок времени, которые следуют через 2 мкс. Отсчитывая по экрану число масштабных отметок до места повреждения и зная скорость импульса, умножением этих величин определяют расстояние до места повреждения.

Для случая повреждения (см. рис. 6.2) получается отметка 2,8, что соответствует расстоянию  $L_x$ , от места присоединения прибора ИКЛ до места повреждения кабеля:

$$L_x = V_n = 160 \cdot 2,8 = 448 \text{ м, где } V = 160 \text{ м/мкс, } n - \text{число масштабных отметок.}$$

Данный метод применяют при обрыве или одно-, двух- или трехфазных замыканиях при условии, что переходное сопротивление в месте повреждения не превышает 100-200 Ом.

Акустический метод (рис. 6.3) основаны на прослушивании над местом повреждения разрядов от посылаемых импульсов в кабельную линию. В качестве генератора импульсов применяют кенотрон с дополнительным включением в схему высоковольтных конденсаторов и шарового разрядника. Вместо конденсаторов может быть использована емкость неповрежденных жил. Для прослушивания разрядов над местом повреждения применяют кабелеискатель - звукоприемник, состоящий из приемной рамки (антенна), усилителя и телефонных трубок.

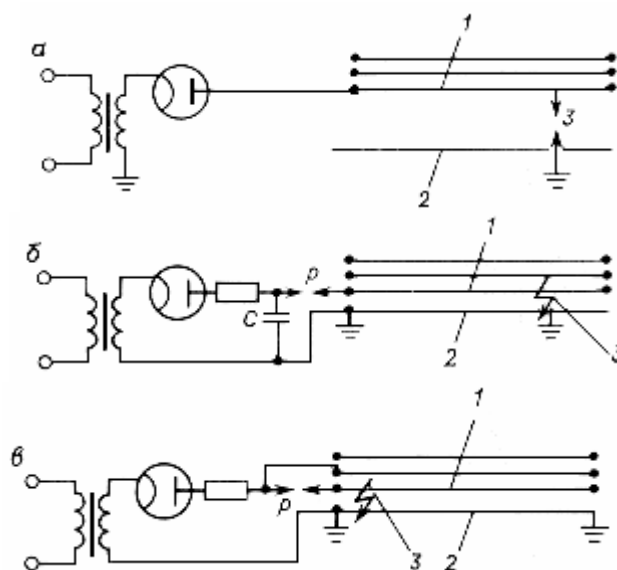


Рис. 6.3. Определение места повреждения акустическим методом:

- а - для заплывающих пробоев в муфтах; б - при устойчивом замыкании; в - с использованием емкости неповрежденных жил; 1 - фазы кабеля; 2 - металлическая оболочка кабеля; 3 - поврежденное место на кабельной линии; Р - разрядник; С - зарядная емкость

При акустическом методе предварительно определяют зону повреждения. После этого оператор со звукоприемником отправляется в зону повреждения. На поврежденную жилу подают импульсы с периодичностью одного импульса в секунду. Идя по трассе в зоне повреждения, оператор прослушивает разряды. Если разряды не прослушиваются, звукоприемник переносят вдоль трассы линии. Над местом повреждения кабельной линии слышимость искровых разрядов наибольшая.

## **ПРОВЕДЕНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

Ремонтные работы на кабельных линиях осуществляют по плану, разработанному на основании данных осмотра и испытаний, а также анализа общего состояния линии. Неисправности в кабельных линиях или на их трассах, представляющие угрозу безаварийной работе, устраняют незамедлительно, а неисправности, не вызывающие прямой угрозы надежности работы линии, - в плановом порядке.

Кабельные трассы раскапывают только с разрешения эксплуатирующей организации. При этом обеспечивают надзор за сохранностью кабелей на весь период производства работ. На месте работ устанавливают сигнальные огни и предупредительные плакаты. Производителю работ выдают данные о местонахождении кабелей и объясняют порядок обращения с ними. Производитель работ подтверждает получение задания и расписывается в журнале. Особое внимание обращают на раскопки, выполняемые механизированным способом. Подлежащую ремонту кабельную линию отключают и заземляют.

Кабель на выведенной в ремонт линии вскрывают только после его проверки. Поврежденный кабель проверяют сверкой фактических данных кабельной линии с планами трассы. Если на трассе проложено несколько кабельных линий, производят дополнительную их проверку индукционным методом.

Технология ремонта кабеля и муфт в зависимости от его вида и объема достаточно разнообразна. Универсальным вариантом является замена кабеля на участке трассы с ее разрытием, прокладкой кабельной вставки и изготовлением муфт. Разомкнутая в связи с вырезкой места повреждения кабельная линия остается присоединенной к шинам РУ электроустановок и поэтому имеет фиксированное положение в зависимости от того, к какой шине (по цвету) она присоединена.

Концы разомкнутой линии замыкают кабельной вставкой в месте повреждения таким образом, чтобы при этом было обеспечено правильное (фазное) соединение одноименных шин между собой.

При ремонте необходимо добиваться фазности соединения. Для этого на месте ремонта проверяют и устанавливают наименование фаз с последующей подгонкой жил. Если кабельная вставка и ремонтируемый кабель имеют расцветочные (маркированные) фазы и повреждение произошло в целом месте кабеля, фазы соединяют по расцветке (маркировке) изоляции жил без проверки одноименности фаз. В противном случае проверку выполняют мегомметром и фазировочным приспособлением, позволяющим сразу проверить соответствие всех трех жил кабеля.

Для ремонта разрушенного броневых покрытия снимают поврежденную часть, после чего обрез брони спаивают с металлической оболочкой кабеля. Металлическую оболочку, не защищенную броней, покрывают антикоррозионным составом или выполняют подмотку пластмассовыми лентами. Характер ремонта металлической оболочки кабеля зависит от того, проникла ли влага внутрь него или нет. Для этого удаляют часть оболочки с обеих сторон от места ее повреждения и проверяют верхний слой поясной изоляции на наличие влаги. Если влаги внутри кабеля нет, то на поврежденную часть оболочки накладывают свинцовую трубу (муфту) соответствующего размера с двумя заливочными отверстиями. Трубу составляют из двух половин цельного свинца длиной на 70-80 мм больше оголенной части кабеля.

Муфту заполняют кабельным составом МП-1. Если внутри кабеля есть влага, то поврежденный участок вырезают и вместо него вставляют отрезок кабеля, соответствующий по марке, сечению и длине ремонтируемому. С обеих сторон кабельной вставки монтируют соединительные муфты. При незначительных повреждениях изоляции и оболочки кабеля, которые возникают при пробое изоляции с одной жилы на оболочку во время испытания кабеля повышенным напряжением постоянного тока, ремонт кабеля осуществляют без разрезания токопроводящих жил. При наличии достаточной слабину жилы разводят, в поврежденном месте снимают заводскую изоляцию и восстанавливают ее бумажными роликами. В этом случае применяют свинцовую муфту также из двух продольных половин.

Поврежденный защитный шланг кабеля ААШв ремонтируют в струе горячего воздуха сварочным пистолетом ПС-1 с электрическим подогревом или газозвушным пистолетом при 170-200 °С. В качестве присадки применяют ПВХ пруток диаметром 4-6 мм. Места, подлежащие ремонту, очищают и обезжиривают бензином, а торцевые включения, выступающие края и задиры в местах повреждения вырезают. При ремонте проколов, небольших отверстий и раковин к месту повреждения приваривают присадочный пруток и после охлаждения обрезают его конец.

При ремонте щелей, прорезей и вырезов прутки приваривают к шлангу на расстоянии 1-2 мм от места повреждения, а затем укладывают его вдоль щели или прорези, заканчивая приварку прутка в целом месте. После охлаждения срезают выступающие части прутка и выравнивают сваркой шов. При значительных поверхностных повреждениях шланг ремонтируют, применяя ПВХ заплаты или разрезные манжеты. К шлангу по всему периметру приваривают заплату, а затем вдоль образовавшегося шва - присадочный пруток. Манжету из ПВХ трубки разрезают и надевают на поврежденное место шланга. После этого заваривают пруток вокруг торца манжеты и вдоль ее разреза.

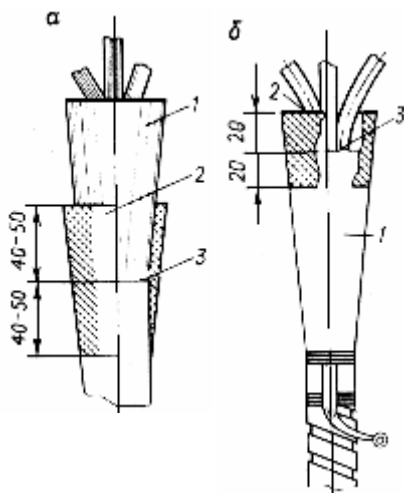


Рис. 6.4. Установка ремонтной формы для устранения течи пропитывающего состава в местах ввода кабеля в корпус заделки (а) и вывода жил из корпуса (б):

1 - корпус заделки; 2 - ремонтная форма; 3 - место течи

Как правило, вышедшие из строя заделки вырезают и монтируют новые. Если длина кабеля имеет достаточный запас, то ремонт ограничивается монтажом только концевой заделки. В противном случае кабель наращивают и дополнительно монтируют соединительную муфту. Течь пропиточного состава из концевой заделки возможна в месте окончания корпуса, а также в месте выхода жил из корпуса заделки. Дефекты, связанные с нарушением герметичности заделки, могут возникнуть из-за плохой обработки поверхности напиртовых трубок, несоблюдения размеров, указаний по обезжириванию и т. п. Течь пропиточного состава в местах окончания корпуса заделки и выхода жил из корпуса устраняют с помощью установки ремонтной формы и заливки ее эпоксидным компаундом (рис. 6.4). Коронирование по поверхности напиртовых трубок устраняют подмоткой по трубкам липкой ПВХ ленты в два слоя с 50%-ным перекрытием.

