

ОАО «Ассоциация «Монтажавтоматика»
ООО «НОРМА-РТМ»

Руководящий материал

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО МОНТАЖУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОК СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

PM14-177-05

Часть 2

Монтаж проводов и кабелей

Срок введения с 01.01.2006 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАН: ООО «Норма-РТМ» (Чудинов М.А.)

РАССМОТРЕН Техническим советом ОАО «Ассоциация «Монтажавтоматика» 12.10.2005 г.

УТВЕРЖДЕН: Сиротенко В.С. - Техническим директором ОАО «Ассоциация «Монтажавтоматика» 01.12.2005 г.

ВЗАМЕН:

PM14-177-99 ч. 2 «Инструкция по монтажу электрических проводов систем автоматизации. Монтаж проводов и кабелей»

В инструкции по монтажу электрических проводов систем автоматизации PM14-177-05 ч. 2 приведены требования и рекомендации по монтажу проводов и кабелей систем автоматизации на промышленных и гражданских объектах в соответствии с областью распространения СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации и СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.

В инструкции приведены ссылки на действующие нормы и правила, а также, в отдельных случаях, извлечения из стандартов, норм или правил.

При переработке инструкции, ее содержание приведено в соответствие измененным за прошедший период нормам и правилам, расширены или введены новые разделы, в частности, введен раздел о цветовой идентификации жил проводов и кабелей, введен раздел о современных средствах и материалах, используемых при выполнении работ по маркировке, введена информация по монтажу нагревательных кабелей.

В связи с прекращением выпуска в стране средств механизации и приспособлений для механизированной прокладки кабелей и проводов, раздел «Механизация прокладки проводов и кабелей» значительно сокращен.

Инструкция рассчитана на специалистов по проектированию и монтажу систем автоматизации технологических процессов.

Инструкция по монтажу электрических проводов разработана по плану ассоциации «Монтажавтоматика» на основании действующих в России по состоянию на 01.10.2005 г. нормативных документов в областях, относящихся к монтажу электрических проводов для различных отраслей промышленности, за исключением объектов атомной и тепловой энергетики и установок специального назначения, на которых действуют специальные правила и нормы.

1 Введение

1.1 Требования настоящей Инструкции распространяются на монтаж электрических проводок систем автоматизации технологических процессов и инженерного оборудования зданий и сооружений (СА), а также цепей ручного и автоматического управления электроприводом напряжением до 400 В переменного и 440 В постоянного тока в производственных помещениях и наружных установках.

1.2 Инструкция разработана в развитие СНиП 3.05.07, СНиП 3.05.06, ПУЭ выпуск 6, 7, действующих документов и инструкций Госэнергонадзора и Госпожнадзора РФ, а при использовании слаботочных и высокочастотных кабелей и проводов - с учетом ОСТН-600, для цепей передачи информации и цепей управления в системах вычислительной техники (СВТ) и приводов с тиристорным управлением в соответствии с циркуляром ВНИПИ Тяжпромэлектропроект № 350-85 от 27.12.85 г.

1.3 Требования к монтажу и испытаниям электрических проводок СА определяются в основном нормами ПУЭ. Для отдельных групп приборов эти требования в значительной мере отличаются в связи с малыми величинами сигнала и повышенными требованиями к помехозащищенности. Поэтому следует руководствоваться требованиями ПУЭ и указаниями по монтажу СА, приведенными в технических условиях на приборы и средства автоматизации.

СА с применением средств вычислительной техники (СВТ) особо чувствительны к воздействию помех от электромагнитных динамических и статических полей, а потому к электропроводкам для них предъявляются дополнительные требования в части защиты от помех и методам заземления.

В дальнейшем для выделения особых требований к проводкам, отличающимся повышенными требованиями к помехозащищенности, малой величиной сигнала, ограничениями потерь и искажений сигнала для достижения установленного класса точности измерения, такие проводки именуется проводками с цепями передачи информации.