При ремонте концевых заделок необходимо восстанавливать защитный лаковый покров жил кабеля.

## ГЛАВА 7

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

#### ТРЕБОВАНИЯ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Электрооборудование, устанавливаемое во взрывоопасной зоне, должно иметь уровень и вид взрывозащиты, соответствующие классу данной взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси, по которой эта зона классифицирована. К эксплуатации допускается электрооборудование, которое изготовлено на специализированных предприятиях, в соответствии с требованиями действующих Правил изготовления взрывозащищенного электрооборудования (ПИБРЭ), стандартов на отдельные виды взрывозащиты или электрооборудования, имеющее маркировку по взрывозащите и обеспеченное необходимой эксплуатационной технической документацией.

Электрооборудование, изготовленное неспециализированными предприятиями, а также опытные образцы взрывозащищенных изделий могут устанавливаться во взрывоопасных зонах только после получения разрешения испытательной организации о достаточности принятых мер по обеспечению его безопасной эксплуатации.

Безопасная эксплуатация электрооборудования обеспечивается правильной организацией надзора за ним и периодических проверок средств и параметров, обеспечивающих их взрывозащищенность, а также своевременным устранением различных нарушений.

На каждый типоразмер или вид электрооборудования составляется паспорт, где указаны сведения об его состоянии на различных стадиях регламентных работ, которые проводят по графику, утвержденному на данном предприятии. Например, паспорт на взрывозащищенный электродвигатель может выглядеть следующим образом.

Тип электродвигателя - \_\_\_\_\_. Маркировка по взрывозащите - \_\_\_\_\_.

Заводской № - \_\_\_\_ статор P = \_\_\_\_\_ кВт, U = \_\_\_\_\_ В,

I = \_\_\_\_\_ А, n = \_\_\_\_\_ об/мин. Ротор U = \_\_\_\_\_ В,

I = \_\_\_\_\_ А, соединение фаз - \_\_\_\_\_

Место установки \_\_\_\_\_ Год установки - \_\_\_\_\_ г.

Способ соединения с приводным механизмом \_\_\_\_\_

№ подшипников \_\_\_\_\_ . Ответственный за эксплуатацию - \_\_\_\_\_

При эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования пользуются указаниями действующих Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации и техники безопасности электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ ЭП), различных инструкций на конкретные виды электрооборудования, в которых изложены основные особенности по организации и выполнению безопасного использования электрооборудования.

Во время эксплуатационного надзора, сроки проведения которого зависят от состояния электрооборудования, места его установки, местных условий работы и загрузки, проверяют:

состояние трубных и кабельных проводок; наличие коррозии, состояние окраски, крепления, затяжки крышек фитингов и соединительных коробок;

исправность вводных устройств и заземления;

состояние смотровых окон и защитных колпаков светильников;

наличие предусмотренных конструкцией болтов, крепежных элементов оболочек, исправность валиков и тяг управления и блокировочных устройств;

#### Эксплуатационные данные электродвигателя

Дата осмотра (число месяц, год)	Обнаружен- ные неисправ- ности	Метод ремонта (указать замененные узлы и детали)	Замер параметров взрывозащиты	Сопротив- ление изоляции, МОм	Подпись ответствен- ного за эксплуата- цию электро- хозяйства

наличие знаков маркировки по взрывозащите и предупредительных надписей;

температуру отдельных узлов электрооборудования и периодическую ее проверку в соответствии с указаниями Инструкции по монтажу и эксплуатации;

нет ли вблизи электрооборудования капежа воды и пылеобразования;

исправность средств контроля за состоянием рабочей атмосферы в местах установки электрооборудования (газоанализаторы, газосигнализаторы и т. п.) и за работой вентиляционных установок.

Осмотры внутренних частей электрооборудования независимо от напряжения проводят только после отключения его от сети. При этом обращают внимание на то, чтобы все крепежные элементы были затянуты. Если предусмотрено пломбирование крышек, то пломбы должны быть на местах. Кабели во вводных устройствах должны быть надежно уплотнены, а зажимные скобы, служащие для предотвращения выдергивания и проворачивания кабелей, надежно зафиксированы. При наличии защитных металлорукавов необходимо обратить

внимание на их целостность и состояние уплотнения. Для трубопроводов важно наличие и состояние разделительных уплотнений, контролируемых в установленные сроки. В трубных электропроводах, расположенных в сырых и особо сырых помещениях в период резких изменений температур, не реже одного раза в месяц спускают конденсат из водосборных трубок.

Защитное заземление и его своевременный осмотр и ремонт производят в комплексе с другими видами защиты от поражения электрическим током, возникновения пожара и взрыва от электрических искр и дуг, возникающих вследствие протекания токов утечки через плохой контакт заземляющей цепи. Надежный электрический контакт между заземляющим проводником и корпусом обеспечивается плотностью затяжки, отсутствием коррозии и окалины на деталях заземляющих зажимов. Последние изготавливают из латуни или стали и защищают антикоррозийным металлическим покрытием с хорошими электропроводными свойствами. Электрооборудование в пластмассовых оболочках заземляют только с помощью внутреннего заземления посредством отдельной жилы. Осмотр состояния этих заземлителей выполняют при вскрытии вводных устройств. Прежде чем произвести осмотр внутренних частей электрооборудования, обращают внимание на предупредительные надписи, внешнее состояние оболочки и защитных устройств токоподводящих кабелей или проводов. Наличие вмятин, трещин, забоин, повреждений смотровых окон является основанием для отключения электрооборудования и вывода его в ремонт. Особое внимание уделяют наличию и целостности уплотнительных прокладок. Заменяют их в сроки, оговоренные инструкцией по монтажу и эксплуатации на то или иное электрооборудование при условии изготовления их из того же материала и той же формы, которые определены рабочей документацией. Изоляционные детали систематически очищают от грязи и пыли. На деталях не должно быть трещин, сколов, прожогов, токоведущих дорожек и других повреждений. В соответствии с предписанным регламентом контролируют сопротивление изоляции элементов электрооборудования. При осмотрах используют измерительные инструменты и приборы, обеспечивающие заданную технической документацией точность измерений. При эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования учитывают особенности, характерные для конкретных видов электрооборудования общего назначения.

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Технологические операции эксплуатационного надзора за взрывозащищенными электродвигателями приведены в табл. 7.1, а основные встречающиеся в практике неисправности электродвигателей разных типов, их причины и способы устранения - в табл. 7.2.

Таблица 7.1

### Надзор за электродвигателями разного вида взрывозащиты

Техноло- гическая операция или объект	Требование	Взрывонепроницаемая оболочка	Повышенная надежность против взрыва или защита вида "е"	Заполнение оболочки	
				под избыточным давлением	масляное
Осмотры	Периодичность осмотров устанавливают в зависимости от производственных условий, но не реже 1 раза в 2 мес	Очистка от загрязнений; контроль знаков маркировки, степени защиты и предупредительных надписей; температуры наружных частей оболочки, заземления			
		-	-	Контроль работоспособности блокировочных устройств	
		Подтягивание крепежных элементов крышек вводных устройств и кабельных вводов			
		Контроль взрывонепроницаемых зазоров щупом; в случае разборки (при отсутствии взрывоопасной смеси) - контроль поверхностей,		Контроль герметичности воздухопроводов; контроль утечки избыточного давления, которое должно	Контроль уровня масла в оболочке (баке), при течи масла отключить!



		<p>образующих взрывонепроницаемые зазоры (ржавчин, забоин и т. п. не должно быть)</p> <p>Смазка взрывозащитных поверхностей смазкой ЦИАТИМ-201</p> <p>Состояние контактных колец и щеток (у двигателей с фазным ротором)</p>		<p>быть не ниже 200 Па; наличие приборов контроля и сигнализации, срабатывающей при падении давления воздуха в системе вентиляции, подачи масла в подшипники, увеличении температуры масла и вкладышей выше допустимого, а также температуры охлаждающей воды</p>	
Контроль напряжения	Для нормальной работы электродвигателя напряжение должно быть от 100 до 105% от номинального	Допускается работа электродвигателя при отклонении напряжения от -5 до 10% номинального			
Подшипниковые узлы	Температура подшипниковых узлов не должна превышать допускаемых значений	Контроль температуры подшипниковых узлов			
	Уровень смазки в подшипниковых узлах	Заполнение должно быть 2/3 подшипникового узла. Смазка дополняется в сроки, определяемые продолжительностью работы электродвигателя в сутки, но не реже 1 раза в декаду. Замену масла производят 1 раз в 3-6 мес. При тяжелых условиях работы (запыленность, высокая температура) смазку заменяют чаще			
Периодичность ремонтов	Устанавливает лицо, ответственное за электрохозяйство, с учетом местных условий	Электродвигатели машин и механизмов, работающие в тяжелых условиях (повышенная температура, загрязненность и др.), должны подвергаться капитальному ремонту не реже 1 раза в 2 года			
Резервные электродвигатели	Должны быть постоянно готовы к немедленному пуску	Осмотр и опробование производят по утвержденному графику			

Таблица 7.2

### Основные неисправности электродвигателей и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Двигатель не разворачивается, гудит	Отсутствие напряжения в одной фазе	Найти и устранить разрыв цепи
	Перегружен двигатель	Устранить перегрузку привода

При вращении двигатель гудит и перегревается	Напряжение сети ниже номинального	Повысить напряжение до номинального или уменьшить нагрузку до номинальной силы тока
	Междувитковое замыкание	Отремонтировать обмотку
	Короткое замыкание между двумя фазами	То же
Повышенный перегрев подшипников	Междувитковое замыкание	"
	Неправильная центровка двигателя с приводом	Проверить центровку; устранить несоосность валов
	Слишком много или слишком мало смазки в подшипниках	Проверить количество смазки; заполнить подшипник необходимым количеством смазки
Стук в подшипнике	Повреждение подшипников	Заменить подшипники
	То же	То же
	Несоосность вала двигателя с валом привода	Проверить центровку и устранить несоосность валов
Стук со стороны вентилятора	Недостаточная жесткость фундамента	Устранить причину
	Трение вентилятора о направляющий кожух вследствие смещения кожуха	Исправить положение кожуха и надежно его закрепить
	Выброс смазки из подшипника	Заменить подшипник
Пониженное сопротивление изоляции	В подшипнике слишком много смазки	Уменьшить количество смазки
	Сработались уплотнения	Заменить уплотнения
	Загрязнение или отсыревание обмоток	Разобрать двигатель, прочистить, продуть и просушить обмотку

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Технологические операции эксплуатационного надзора за пусковой и пускорегулирующей аппаратурой приведены в табл. 7.3, а возможные неполадки основных видов аппаратуры, их причины и способы устранения - в табл. 7.4.

Таблица 7.3

### Надзор за пусковой и пускорегулирующей аппаратурой разного вида взрывозащиты

Технологическая операция или объект	Требование	Взрывонепроницаемая оболочка	Повышенная надежность против взрыва или защита вида "е"	Заполнение оболочки	
				под избыточным давлением	масляное

Осмотры	Периодичность осмотров устанавливают в зависимости от производственных условий, но не реже 1 раза в месяц	Очистка от загрязнений наружной поверхности; контроль знаков маркировки, степени защиты и предупредительных надписей; контроль температуры наружных частей оболочки; контроль места эксплуатации, чтобы не было капежа, пылеобразования; контроль заземления; подтягивание крепежных элементов крышек, оболочки; контроль уплотнений кабельных вводов			
		Контроль взрывонепроницаемых зазоров щупом; в случае разборки - контроль взрывозащитных поверхностей, очистка их и смазка		Контроль системы вентиляции	Контроль уровня температуры и цвета масла
Периодичность ремонтов	Устанавливает лицо, ответственное за электрохозяйство, с учетом местных условий	Контроль работоспособности подвижных элементов аппаратуры - валиков, кнопок, тяг управления, контактной системы, механических и электрических блокировок; износ контактов			

Таблица 7.4

**Возможные неполадки аппаратуры, их причины и способы устранения**

Электрический аппарат	Возможная неисправность	Причины возникновения	Способы устранения
Выключатели	Отсутствие электрического контакта	Разрегулировался механизм настройки	Вскрыть, отрегулировать механизм настройки (нажимные рычаги, валики и тяги управления, регулировочные винты, пружины и др.) и зафиксировать
		Окисление контактных поверхностей, попадание грязи в них	Протереть контактные поверхности сухой тканью, а затем тампоном, смоченным в спирте
		Поломка контактной клеммы (колодки)	Заменить из ЗИП
		Плохое подсоединение проводов	Проверить подвод кабеля или провода к контактной клемме
	Влага внутри выключателя	Плохая затяжка крышек	Затянуть болты (винты)
		Неисправны прокладки	Заменить новыми прокладками из ЗИП
	Отсутствие моментности	Усталость пружины поводка	Заменить новой из ЗИП
		Усталость пружины	То же
	Выключатель пробивает на корпус	Изоляция отсырела	Просушить выключатель

Блоки управления	Штырь кнопки не утопает или, наоборот, заклинивается	Изоляция покрыта маслом или пылью Заедание штыря кнопки	Очистить Зачистить заусенцы, задиры
	Отсутствие напряжения в цепи управления	Обрыв провода, подводящего напряжение	Найти место повреждения, устранить неисправность
	Счетчик не работает	Заедание в пружинной тяге	Зачистить заусенцы
		Сдвинулось электромагнитное реле	Выставить реле и надежно закрепить
		Залипание якоря электромагнитного реле	Зачистить место прилегания к сердечнику
Колонки управления	После нажатия валик управления не возвращается в исходное положение	В зазоре между валиком и корпусом пыль	Удалить из зазора пыль
		Сильно корродирован валик	Удалить коррозию, зачистить
		Повреждена возвратная пружина	Установить новую пружину
	После нажатия не возвращается толкатель кнопочного элемента	Повреждена возвратная пружина кнопочного элемента	То же
	При нажатии нет контакта	Сильно изношены серебряные контакты	Заменить контакты
Ослаблено присоединение кабеля или нарушено какое-либо другое присоединение		Проверить все места присоединения и устранить неисправность	
Магнитный пускатель	При повороте рукоятки в сторону "пуск" нет включения	Обрыв в катушке контактора	Проверить электрическую цепь в катушке и при обрыве заменить катушку
		Отсутствие контакта в кнопке	При отключенном от сети пускателе и опущенном баке проверить замыкание контактов кнопкой  При неисправности пружины контактной или мостика исправить или заменить новыми
	При повороте рукоятки "пуск" включение происходит, но при отпуске кнопки пускатель отключается	Отсутствие контакта в кнопке вследствие неправильного воздействия блокировочного угольника, закрепленного на якоре магнитной	Проверить блокировку и исправить ее

		системы	
		Отсутствие контакта в блок-контактах	Проверить блок-контакты
		Если перед этим отключение произошло от срабатывания расцепителя, следовательно, отсутствует зацепление защелки на зубьях храповичка	Восстановить зацепление
	Включенный пускатель сильно гудит	Засорение или повреждение стыка якоря и сердечника магнитной системы	Очистить стык, произвести пригонку
		Поврежден короткозамкнутый виток	Сменить поврежденный виток
		Якорь не перемещается свободно по направляющим и перекашивается	Устранить перекос
		Слишком велико нажатие контактов	Проверить нажатия контактов
	Температура масла в верхнем слое выше 100 °С	Плохо затянуты винты, крепящие сердечник	Затянуть винты
		Температура окружающей среды превышает +35 °С	Отключить пускатель, дать маслу остыть. Заменить пускатель более мощным
		Пускатель перегружен	Проверить ток
		Ток выше номинального	При наличии перегрузки устранить причины
	Расцепитель сработал - пускатель отключился	Неправильное положение расцепителя. Ударник якоря расцепителя расположен слишком близко к рейке, что приводит к ослаблению удара	Устранить причину, увеличив путь якоря до удара в рейку

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА СВЕТОВЫМИ ПРИБОРАМИ

Технологические операции эксплуатационного надзора за световыми приборами приведены в табл. 7.5, а возможные неисправности в табл. 7.6.

Таблица 7.5

### Надзор за световыми приборами разного вида взрывозащиты

Технологическая	Требование	Взрывонепроницаемая	Повышенная надежность
-----------------	------------	---------------------	-----------------------

я операция или объект		оболочка	против взрыва или защита вида "е"
Осмотры	<p>Периодичность осмотров устанавливаются в зависимости от производственных условий, но не реже чем:</p> <p>1. Щитки, выключатели, штепсельные разъемы, светильники и прочие элементы осветительной установки, относящиеся к рабочему освещению, 1 раз в два месяца</p> <p>2. То же, относящиеся к аварийному освещению, 1 раз в месяц</p>	<p>Зачистка от загрязнения наружной поверхности; контроль знаков маркировки, места эксплуатации (не должно быть капежа); подтягивание крепежных элементов оболочки; контроль уплотнений кабельного ввода; контроль целостности сеток, колпаков;</p> <p>контроль взрывонепроницаемых зазоров щупом</p> <p>При разборке: контроль крепления патрона; контроль прокладок, взрывозащитных поверхностей; контроль заземления; контроль резьбовых соединений; замена ламп</p>	<p>контроль работоспособности стартера и балластного сопротивления</p>
Контроль сопротивления изоляции	Периодичность контроля сопротивления изоляции сетей рабочего и аварийного освещения не реже 1 раза в три года	Сопротивление изоляции сетей рабочего и аварийного освещения должно быть не менее 0,5 МОм	
Освещенность	Фотометрические измерения освещенности не реже 1 раза в два года	Контроль освещенности	
Периодичность ремонтов	Устанавливает лицо, ответственное за электрохозяйство, с учетом местных условий	Светильники, работающие в тяжелых условиях (повышенная температура, запыленность, загрязненность и др.), должны подвергаться ремонту в зависимости от местных условий и работоспособности	

Таблица 7.6

#### Возможные неисправности, их причины и способы устранения

Неисправность	Возможные причины	Способ устранения
При включении лампа накаливания не загорается	1. Перегорела одна или обе нити накаливания	1. Заменить лампу
	2. Нет контакта на переключателе или в патроне лампы	2. Разобрать и проверить контакты

При включении люминесцентная лампа не загорается	3. Поврежден провод	3. Прозвонить провод, найти место разрыва и устранить
	1. Нет контакта в стартере	1. Устранить неисправность
	2. Перегорело балластное сопротивление	2. Отключить светильник и отправить в ремонт
Провод выдергивается из корпуса	3. Нет контакта в кабельном вводе	3. Разобрать и устранить неисправность
	Нарушены места уплотнения кабеля	Разобрать место уплотнений в кабельном вводе, обжать кабель уплотнительным кольцом или вставить новое резиновое уплотняющее кольцо, если оно повреждено
При включении светильника лампа горит тускло	1. Неплотность электрического контакта в подключающем устройстве	1. Проверить надежность контактов, зачистить и подтянуть
	2. Неплотность электрического контакта в патроне лампы или в блокировочном устройстве	2. Проверить надежность контактов, зачистить контакты, подтянуть зажимы
Подводящий кабель неплотно держится в кабельном вводе	Не зажато резиновое уплотняющее кольцо	Подтянуть резьбовой шутицер кабельного ввода и проверить надежность уплотнения

Эксплуатация светильников сводится в основном к замене ламп в процессе эксплуатации и очистке светильников от грязи и пыли. Разборку светильников следует производить только при отключенном напряжении. При разборке и сборке светильников повреждение взрывонепроницаемых плоскостей и уплотнений недопустимо.