К цепям передачи информации отнесены цепи передающие (по типам):

1 тип - аналоговые и дискретные электрические сигналы, используемые в промышленных приборах и устройствах СВТ с напряжением от 0 до 100 мВ, от 0 до 10 В и токами от 0 до 20 мА. К этому типу могут быть отнесены цепи термодатчиков, цепи к датчикам Рн-метров, к электродам «+», «-» индукционных расходомеров;

2 тип - аналоговые и дискретные сигналы с напряжением от 100 мВ до 24 В, например, цепи термометров сопротивления, цепи к преобразователям с дифференциально-трансформаторной передачей;

3 тип - цепи передачи дискретных информационных сигналов в устройствах СВТ напряжением выше 24 В.

1.4 Перечень кабельно-проводниковой продукции, выпускаемой отечественными предприятиями, приведен в информационном сборнике ИМ14-17 ч. 1, 2. [1]

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.032-84	ССБТ. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности, общие требования к технологическим процессам проведения электромонтажных работ
ГОСТ 6323-79	Провода с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок
ГОСТ 17516.1-90	Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам
ГОСТ 30331.2-95/ ГОСТ Р 50571.2-94	Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики
ГОСТ Р 50462-92 (МЭК 446-89)	Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям
ГОСТ Р 50571.3-94	Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности, защита от поражения электрическим током
ГОСТ Р 50571.15-97 (МЭК 364-5-52-93)	Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки.

ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-99)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования
ГОСТ Р 51330.9-99 (МЭК 60079-10-95)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон
ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i.
ГОСТ Р 51330.13-99 (МЭК 60079-14-99)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)
ГОСТ Р МЭК 331-1-96	Испытание кабелей на нераспространение горения. Испытание одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля
ГОСТ Р МЭК 61241-1-1-99	Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Электрооборудование, защищенное оболочками ограничением температуры поверхности. Раздел 1. Технические требования
ГОСТ Р МЭК 61241-1-2-99	Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Электрооборудование, защищенное оболочками и ограничением температуры поверхности. Раздел.2 Выбор, установка и эксплуатация
ГОСТ Р МЭК 61241-3-99	Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 3. Классификация зон.
<u>ОСТН-600-93</u>	Отраслевые строительно-технологические нормы на монтаж сооружений связи, радиовещания и телевидения
Минсвязь	
ПОТ РМ-016-2001	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок
РД 153-34.0-03.150-00.	Правила устройства электроустановок
ПУЭ	Электротехнические устройства
СНиП 3.05.06-85	Системы автоматизации
СНиП 3.05.07-85	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
СНиП 12-03-2001	Строительная климатология.
СНиП 23-01-99	

3 Определения и сокращения

3.1 Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

3.2 Электропроводки разделяются на следующие виды:

открытая - проложенная на поверхности строительных ограждающих конструкций (по стенам, перекрытиям, перегородкам, фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, опорам и т.п.); открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной;

скрытая - проложенная внутри конструктивных элементов зданий (стенах, полах, перекрытиях, фундаментах), непосредственно под съемным полом и т. п.

3.3 Принятые сокращения:

ППР - проект производства работ;

РД - рабочая документация;

СА - средства автоматизации;

СВТ - средства вычислительной техники - персональные компьютеры, вычислительные комплексы, контроллеры и т.п.

4 Виды электропроводок и рекомендуемые способы их выполнения

Способы монтажа электропроводки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50571.15.

Извлечение из ГОСТ Р 50571.15:

... В стандарте содержится ряд требований и положений существенно отличающихся от требований действующих правил устройства электроустановок (ПУЭ). Наиболее важными из них являются:

-1 Изолированные провода допускается прокладывать только в трубах, коробах и на изоляторах. Не допускается прокладывать изолированные провода скрыто под штукатуркой, в бетоне, в кирпичной кладке, в пустотах строительных конструкций, а также открыто по

поверхности стен и потолков, на лотках и тросах и других конструкциях. В этих случаях должны применяться изолированные провода с защитной оболочкой или кабели.

-2 В одно- или трехфазных сетях сечение нулевого рабочего проводника и PEN проводника должно быть равным сечению фазного проводника при его сечении 16 мм² и ниже для проводников с медной жилой и 25 мм² и ниже - для проводников с алюминиевой жилой.

-3 Не рекомендуется применять пайку для силовых цепей.

-4 Повышаются требования к уплотнению мест прохода электропроводки через стены и междуэтажные перекрытия ...

-521.1 Способ монтажа электропроводки в зависимости от типа используемого провода или кабеля должен выбираться в соответствии с таблицей 52F при условии, что внешние воздействия на провода и кабели соответствуют требованиям действующих стандартов на эти провода и кабели.

-521.2 Способ монтажа электропроводки в зависимости от места прокладки должен соответствовать таблице 52G.

-521.3 Примеры выполнения электропроводки приведены в таблице 52H.

Примечание. Другие виды электропроводки, предусмотренные стандартом ГОСТ Р 50571.15 могут быть использованы лишь при условии, что они отвечают общим требованиям ГОСТ Р 50571.15.

-521.5 цепи переменного тока

Проводники с цепями переменного тока, заключенные в ферромагнитные оболочки (экраны), должны прокладываться таким образом, чтобы все провода каждой цепи находились в одной оболочке.

-Таблица 52F Выбор электропроводки

Провода и кабели	Способ монтажа							
	без крепления	с непосредственным креплением	в трубах	в коробах	в специальных коробах	на лотках и кронштейнах	на изоляторах	на тросе (струне)
Неизолированные провода	—	—	—	—	—	—	+	—
Изолированные провода	—	—	+	+	+	—	+	—
Изолированные провода в защитной оболочке и кабели в оболочках (в т.ч. бронированные и с минеральной изоляцией)	Много- жильные	+	+	+	+	+	0	+
	Одно- жильные	0	+	+	+	+	0	+

Обозначения:

«+» — разрешается;

«—» — не разрешается;

«0» — не применяется или обычно в практике не используется.

-Таблица 52G — Монтаж систем электропроводки

Место прокладки	Способ монтажа							
	без крепления	с непосредственным креплением	в трубах	в коробах	в специальных коробах	на лотках и кронштейнах	на изоляторах	на тросе (струне)
В пустотах строительных конструкций	21, 25, 73, 74	0	22, 73, 74	—	23	12-16	—	—
В кабельных каналах	43	43	41, 42	31, 32	4, 23	12-16	—	—
В земле	62, 63	0	61	—	61	0	—	—
В строительных конструкциях	52, 53	51	1, 2, 5	33	24	0	—	—
Открытая прокладка по строительным конструкциям	—	11	3	31, 32, 71, 72	4	12-16	18	—
В воздухе	—	—	0	34	—	12-16	18	17
В воде	81	81	0	—	0	0	—	—

Обозначения:

«—» — не разрешается;

«0» — не применяется или обычно в практике не используется






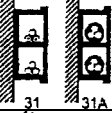
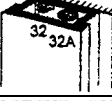





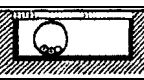


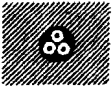




Примечания 1. Цифры в таблице указывают справочный номер (см. таблицу 52Н).


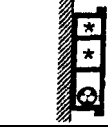

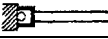

2. Значения допустимых токовых нагрузок — по МЭК 364-5-523—83

-Таблица 52Н — Примеры монтажа

Примечание — Иллюстрации не дают точное описание изделий или практики монтажа, а рассматривают способ монтажа

Пример	Описание	Справочный номер
	Изолированные провода в трубах, заделанных в стенах	1
	Многожильные кабели в трубах, заделанных в стенах	2
	Изолированные провода открыто проложенные в трубах	3
	Многожильные кабели открыто проложенные в трубах	3А
	Изолированные провода в специальных коробах на стенах	4
	Одно- или многожильные кабели в специальных коробах на стенах	4А
	Изолированные провода в трубах в кладке	5
	Одно- или многожильные кабели в трубах в кладке	5А
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке и/или бронированные кабели одно- или многожильные - на стене	11
	То же - на потолке	11А
	То же - на неперфорированных лотках	12
	То же - на перфорированных лотках	13
	- на кронштейнах, закрепленные горизонтально или вертикально	14
	- на клицах	15
	- на лотках лестничного типа	16
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные, подвешенные на тросе (струне) или имеющие несущий трос (струну)	17
	Голые или изолированные провода на изоляторах	18
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные в пустотах строительных конструкций	21
	Изолированные провода в трубах в пустотах строительных конструкций	22
	Кабели одно- или многожильные в трубах в пустотах строительных конструкций	22А