Перегоревшие лампы в светильниках разрешается заменять только дежурному электрослесарю или электромонтеру, имеющему специальные ключи.

#### **Эксплуатационный надзор за контрольно-измерительными приборами и аппаратурой автоматики**

Контрольно-измерительная аппаратура (КИА), аппаратура автоматики (АА) и телемеханики, сигнализации и связи, как правило, изготавливается с видом взрывозащиты - искробезопасная электрическая цепь, в специальном или в комбинированном исполнении (например, датчик имеет вид взрывозащиты - взрывонепроницаемая оболочка, а вторичный прибор - искробезопасная электрическая цепь или в специальном). Обычно это электрооборудование выполнено на базе электрооборудования общего назначения и мало чем от него отличается. Поэтому эксплуатация такого оборудования отличается от эксплуатации оборудования общего назначения только особенностями сохранения искробезопасных свойств цепей в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации на конкретные аппараты и приборы. В большинстве случаев нет необходимости в круглосуточном техническом обслуживании аппаратуры КИА и АА. Несложные операции по замене предохранителей в цепях питания, специальных и электронных ламп вторичных приборов, расположенных в помещении КИПа, может выполнять дежурный персонал. Повседневный уход за аппаратурой включает устранение неисправностей путем замены вышедших из строя съемных блоков и узлов на исправные блоки и узлы заводского изготовления, наблюдения за нормальной работой аппаратуры и ведения дежурным персоналом эксплуатационного журнала, где производится учет работы аппаратуры с искробезопасными цепями. Кроме того, необходимо периодически измерять режимы работы аппаратуры при помощи имеющихся в ней приборов, производить внешний осмотр, удалять пыль, проверять исправность измерительных устройств, сигнальных ламп и звуковых сигналов. Как правило, ежедневное обслуживание осуществляется без прекращения работы аппаратуры. При обнаружении неисправной работы, неверных показаний приборов, повреждений защитных стекол принимаются меры по ликвидации таких повреждений, а в случае серьезных нарушений приборы и аппараты отправляют в ремонт.

Профилактические осмотры аппаратуры проводятся в соответствии с указаниями Инструкции по монтажу и эксплуатации, но не реже одного раза в месяц. Следует помнить, что от исправной работы маленького прибора может зависеть работа большой технологической установки.

Во взрывоопасных зонах чаще всего устанавливают только датчики (первичные преобразователи) электрической системы. Осмотр их должен подтвердить наличие на них соответствующих маркировок, указывающих на принадлежность к искробезопасной системе. При установке новых датчиков следует убедиться в том, что их маркировка соответствует классу взрывоопасной зоны. После установки и проверки работоспособности системы крышки датчиков или их контактные соединения пломбируют. Проводится контроль заземления датчиков. Следует иметь в виду, что заземление оборудования КИА и АА выполняется обособленными заземляющими контурами, к которым подключены заземленные проводники от датчиков и другой аппаратуры.

При внутреннем осмотре приборов, содержащих искробезопасные цепи, особое внимание необходимо обратить на состояние радиоэлектронных элементов, реле, переключателей и т. п. Такие осмотры проводятся только после отключения приборов от напряжения. При обнаружении внешних повреждений, трещин, сколов в эпоксидных заливках блоки заменяют новыми или весь прибор направляют в ремонт.

В датчиках, содержащих, кроме искробезопасных, еще и искробезопасные цепи с другими видами взрывозащиты, техническое обслуживание производят с учетом их особенностей.

Особое внимание при осмотрах следует обращать на распределительные коробки. Они должны быть запломбированы (с надписью "Искробезопасные цепи") или окрашены в синий цвет. Внутри коробки не должно быть пыли и главное - посторонних электрических цепей. Запрещается подключение к искробезопасным цепям элементов и устройств, не входящих в заводской комплект аппаратуры.

Сопротивление изоляции искробезопасных цепей по отношению друг к другу и земле должно быть не менее 200 кОм. Если присоединенные датчики имеют меньшее сопротивление изоляции, их отключают.

Профилактические осмотры аппаратуры, имеющей выходные искробезопасные цепи и установленной в помещениях КИП, щитовых и других местах с невзрывоопасными условиями, могут выполняться без снятия приборов с рабочих мест. В этом случае их осмотр практически мало чем отличается от осмотров приборов и аппаратуры общего назначения, но в то же время есть определенная специфика.

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА ЗАРУБЕЖНЫМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ**

Эксплуатация зарубежного взрывозащищенного электрооборудования должна соответствовать указаниям ПТЭ ПТБ ЭП. У электрооборудования во взрывонепроницаемой оболочке периодически контролируется состояние взрывонепроницаемых соединений (наличие на них противокоррозионной смазки, царапин, забоин и т. п.), ширина щели, прочность затяжки крепежных элементов, состояние уплотнения кабелей и проводов. Необходимо следить за сохранностью фирменных табличек на оборудовании и табличек с маркировкой взрывозащиты. В этом эксплуатации зарубежного электрооборудования не отличается от эксплуатации отечественного оборудования. Особенности должны быть указаны в инструкции по монтажу и эксплуатации. Причем в инструкциях эти места, как правило, выделены в рамки или напечатаны жирным шрифтом. Например, в инструкции на некоторые электродвигатели, выпускаемые фирмами Франции, указывается особенность смазки подшипников, срок ее замены и обращается внимание на то, чтобы не смешивалась старая смазка на литиевой основе с новой, на другой основе. Это может привести к повреждению подшипников, их затиранию и в конечном счете нарушению взрывонепроницаемых зазоров между корпусом щита и валом электродвигателя. Следует проверять состояние и настройку защиты электродвигателей от перегрузки и коротких замыканий, о чем также указывается в инструкции.

У электрооборудования с видом защиты "е" основное внимание при эксплуатации уделяется состоянию и наличию уплотнительных прокладок на вводных устройствах, температуре нагрева оборудования, что особенно важно для светильников. Лампы в них следует использовать только указанной в инструкции мощности, превышение мощностей не допускается. Периодические осмотры состояния подводящих проводов позволяют своевременно обнаружить повреждение изоляции от воздействия температуры. Если светильник имеет взрывонепроницаемый патрон, что указывается на его маркировке, то необходимо при смене ламп контролировать его состояние. При повреждении патрона или весь светильник в целом передается в ремонт.

При установке новых светильников необходимо следить за качеством заделки присоединительных кабелей, сверяя с предписаниями инструкции по эксплуатации.

Помощь эксплуатационникам оказывают чертежи взрывозащиты, которыми комплектуется документация на зарубежное электрооборудование. Необходимо, чтобы обслуживающий персонал их хорошо знал и мог умело применять указанные предписания во время проведения профилактических осмотров и ремонтов. Все требования чертежей взрывозащиты, параметры, приведенные в них, должны строго выполняться. Это одно из условий обеспечения безопасности эксплуатации электрооборудования.

В искробезопасных цепях необходимо контролировать входные и выходные напряжения, проверять состояние проводки искробезопасных цепей. Запрещается подключение к ним каких-либо элементов, не указанных в инструкции по монтажу и эксплуатации электрооборудования.



При эксплуатации электрооборудования с масляным заполнением оболочки и продувкой оболочки под избыточным давлением особое внимание обращают на поддержание минимальных пределов уровня масла и давления воздуха в системе. Утечки масла или неплотности в воздухопроводах должны устраняться. Необходимо следить за состоянием маслоуказателей, реле контроля подачи воздуха в систему, своевременно принятые меры будут способствовать безопасной эксплуатации электрооборудования.

При обнаружении каких-либо неисправностей или повреждений взрывозащищенного электрооборудования следует немедленно отключить его и отправить в ремонт.

## **ГЛАВА 8**

### **ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

#### **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

В условиях эксплуатации для обеспечения безаварийной работы электрооборудования предусмотрена система планово-предупредительного ремонта (ППР), которая включает ряд мероприятий, выполняемых по заранее составленным графикам. Эти графики, как правило, утверждаются главным инженером предприятия или ответственным за электрохозяйство на данном предприятии. Проведение ППР осуществляется в сроки, которые установлены на основании ПТЭ и ПТБ, а также инструкций по монтажу и эксплуатации электрооборудования завода-изготовителя и других директивных материалов. Необходимость этого требования определяется тем, что несоблюдение сроков проведения ППР снижает надежность работы электрооборудования и повышает его аварийность. Кроме того, несвоевременное проведение профилактических испытаний электрооборудования не дает возможность своевременно выявить аварийные участки, что также повышает аварийность электрооборудования.

Элементы ППР заложены в самой эксплуатации электрооборудования и являются его неразрывной частью, так как основной задачей правильной эксплуатации электрооборудования является уменьшение числа непредвиденных остановок и простоев оборудования.

Система ППР позволяет предупредить износ деталей и обеспечить тем самым наибольший возможный срок службы электрооборудования в условиях эксплуатации.

ППР состоит из организационно-технических мероприятий, предусматривающих профилактические работы по осмотру, уходу и надзору с устранением встречающихся неисправностей, а также ремонтов, частично или полностью восстанавливающих работоспособность электрооборудования.