	Изолированные провода в специальных коробах в пустотах строительных конструкций	23
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в пустотах строительных конструкций	23А
	Изолированные провода в специальных коробах в кладке	24
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в кладке	24А
	Кабели одно- или многожильные в оболочке: - проложенные в пустотах потолка; - в двойных полах	25
	Изолированные провода, кабели одно- или многожильные в коробах на стене, проложенные горизонтально	31, 31А
	Изолированные провода, кабели одно- или многожильные в коробах на стене, проложенные вертикально	32, 32А
	Изолированные провода в коробах, утопленных заподлицо в стены или полы	33
	Кабели одно- или многожильные в коробах, утопленных заподлицо в стены или полы	33А
	Изолированные провода в подвешенных коробах	34
	Кабели одно- или многожильные в подвешенных коробах	34А
	Изолированные провода в трубах, проложенных в горизонтальных или вертикальных закрытых кабельных каналах	41
	Изолированные провода в трубах в вентилируемых кабельных каналах в полах	42
	Кабели в оболочке одно- или многожильные в горизонтальных или вертикальных открытых или вентилируемых кабельных каналах	43
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке многожильные, заделанные непосредственно в стены	51
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные, заделанные непосредственно в кладку: - без дополнительной механической защиты	52
	- с дополнительной механической защитой	53
	Кабели в оболочке одно- или многожильные в трубах или в специальных коробах в земле	61
	Кабели в оболочке одно- или многожильные в земле: - без дополнительной механической защиты	62
	- с дополнительной механической защитой	63

	Изолированные провода и кабели в карнизах	71
	Изолированные провода и кабели в плинтусных коробах * Мест для кабелей связи и сетей ЭВМ	72
	Изолированные провода в трубах или кабели в оболочке одно- или многожильные проложенные:	73
	- в дверных коробках - в оконных рамах	74
	Кабели в оболочке одно- или многожильные, проложенные в воде	81

Разрешенные к совместной прокладке в одной трубе или коробе по характеристике цепи, должны иметь изоляцию, рассчитанную на наивысшее номинальное напряжение проложенных в этой трубе или коробе цепей

Выбор и монтаж электропроводок в зависимости от внешних воздействий должен удовлетворять требованиям раздела 522 ГОСТ Р 50571.15.

По температуре окружающей среды

Электропроводка должна быть выбрана таким образом, чтобы была пригодна для работы при наивысшем местном значении температуры окружающей среды.

Различные компоненты электропроводки должны монтироваться только при тех значениях температуры, которые указаны в стандартах на изделия или приведены изготовителем.

Для защиты электропроводок от нагрева внешними источниками тепла должны применяться следующие или иные, равные по эффективности методы:

экранирование;

удаление электропроводки от источника тепла.

Если за счет этих методов привести условия эксплуатации кабелей к нормальным не представляется возможным, то применяют проводки с соответствующей изоляцией и вводят поправочные коэффициенты на расчетные токовые нагрузки.

По наличию воды

Электропроводки следует выбирать и монтировать так, чтобы попадание воды в них не вызывало повреждений.

Неповрежденные оболочки кабелей, как правило, обеспечивают достаточную защиту от проникновения воды.

Следует предусматривать возможность удаления воды или конденсата, где они могут скапливаться (в коробах и трубах).

По воздействию внешних твердых тел

Электропроводку следует выбирать и монтировать таким образом, чтобы свести к минимуму опасность, возникающую при попадании в нее чужеродных твердых частиц. Смонтированная электропроводка должна иметь степень защиты, соответствующую месту ее расположения. При наличии значительного количества пыли следует предпринимать дополнительные меры в целях предотвращения накопления пыли или других частиц в количествах, которые могут неблагоприятно влиять на процессы отвода тепла от электропроводки.

По воздействию коррозионно-активных и загрязняющих веществ

Там, где наличие коррозионных или загрязняющих веществ, в т.ч. и воды, может вызвать коррозию или ухудшение состояния электропроводки, ее части, которые могут быть повреждены, должны быть соответствующим образом защищены или выполнены из материалов, стойких к воздействию таких веществ.

Приемлемыми средствами дополнительной защиты в ходе монтажных работ могут быть защитные ленты, краски или смазки.

Следует избегать контакта разнородных металлов, вызывающих электролитические процессы, если только специальные меры не предприняты к предотвращению последствий такого контакта.

Материалы, склонные вызывать взаимное или индивидуальное снижение своего качества, не должны находиться в контакте друг с другом.

По ударам

Следует выбирать и монтировать электропроводку так, чтобы свести к минимуму

повреждения от механических внешних воздействующих факторов.

В стационарных установках, которые могут в процессе эксплуатации подвергаться ударам, установленным для условий М43 (ГОСТ 30331.2, ГОСТ Р 50571.2), соответствующая защита электропроводки может обеспечиваться:

- механическими характеристиками электропроводки, или
- выбором ее месторасположения, или
- путем дополнительной местной или общей механической защиты, или
- комбинацией вышеназванных методов.

По вибрации

Электропроводка, проложенная по конструкциям оборудования, подверженного вибрации средней или высокой жесткости (М5, М6, А/43 ГОСТ 17516.1), или закрепленная на них, должна соответствовать этим условиям. Особенно это касается кабелей и их соединений.

Примечание — Особое внимание должно быть уделено присоединению электропроводки к вибрирующему оборудованию. Для этого могут применяться местные меры, такие, как гибкие электропроводки.

По другим механическим воздействиям

Электропроводка должна быть выбрана и смонтирована таким образом, чтобы предотвращалось повреждение оболочки и изоляции кабелей или изолированных проводников, а также их соединений в процессе монтажа и эксплуатации.

При скрытой электропроводке в строительных конструкциях трубы или специальные кабельные короба должны быть полностью смонтированы для каждой цепи до затяжки в них изолированных проводов или кабелей. Внутри труб должен отсутствовать грат, на концах труб должны быть сняты фаски, в местах ввода их в коробки, шкафы - установлены втулки. В проложенных коробах и лотках не должно быть выступающих внутрь острых кромок, а в местах вывода проводов установлены втулки, сальники или другие защитные элементы.

Радиус изгибов проводов и кабелей должен быть таким, чтобы не наносить им повреждений.

Если проектировщиком применена проводка, радиусы изгиба которой по стандарту или по информации изготовителя выходят за пределы, установленные СНиП 3.05.06, СНиП 3.05.07, то указания по допустимым радиусам поворота проводки, защитных, опорных и поддерживающих конструкций должны быть приведены в рабочей документации.

При прокладке проводов и кабелей на поддерживающих конструкциях с опорой через определенное расстояние последнее должно быть таким, чтобы исключить повреждение проводов и кабелей от собственного веса.

Если проектировщиком применена проводка, условия прокладки которой по стандарту или по информации изготовителя выходят за пределы, установленные СНиП 3.05.06, СНиП 3.05.07, то указания по допустимому шагу опор или ступеней в лотках должны быть приведены в рабочей документации.

В электропроводке, в которой предусматривается затягивание и вытягивание проводов или кабелей, должны быть применены соответствующие средства доступа для выполнения такой операции.

Электропроводка в полах должна быть соответственно защищена с целью исключения ее повреждения при нормальной эксплуатации пола.

Электропроводки, жестко закрепляемые и заделываемые в стены, должны располагаться горизонтально, вертикально или параллельно кромкам стен помещения.

Электропроводки, проложенные в строительных конструкциях без крепления, можно располагать по кратчайшему пути.

По наличию флоры и/или плесени

В местах, где такая опасность существует или может возникнуть, следует выбирать соответствующий вид электропроводки или должны приниматься специальные защитные меры.

Возможно, потребуется применить такой способ монтажа, который бы позволял производить удаление появляющейся растительности или плесени.

По воздействию солнечного излучения

В местах, где имеет место значительное солнечное излучение, следует выбирать соответствующий этим условиям вид электропроводки или обеспечить необходимое экранирование.

Воздействие сейсмических факторов

При выборе и монтаже электропроводки следует учитывать сейсмическую опасность места расположения установки.

В местах, где существует опасность сейсмического воздействия, особое внимание

необходимо уделить

- креплению электропроводки к строительным конструкциям зданий с учетом механического воздействия на электропроводку при наиболее неблагоприятных (от сейсмических колебаний с ускорениями по приложению 6 ГОСТ 17516.1) взаимных перемещениях элементов зданий;
- присоединениям закрепленной электропроводки к основному оборудованию. Например, для систем безопасности должна обеспечиваться соответствующая степень гибкости присоединения электропроводки.