В условиях эксплуатации проведение этих работ не связано с восстановлением параметров, обеспечивающих взрывозащиту электрооборудования или влияющих на нее. К таким работам относятся:

замена деталей и узлов аналогичными запасными, поставляемыми комплектно с изделием заводом-изготовителем либо изготовленные им по заказу предприятия, эксплуатирующего изделие;

замена смазки в подшипниках и самих подшипников;

замена ламп и светозащитных устройств на аналогичные запасные;

ревизия контактных соединений и токоведущих частей;

замена масла и устранение течи из бачка;

чистка, замена фильтров, разбитых смотровых стекол и ремонт систем продувки;

ремонт кожухов и вентиляторов электродвигателей;

установка недостающих болтов;

проверка и чистка изоляции обмоток электрических машин и токоведущих частей;

замена предохранителей, аккумуляторных батарей и других элементов аналогичными;

проверка и регулировка контрольно-измерительных приборов и аппаратуры автоматики, если это разрешено их инструкцией по монтажу и эксплуатации;

разборка изделия, осмотр, чистка и смазка поверхностей, обеспечивающих взрывозащиту с последующей сборкой;

замена уплотняющих прокладок в электрооборудовании и т. п. работы.

Как правило, в инструкциях по монтажу и эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования оговорен перечень работ, которые может выполнять обслуживающий персонал во время эксплуатации. Этим перечнем можно пользоваться при выполнении ППР и профилактических осмотрах электрооборудования. Но всегда следует помнить о том, что к обслуживанию и ремонту взрывозащищенного электрооборудования допускаются лица, прошедшие одновременно с проверкой знаний ПТЭ и ПТБ проверку знаний соответствующих нормативных документов, ГОСТов, Инструкции по ремонту взрывозащищенного электрооборудования, утвержденной Госгортехнадзором СССР, и получившие допуск на право ремонта.

Средний и капитальный ремонты, которые связаны с заменой, восстановлением и изготовлением деталей и узлов, неисправность которых может нарушить взрывозащищенность электрооборудования, выполняют ремонтные предприятия, оснащенные соответствующим технологическим оборудованием и имеющие разрешение вышестоящей организации на право ремонта. Эти предприятия (завод, участок) согласно РТМ16.689.169-75 должны быть зарегистрированы Госгортехнадзором СССР как ремонтные для того или иного вида взрывозащищенного электрооборудования.

Ремонт взрывозащищенного электрооборудования производят в соответствии с ремонтно-технической документацией, руководствуясь требованиями ГОСТ 2.602-68 и действующих нормативно-технических документов.

Как правило, ремонтное предприятие приобретает на заводе-изготовителе полный комплект учтенной технической документации на тот вид изделия (электрооборудования), который оно будет ремонтировать. На основе этого комплекта документации предприятие разрабатывает свою ремонтную документацию с учетом технологического оборудования предприятия, и которая включает:

технические условия или руководство на ремонт изделия;

ремонтные рабочие чертежи и дефектные ведомости на детали и узлы, по которым производится ремонт, изготовление новых деталей и приемки изделия в целом после ремонта;

технологические карты и инструкции на ремонт и изготовление деталей и узлов; правильность оформления ремонтной документации согласовывают в контрольной (испытательной) организации; при этом документация, подготовленная заводом-изготовителем взрывозащищенного электрооборудования, не согласовывается.

Техническая документация на ремонт изделия включает не только рабочие чертежи, технологические карты на изготовление и восстановление деталей и узлов изделия, но и все инструкции на проведение испытаний - гидравлических, электрических и др.

## **РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Средний и капитальный ремонты взрывозащищенного электрооборудования отличаются от ремонта аналогичного электрооборудования общего назначения тем, что в этом случае основное внимание уделяется параметрам, обеспечивающим его взрывозащищенность, изменять которые запрещено.

Рассмотрим некоторые особенности ремонта применительно к электрооборудованию с различным видом взрывозащиты.

Технологические особенности ремонта электрооборудования с взрывонепроницаемой оболочкой. Особое внимание следует обратить на материал оболочки, крепежных элементов, чистоту и качество взрывозащитных поверхностей.

Принятые ОТК детали, не требующие ремонта, отремонтированные или вновь изготовленные, должны быть испытаны на взрывоустойчивость гидравлическим способом. Это необходимо для того, чтобы они могли выдержать давление взрыва, который может возникнуть внутри оболочки. Избыточное давление при гидравлических испытаниях должно быть оговорено в технических условиях на изделие, рабочих чертежах и технологических инструкциях на него. При положительных результатах гидравлических испытаний детали клеймят ОТК и передают на сборку. Запрещается ставить клеймо на самой поверхности, обеспечивающей взрывозащиту.

Чистота поверхности взрывонепроницаемых соединений, длина щели и допустимые зазоры должны соответствовать рабочим чертежам. Незначительные по размерам дефекты, обнаруженные на взрывозащитных поверхностях фланцев или расточек после окончательной обработки, устраняют запайкой припоями ПОС-40 для стальных деталей, медью - для чугунных деталей и металлизацией для деталей из алюминиевых сплавов. На выполнение работ по заделкам на предприятии должна быть соответствующая технологическая инструкция. В том случае, когда вскрываются раковины в сквозном отверстии или на поверхности фланцев, допускается исправление

этих мест в стальных деталях рассверливанием этих мест и запрессовкой в них глухой пробки или втулки по посадке Аз/Пр 1з, а для особо нагруженных болтов пробки устанавливают на резьбе. После чего пробки и втулки заваривают с двух сторон, места поверхности обрабатывают и независимо от того, испытывалась ли данная деталь или нет, она повторно проходит гидроиспытания.

При сборке изделий следует обратить внимание на наличие прокладок соответствующего качества. Размеры зазоров плоских соединений контролируют щупами. Зазоры в цилиндрических соединениях определяются путем измерения диаметров сопрягаемых деталей (валик - втулка).

Технологические особенности ремонта электрооборудования с защитой вида "е". Технология изготовления деталей и узлов и их восстановление должны соответствовать высокому качеству работ и техническим параметрам паспорта изделия.

Технологические особенности ремонта электрооборудования с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением защитным газом.

Ремонт электрооборудования можно производить на месте установки специализированными бригадами, подчиненными ремонтному предприятию. При этом ремонт и замена деталей и узлов должны соответствовать технической документации заводов-изготовителей.

Следует обратить внимание на воздухопроводы, систему продувки и подпитки, уплотнения, давление внутри оболочки электрооборудования и воздухопроводов, работу систем блокировок и сигнализации и т.п.

Технологические особенности ремонта электрооборудования с масляным заполнением оболочки. При ремонте следует обратить внимание на качество применяемых материалов, чтобы пути утечки и электрические зазоры соответствовали требованиям рабочих чертежей, соблюдался слой масла над токоведущими частями и был надлежащего качества. Бак для масла независимо от его состояния должен быть проверен гидроиспытанием согласно требованиям ремонтной документации.

Технологические особенности ремонта электрооборудования с искробезопасными электрическими цепями. Конструктивные элементы, залитые термореактивным компаундом, ремонту не подлежат, а заменяются аналогичными новыми. Особое внимание следует обратить на электротехнические элементы: трансформаторы, катушки, которые должны соответствовать данным ремонтной документации.

Технологические особенности ремонта электрооборудования с кварцевым заполнением оболочки. Следует выдерживать защитный слой кварцевого песка, его качество и состав, герметичность оболочки, нормированные размеры электрических зазоров.

Замена кварцевого песка другим сыпучим наполнителем допустима только по согласованию с контрольной (испытательной) организацией.

Технологические особенности ремонта электрооборудования со специальным видом взрывозащиты. Детали и узлы такого электрооборудования, залитые термореактивным компаундом, ремонту не подлежат, а заменяются новыми. Ремонт взрывозащищенного электрооборудования на ремонтном предприятии состоит из ряда последовательно выполняемых технологических процессов: разборки, мойки деталей, восстановления изношенных и изготовления новых деталей и сборки электрооборудования с последующим испытанием.

Выполнение этих процессов зависит от количества ремонтируемого электрооборудования, технической и технологической оснащенности ремонтного предприятия и т. п.

Примерная схема маршрутно-технологического процесса по ремонту взрывозащищенного электрооборудования ремонтно-электромеханического предприятия (мастерской) приведена на рис. 8.1.

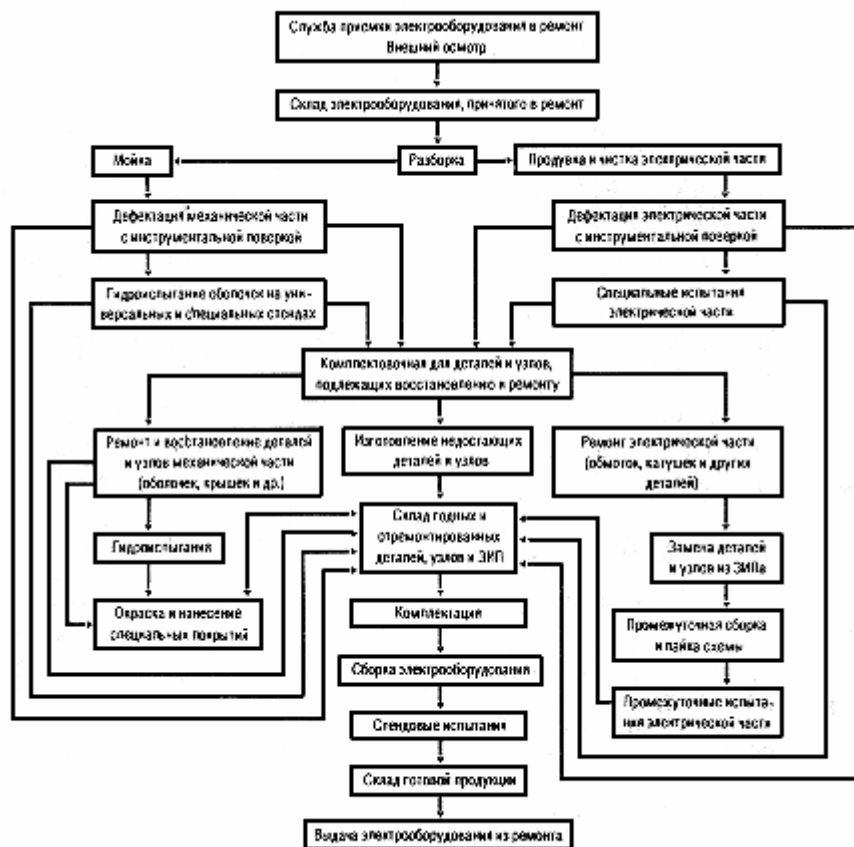


Рис. 8.1. Примерная схема маршрутно-технологического процесса по ремонту взрывозащищенного электрооборудования ремонтно-электромеханического предприятия

**Разборка.** Разборку электрооборудования следует производить с применением грузоподъемных средств, инструментов и приспособлений, чтобы исключить повреждение демонтируемых деталей и узлов. Для вывертывания крепежных деталей рекомендуется применять специальные ключи, гайковерты, шпильковерты, обеспечивающие сохранность резьбы. Для снятия подшипников, фланцев, муфт и других деталей, насаженных на валы и оси, применяют съемники, а для снятия с валов напрессованных деталей используют стационарные установки.

**Мойка деталей.** Очистка деталей от загрязнений может производиться вручную в ванне или в моечных установках - камерных и конвейерных. Технологическое оборудование при мойке деталей зависит от объема ремонтных работ по очистке деталей.

При очистке деталей можно применять следующие моющие растворы (доли в граммах компонентов на 1 л воды):

каустическая сода - 24, кальцинированная сода - 35, жидкое стекло - 1,5 и жидкое мыло - 25;

каустическая сода - 2,3, кальцинированная сода - 6,5 и мыло зеленое - 3;

кальцинированная сода - 15,5 и каустическая сода - 13,8.

При дефектировке руководствуются следующим:

детали из стального литья бракуются при наличии трещин, изгибов и поломок; в зависимости от степени этих дефектов детали бракуются окончательно или направляются на восстановление;

чугунные детали (мелкие) при наличии трещин и изломов бракуются окончательно, крупные - при наличии трещин в неответственных местах могут быть заварены;

бракуются окончательно - валы при наличии трещин, подшипники, крепежные изделия при сорванных резьбах, уплотнения и т. п.

Данные дефектации заносятся в ведомость.

**Ремонт электрических машин.** Неисправности электрических машин могут быть механические и электрические.

К механическим относятся: нарушение работы подшипников, ослабление прессовки листов сердечников, крепления полюсов к станине, трещины в подшипниках, щитах, станине, погнутость вала и т. п.

К электрическим относятся: междувитковые замыкания, обрывы в обмотках, пробой изоляции на корпус, старение изоляции, распайка обмотки и др.

Ремонт электрической аппаратуры, как правило, представляет определенные трудности в связи с многообразием конструктивных ее исполнений. Аппаратура состоит из большого числа мелких и простых деталей, ремонтировать которые нецелесообразно, поэтому по мере износа их заменяют новыми. Особое внимание следует обратить на детали и узлы, обеспечивающие взрывозащиту. Изоляционные детали ремонту не подлежат и заменяются новыми. Детали, оболочки, крышки, подлежащие гидроиспытаниям, должны иметь клеймо ОТК.

Все взрывозащитные поверхности перед сборкой должны быть смазаны техническим вазелином. После сборки и затяжки всех болтов шупом проверяются взрывонепроницаемые зазоры.

Технологический процесс изготовления новых деталей и узлов при ремонте аппаратуры не отличается от изготовления их на заводе-изготовителе.

После ремонта электрическая аппаратура подвергается, как и каждое изделие, испытаниям в соответствии с техническими условиями.

После проведения ремонта и соответствующих испытаний ОТК составляет акт приемки электрооборудования, который прилагается при отправке потребителю.

Взрывозащищенное электрооборудование, прошедшее ремонт и выдержавшее испытания, должно иметь табличку с паспортными данными, аналогичную табличке завода-изготовителя, но с указанием наименования ремонтного предприятия и его ведомства, а также табличку с указанием уровня и вида взрывозащиты. Если при ремонте или испытаниях изделия установлено, что оно не удовлетворяет требованиям технической документации на ремонт и параметрам, обеспечивающих его уровень и вид взрывозащиты, то с него снимают табличку с маркировкой и это изделие выпускается как изделие общего назначения.

## **ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ЗАРУБЕЖНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Ремонт зарубежного взрывозащищенного электрооборудования осуществляется так же, как и ремонт отечественного. При сдаче в капитальный ремонт зарубежного электрооборудования вместе с ним ремонтному предприятию передается техническая документация. При этом на электрооборудовании должны быть сохранены фирменные таблички с маркировкой взрывозащиты или условия, для которых оно предназначено (класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасных смесей). Независимо от наличия фирменных табличек заказчик при передаче изделия в ремонт указывает класс взрывоопасной зоны, в которой эксплуатировалось данное изделие.

При наличии запасных частей (деталей и узлов) ремонт сводится к замене изношенных новыми из ЗИПа. Если же запасные детали и узлы отсутствуют, то ремонту предшествует ознакомление с конструкцией, разработка технической документации на детали и узлы, подлежащие ремонту.

Особо следует обратить внимание на детали и узлы, обеспечивающие взрывозащиту, и возможность выполнения этих конструктивных параметров на вновь изготовленных деталях. Элементы, обеспечивающие взрывозащиту изделия, должны отвечать требованиям национальных стандартов и правил тех зарубежных стран, по которым было изготовлено ремонтируемое изделие.

В состав технической документации на ремонт изделия должны входить инструкция по монтажу и эксплуатации, копия сертификата, технологические инструкции по всем видам работ, которые будут выполняться во время ремонта, например, пропитка обмоток, намотка и т. п.

Заделка пор, раковин, втулок производится так же, как и при ремонте отечественного электрооборудования. Следует обратить внимание на материал подшипников скольжения, вентиляторов электрических машин вращающихся деталей с точки зрения возможности образования опасных трущихся пар. При замене смотровых стекол необходимо правильно выбрать материал заменяющихся стекол с учетом температуры нагрева оболочки и воздействия окружающей агрессивной среды, где должно работать изделие.

Вводные устройства многих изделий по зарубежным стандартам имеют защиту вида "е", поэтому необходимо проверить и заменить поврежденные прокладки и крепежные узлы. Следует также проверять качество уплотнения кабеля в вводных устройствах и при необходимости изношенные детали заменить новыми.

Следует помнить, что ни один из параметров зарубежного электрооборудования не должен отличаться после ремонта от исходных значений. В каждом конкретном случае ремонтное предприятие решает вопросы о ремонте зарубежного взрывозащищенного электрооборудования индивидуально.

## **ГЛАВА 9**

### **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

#### **ОБЩИЕ МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Основные положения по технике безопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования промышленных предприятий, и в том числе электрооборудования, расположенного во взрывоопасных зонах производственных помещений и наружных установках, изложены в Правилах технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий, в инструкциях заводов-изготовителей по монтажу и эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования и в других ведомственных инструкциях и решениях.

Безопасность работ с электроустановками обеспечивается в основном двумя видами мероприятий: техническими - при работах с частичным или полным снятием напряжения и организационными.

К техническим мероприятиям относятся следующие:

отключение и принятие мер, препятствующих подаче напряжения к месту работ, или самопроизвольного включения пусковой аппаратуры;

вывешивание плакатов, предупреждающих о работе людей, например, "Не включать - работают люди" и т.п.;

проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях;

наложение заземления;

ограждение рабочего места и вывешивание плакатов: "Стоять! - высокое напряжение" и т.п.

К организационным мероприятиям относятся: оформление допуска на выполнение отдельных видов работ; надзор во время работы; оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место и окончание работы.

Обеспечение безопасности ведения работ находит свое выражение в Кодексе законов о труде и правовых технических и санитарно-гигиенических правилах и нормах. Особое внимание уделяется безопасности работ в производствах, отнесенных к взрывоопасным, поскольку любые, даже незначительные, нарушения техники безопасности могут привести к травмам работающего персонала и большим материальным убыткам. Поэтому производство должно строго соответствовать требованиям действующих правил и норм по технике безопасности, промышленной санитарии и противопожарной технике.

Каждый работник обязан пройти обучение и инструктаж безопасным методам работы на рабочем месте. Знания правил техники безопасности проверяются на каждом предприятии.

#### **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ И РЕМОНТЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

При монтаже новых кабельных линий, как правило, наибольший травматизм наблюдается при перемещении барабанов с кабелем. Большую опасность представляют такелажные работы при перевозке и выгрузке барабанов. Необходимо, чтобы лафетные доски имели сечение не менее 70х250 мм, а угол их наклона не более 10-15°. Нижний конец досок должен быть надежно закреплен. При погрузке и разгрузке автомобиль ставят на тормоз, а под колеса подкладывают тормозные клинья (башмаки). Барабан с кабелем допускается перекатывать только по горизонтальной поверхности, твердому грунту или настилу. Кабель с барабанов разматывают при наличии тормозного приспособления и прокладывают в брезентовых рукавицах. В зависимости от массы груза, который приходится на человека, определяют число рабочих для прокладки кабеля. Допускается масса груза не более 35 кг для одного мужчины и 20 кг - для женщины. Кабель переносят на плече, обращенном в сторону траншеи или кабельного канала, по бровке, свободной от грунта.

При протягивании кабеля через проем стены или трубу рабочие должны стоять на достаточном расстоянии от них, чтобы руки не могли быть затянуты вместе с кабелем. На поворотах запрещается оттягивать или поправлять руками кабель и находиться внутри образуемого кабелем угла. При механизированной прокладке следует следить за усилием тяжения, так как при его превышении возможны обрыв троса или кабеля и травмирование работающих.

При выполнении технологических операций по монтажу кабельных муфт и заделок используются кабельные составы, эпоксидный компаунд, а для разогрева - паяльные лампы, газовые горелки.

Кабельные составы разогревают в ведрах с крышкой и носиком. Невскрытые банки разогревать запрещается. Температуру нагрева кабельного состава контролируют, так как при кипении он сильно разбрызгивается и может воспламениться. Разогревать, снимать и переносить ведра с составом необходимо в удлиненных брезентовых рукавицах. На месте работ необходимо иметь средства пожаротушения и оказания первой помощи при ожогах.

Эпоксидные смолы обладают токсичностью и оказывают раздражающее действие на незащищенную кожу, глаза и верхние дыхательные пути. Поэтому при работе с ними необходимо соблюдать осторожность. В помещениях, где производят работы с эпоксидным компаундом, запрещается хранить и принимать пищу, а также курить. Эти помещения во время работы надо хорошо проветривать.

При работе с термитными патронами и спичками надо помнить, что температура их горения более 2500 и 1500 °С соответственно, поэтому неосторожное с ними обращение может привести к ожогам. При работе с ними следует помнить, что они не гаснут на ветру и в воде; запрещается пользоваться влажными патронами; работать под открытым небом во время дождей и снегопада; не допускается переносить термитные патроны отдельно от спичек.

Работа с паяльными лампами относится к категории работ пожароопасных. Поэтому при работе с ними необходимо находиться на расстоянии не менее 5 м от сгораемых конструкций. Перед каждым разжиганием лампы проверяют ее исправность.

Кабельные линии ремонтируют по наряду не менее чем двое рабочих. Кабельную линию перед ремонтом отключают с обеих сторон и проверяют отсутствие напряжения, накладывают на них заземление и вывешивают предупредительные плакаты.

Вскрытие муфт и разрезание кабелей возможно только тогда, когда убеждаются, что отсутствует напряжение. Проверку выполняют проколом кабеля специальным приспособлением, состоящим из изолирующей штанги и стальной иглы. Кабель прокалывает руководитель работы. Убедившись в отсутствии напряжения, разрезают кабель, вскрывают муфты и ремонтируют. Концевые муфты и заделки ремонтируют только после отключения напряжения с двух сторон.

При работах в колодцах и туннелях осторожно открывают крышки не менее чем в двух местах. Ввиду того, что в них могут скапливаться горючие и вредные газы, крышки люков открывают осторожно без ударов, чтобы не возникло искры.

Прежде чем спускаться в колодец переносным газоанализатором, проверяют наличие газа. Особую осторожность соблюдают при работе в коллекторах и туннелях при работе с газовыми горелками и паяльными лампами. При работе в колодцах и туннелях в качестве светильников используют переносные аккумуляторные фонари и лампы с защитной сеткой напряжением 12 В. Осмотр кабелей в колодцах и туннелях и работы на кабелях производят по наряду не менее чем двое работающих.

После окончания ремонтных и монтажных работ силовой кабель испытывают. При этом, если противоположный конец кабеля расположен в запертой камере, ячейке, на дверях вывешивают плакат: "Стоять! Под напряжением" или выставляют охрану на концах кабеля из числа работающих. Кенотронную установку включают тогда, когда все предупреждены. По окончании испытания каждую жилу кабеля заземляют через кенотронную установку для отвода накопленного заряда в землю.

## **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Технике безопасности при выполнении электромонтажных работ уделяется большое внимание. При этом особое внимание уделяют безопасности работ во взрывоопасных зонах. На предприятиях, выполняющих отдельные виды электромонтажных работ, составляют местные производственные инструкции, в которых отражаются особенности того или иного производства, например, инструкции на проведение постоянных или временных огневых работ. К временным работам относятся огневые работы, проводимые при монтаже электрооборудования и коммуникаций непосредственно в помещениях или в зоне взрыво- и пожароопасных производств, кроме специальных площадок и мастерских. Эти работы можно выполнять только с разрешения руководителя предприятия и согласования со службой техники безопасности, пожарной охраны и газоспасательной станции.

К постоянным относятся огневые работы, выполняемые на специальных площадках и мастерских. Такие работы дополнительного разрешения не требуют.

Электромонтажники, занимающиеся монтажом взрывозащищенного электрооборудования, должны быть ознакомлены с конструктивными его особенностями, видами взрывозащиты и нормативно-техническими документами.

При монтаже взрывозащищенного электрооборудования организацию работ по технике безопасности осуществляет руководитель (главный инженер) монтажной организации, а на рабочих местах - начальник участка (прораб), который проводит инструктаж рабочих согласно инструкции, проверяет знания по безопасным методам ведения электромонтажных работ.

Должностные лица, ответственные за состояние техники безопасности, обязаны следить за исправным состоянием электрооборудования, аппаратуры, электроинструментов, защитных средств и приспособлений.

Следует помнить, что в действующих взрывоопасных зонах монтаж и ремонт электроустановок разрешается только при полном снятии напряжения и наличии письменного разрешения (наряда) руководителя объекта, на котором будут производиться работы, согласованного с главным энергетиком, технологом и представителями пожарной и газовой инспекции.

Пуск в эксплуатацию новых электроустановок во взрывоопасных зонах, а также их пуск после капитального ремонта без приемки соответствующими комиссиями запрещен, ответственность за выполнение данного требования возложена на главного инженера предприятия и начальника объекта.

Переоборудование и реконструкция взрывозащищенного электрооборудования без согласования с проектной организацией и органами энергонадзора запрещена. Кроме того, всякая временная электропроводка, применение электрооборудования и аппаратуры кустарного производства, не разрешенного к применению соответствующими организациями, категорически запрещены.

Во взрывоопасных зонах при выполнении ремонтных работ разрешается применять только такие металлические инструменты, которые исключали бы при соударениях искрообразование.

Во взрывоопасных зонах производственных помещений и наружных установках запрещается:

работа электрооборудования при неисправном защитном заземлении, неисправной блокировке, крышек аппаратов и блокировке пуска электрических машин с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением защитного газа;

включение электрооборудования, автоматически отключившимся, при коротких замыканиях, без выяснения и устранения причин отключения;

вскрывать оболочку электрооборудования, если при этом токоведущие части находятся под напряжением;

держат под напряжением неиспользуемые электрические сети;

включать электрооборудование с уровнем взрывозащиты "повышенная надежность против взрыва" при наличии взрывоопасной концентрации газов, паров, пыли или волокон;

перегружать сверх номинальных данных электрооборудование, провода и кабели во взрывоопасных зонах всех классов;

подключать к специальным трансформаторам, питающим электрооборудование с уровнем взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь", другие аппараты и цепи, не входящие в комплект данного электрооборудования;

оставлять настежь открытые двери помещений и тамбуров, разделяющих или отделяющих взрывоопасные зоны помещений от других взрывоопасных или невзрывоопасных помещений;

заменять перегоревшие электрические лампы в световых приборах лампами других видов или большей мощности, чем те, на которые они рассчитаны;

заменять элементы защиты (тепловые элементы, предохранители и т. п.) электрооборудования другими видами защиты или другими номинальными параметрами, отличающимися от тех, на которые рассчитано это электрооборудование.

## **ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ И СРЕДСТВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

В качестве защитных средств при эксплуатации электрических сетей и электрооборудования для исключения электротравматизма принимают следующие основные меры:

электрооборудование устанавливают таким образом, чтобы токоведущие части, которые находятся под напряжением, были недоступны для случайного прикосновения; для этого их располагают на недоступной высоте, ограждают, заключают в защитную оболочку;



предусматривают защитное заземление;

в схемах с глухим заземлением предусматривают зануление нейтрали (защитное отключение);

устанавливают релейные схемы защитного отключения;

применяют блокировочные устройства;

применяют пониженное напряжение для питания переносного инструмента и световых приборов;

устанавливают защитные средства при обслуживании электрооборудования;

проводят планово-предупредительные ремонты и профилактические испытания электрооборудования и электрических сетей, находящихся в эксплуатации.

Защитное заземление - это преднамеренное соединение оболочек электрооборудования с землей при помощи специальных заземлителей (электродов), искусственных и естественных. Устройство защитного заземления - основное мероприятие, обеспечивающее безопасность людей от воздействия электрического тока при прикосновении, возникающем при нарушении изоляции токоведущих частей и замыканий на корпус в системах электроснабжения с незаземленной нейтралью трансформатора. Эффективность защитного заземления состоит в ограничении напряжения, под которым может оказаться заземленный корпус, до сравнительно небольших величин и в уменьшении напряжения прикосновения и шага до безопасных значений.

Защитное заземление предусматривают во всех случаях при напряжениях переменного и постоянного тока. При выполнении защиты используются естественные заземлители - трубопроводы, металлоконструкции и сооружения, имеющие соединение с землей. Не допускается в качестве естественных заземлителей применять трубопроводы горючих жидкостей и газов, а также трубопроводы, покрытые изоляцией от коррозии.

Если нет естественных заземлителей или их сопротивление выше допустимого нормами, сооружают искусственные заземлители, состоящие из стержней стальных (электродов), соединенных один с другим полосовой или круглой сталью при помощи сварки. Минимальные площади сечения изолированных заземляющих проводников должны быть не менее  $1,5 \text{ мм}^2$  - для медных жил и  $2,5 \text{ мм}^2$  - для алюминиевых.

Сильные заземлители должны быть диаметром 6 мм для наружных заземлителей, толщиной 4 мм для прямоугольных (полосовых) заземлителей, толщина полки 4 мм - для заземлителей из угловой стали, толщина стенки 3,5 мм - для заземлителей из труб.

В процессе эксплуатации заземляющих устройств периодически проверяют сопротивление растеканию тока заземлителей. Сопротивление заземлителей измеряют сразу после монтажа электрооборудования до ввода его в эксплуатацию. Затем в период эксплуатации эти измерения необходимо повторять для электроустановок, к которым имеет доступ обслуживающий персонал, не реже одного раза в три года, а для цеховых электроустановок - не реже одного раза в год.

Зануление в схемах с глухим заземлением нейтрали (защитное отключение) - основная мера обеспечения безопасности от действия электрического тока при замыкании токоведущей шины на оболочку электрооборудования и возникновении напряжения прикосновения и шага. Обеспечение безопасности в таких системах заключается в надежном автоматическом отключении поврежденных участков электрической сети за малый промежуток времени. Поскольку действие тока кратковременно, при прикосновении человека поражение не наступает. Отключение достигается образованием петли "фаза - нулевой провод" в месте повреждения изоляции.

Для надежного срабатывания систем автоматического отключения необходимо обеспечить условие, при котором сила тока короткого замыкания в каждой петле превышает не менее чем в 3 раза номинальную силу тока предохранителя или силу тока уставки отключения автомата (на взрывоопасных установках в 4-6 раз). Нулевую точку трансформатора заземляют. Кроме того, обязательной мерой защиты является повторное заземление нулевого провода на разветвленных линиях через каждые 200-250 м. Повторному заземлению подлежат также отдельно стоящие механизмы с электроприводом, например, краны. Сопротивление растеканию тока заземляющего устройства нулевой точки трансформатора должно быть не более 4 Ом. Для повторных заземлений и заземления нулевой точки трансформатора с установленной мощностью, меньшей или равной 100 кВт·А, сопротивление растеканию тока должно быть не более 10 Ом.

Сопротивление петли "фаза-нуль" можно измерить методом амперметра-вольтметра, а также специальными приборами.

В нулевом проводе, используемом для зануления, не должно быть плавких предохранителей и выключателей, так как в этом случае разрывается цепь петля-фаза-нуль и при замыкании на корпус сила тока не достигает значения, необходимого для защитного отключения.

Полное сопротивление петли "фаза-нуль" в электроустановках до 1000 В измеряют при приемке в эксплуатацию, а затем не реже одного раза в пять лет, а также при капитальных ремонтах и реконструкциях сети.

Релейная защита (защитное отключение). В качестве дополнительной меры защиты применяют релейные схемы защитного отключения, назначение которых быстрое автоматическое отключение участка электрической сети при возникновении в нем опасности поражения людей электрическим током. Такая опасность возможна при замыкании токоведущей шины на токопроводящий корпус электрооборудования, снижении сопротивления изоляции сети ниже допустимого предела и случайном прикосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением. Во всех этих случаях опасность поражения обусловлена силой тока, проходящего через тело человека. При этом, если она превысит длительно допустимое значение, то возникает угроза тяжелого поражения током. В этом случае надежная релейная схема защитного отключения может предотвратить такое поражение, так как автоматически разрывает электрическую цепь и тем самым освобождает человека от действия электрического тока в течение безопасного промежутка времени.

Блокировочные устройства являются дополнительным видом защиты от случаев прикосновения к токоведущим частям электрооборудования, находящимся под напряжением. Они препятствуют ошибочной подаче напряжения на отключенные участки электрической сети, где работают люди и регламентируют порядок выполнения оперативных переключений. По принципу действия блокировочные устройства делятся на механические, электрические и электромеханические. Например, блокировка рубильника закрытого типа устроена так, что когда дверцы открыты, она не позволяет включить рубильник и, наоборот, когда рубильник включен, блокировка запрещает открыть дверцы.

Электрические блокировки применяют при дистанционном управлении электрооборудованием и устанавливают в цепи магнитных пускателей, контакторов или масляных выключателей с дистанционным управлением.

Блокировочные устройства разрывают цепь специальными контактами, которые устанавливают на дверях ограждений, ячейках РУ и др.

Защитными средствами называют все, что предназначено для защиты рабочего от поражения электрическим током. Эти средства защиты делятся на три группы: изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие - обеспечивают электрическую изоляцию человека от токоведущих частей электрооборудования или корпуса и других элементов, которые могут оказаться под напряжением. К этим средствам относятся изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, галоши, боты, коврики и др. Ограждающие защитные средства - предназначены для временного ограждения токоведущих частей. К ним относятся - ограждения (щиты); изолирующие накладки, колпаки, переносные заземления и др.

Вспомогательные средства защиты - предназначены для индивидуальной защиты рабочих от световых излучений, тепловых и механических повреждений, отравления газами. К ним относятся защитные очки, щитки, противогазы, рукавицы, каски и др.

Планово-предупредительные ремонты и профилактические испытания. Для обеспечения безопасности работ большое значение имеют мероприятия, направленные на уменьшение выхода из строя электрооборудования. Этому отводится своевременное проведение планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний в объеме и сроках согласно ПТЭ и ПТБ.

Испытания электрооборудования проводят при капитальных и текущих ремонтах, а также при профилактических осмотрах - без вывода оборудования на ремонт.

При капитальном ремонте восстанавливают работоспособность электрооборудования после его эксплуатации. Текущие ремонты предназначены для проверки, замены и наладки оборудования. Для обеспечения нормальной работоспособности электрооборудования и безопасной его эксплуатации большое значение имеют профилактические осмотры. При этом особое внимание следует обратить на состояние кожухов, корпусов электрооборудования, ограждения, заземления, блокировочных устройств, предупредительных знаков, плакатов и т. п.

Как правило, на предприятиях, где правильно поставлена профилактическая и ремонтная работа, обеспечен высокий уровень безопасности.

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

К обслуживанию электроустановок допускаются лица с квалификационной группой не ниже третьей, знающие схему электроустановок, правила технической эксплуатации их, особенности оборудования и прошедшие обучение и проверку знаний в соответствии с правилами ПТЭ и ПТБ.

Для безопасности работ на электроустановках и исключения возможности попадания под напряжение при ремонтах или наладочных работах ПТЭ и ПТБ предусмотрены организационно-технические мероприятия, характер которых зависит от категории работ:

работа при полном снятии напряжения на электроустановке (или части ее); при этом со всех токоведущих частей, в том числе и с линейных кабельных вводов, снято напряжение и заперт вход в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением;

работа с частичным снятием напряжения на открытой электроустановке (или части ее), расположенной в отдельном помещении; при этом снято напряжение только с тех участков, на которых ведется работа или снято напряжение полностью, но есть незапертый вход в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением;

работа без снятия напряжения вблизи токоведущих частей под напряжением - при работе необходимо принять технические или организационные меры, предотвращающие возможность приближения работающих людей.

Для подготовки рабочего места при работах с полным или частичным снятием напряжения должны быть выполнены следующие технические мероприятия:

сделаны необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы;

вывешены плакаты "Не включать - работают люди!", при необходимости установлены ограждения;

присоединены к "земле" переносные заземлители;

проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях;

наложено заземление, т. е. включены заземляющие при отсутствии наложения переносные заземления;

ограждено рабочее место и вывешены плакаты "Стоять - высокое напряжение!" и др.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются: оформление работы нарядом или распоряжением; допуск к работе; надзор во время работы и др.

По наряду могут работать не менее двух человек. После окончания работ принимается рабочее место, закрывают наряд и включают электрооборудование.

Согласно ПТЭ и ПТБ руководитель при направлении рабочих на выполнение работ должен пользоваться данными по квалификационным группам рабочих, где указана группа, вид работ и электрооборудование в которых они могут принять участие как при эксплуатации, так и ремонте.

## **ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Неправильная эксплуатация электрических сетей и электрооборудования, а также их неисправность могут привести к загораниям и пожарам. Объекты нефтяной и газовой промышленности по пожароопасности относятся к классам:

II-I - помещения, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С;

II-III - помещения, наружные установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С.

Основными средствами тушения пожаров в кабельных сооружениях являются углекислотные и углекислотно-бромэтиловые огнетушители типов ОУ-2, ОУ-8, ОУБ-7.

Огнетушители размещают в местах свободного доступа и на стене вывешивают надпись: "Место для огнетушителя" и плакат с правилами пользования им, а также устанавливают ящики с песком и пожарным инвентарем.

Во время ремонтных работ при пользовании открытым огнем для ограждения работающих кабелей пользуются листами асбеста.

Для ликвидации пожара при воспламенении концевой муфты или заделки отключают всю ячейку РУ. Средствами пожаротушения в этом случае может быть песок или огнетушитель. Для успешной борьбы с пожарами необходимы знания правил пожаротушения и обращения с противопожарными средствами.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Арнополин А. Г., Мичков В. И. Сооружение ЛЭП для магистральных трубопроводов. - М.: Недра, 1986.
2. Блантер С. Г., Суд И. И. Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра, 1980.
3. Гнесин А. М., Пирогов Е. В. Монтаж электроустановок во взрывобезопасных зонах. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
4. Коптев А. А. Монтаж кабельных сетей. - М.: Высш. шк., 1983.
5. Сидский Н.И., Арнополин А.Г., Константинов Ю. М. Монтаж электрооборудования при строительстве трубопроводов. - М.: Недра, 1981.
6. Хромченко Г.Е., Бранзбург Е.З. Техническая документация на муфты для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией до 35 кВ. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
7. Шевченко Н.Ф., Арнополин А.Г. Основы взрывозащищенности электрооборудования. - М.: Энергоатомиздат, 1982.