5 Цветовая идентификация жил проводов и кабелей.

Цветовая идентификация проводников регламентируется ГОСТ Р 50462, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ Р 51330.13.

Принимая во внимание возможность применения одинаковой расцветки проводников или кабелей для различных видов цепей в соответствии с вышеуказанными стандартами, возможны ошибки, которые могут приводить к тяжелым последствиям.

По ГОСТ Р 50462

Желто-зеленая комбинация используется однозначно только для идентификации нулевого защитного проводника.

Совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный проводник (PEN проводник) обозначают одним из следующих способов:

- зелено-желтым цветом по всей длине и светло-голубым на концах;
- светло-голубым цветом по всей длине и зелено-желтым на концах.

Неизолированные проводники, используемые в качестве нулевых защитных проводников должны быть окрашены полосами одинаковой ширины зеленого и желтого цветов шириной от 15 до 100 мм, прилегающими друг к другу, либо по всей длине, либо в каждом отсеке или блоке, или в любом доступном месте. В случае использования клейкой ленты следует применять только двухцветную ленту.

По ГОСТ 12.2.007.0 п. 3.95 применяется следующая расцветка изоляции проводника:

- черная - для проводников в силовых цепях;
- красная - для проводников в цепях управления, измерения и сигнализации переменного тока;
- синюю - для проводников в цепях управления, измерения и сигнализации постоянного тока;
- зелено-желтую (двухцветную) - для проводников в цепях заземления;
- голубую - для проводников, соединенных с нулевым проводом и не предназначенных для заземления.

Маркировка кабелей по ГОСТ Р 51330.13 п. 12.2.2.6.

Кабели, содержащие искробезопасные электрические цепи, должны быть промаркированы. Если оболочки или покрытия кабелей маркируются цветом, должен применяться синий цвет. (Обратите внимание, в этом случае маркировка относится к оболочкам кабелей, а не к отдельным проводникам или жилам. Примечание автора.). Кабели имеющие такую маркировку не должны использоваться для других целей. Если кабели искробезопасных или искроопасных цепей бронированы, помещены в металлическую оболочку или экранированы, маркировка кабелей искробезопасных цепей не требуется.

Внутри измерительных стоек и шкафов управления, коммутационной аппаратуры, распределительных устройств и т.д., где имеется риск перепутывания между собой кабелей (или их разделанных жгутов) искробезопасных и искроопасных электрических цепей при наличии нулевого рабочего проводника, имеющего расцветку, выполненную синим цветом, должны приниматься меры альтернативной маркировки. Эти меры включают в себя:

- объединение жил в общем жгуте с бандажом, окрашенным в голубой цвет;
- этикетирование;
- отчетливое структурное и пространственное разделение.

Как видим, в этом случае также маркируются не отдельные проводники, а жгуты жил или жгуты кабелей.

6 Подготовительные работы

6.1 До начала монтажа кабелей и проводов должны быть приняты под монтаж здания и сооружения, смонтированные опорные, несущие и защитные конструкции согласно РМ14-177 ч. 1 [5], а в зонах монтажа проводов и кабелей произведен монтаж технологического и

инженерного оборудования и трубопроводов, во избежание возможных последующих повреждений проводок и несоблюдения минимальных расстояний до трубопроводов, приведенных в п. 5.15.

6.2 Металлоконструкции и защитные трубопроводы должны быть окрашены и промаркированы в соответствии с указаниями РД и РМ14-177 ч. 1.

6.3 Для хранения материалов и изделий должен быть оборудован приобъектный склад. Барабаны с кабелем должны храниться до монтажа в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков в упаковке поставщика (без снятия обшивки с барабанов или упаковки бухт). Хранение бухт и барабанов с кабелем в помещениях, где ведутся монтажные работы, не допускается.

6.4 При получении кабелей на кабельных барабанах необходимо проверить:
отсутствие повреждений кабельного барабана;
состояние герметической заделки концов кабеля (заделка не должна быть повреждена);
наличие протокола заводских испытаний или других документов, подтверждающих соответствие кабелей или проводов стандартам.

При отсутствии документов, подтверждающих соответствие кабелей или проводов стандартам, наличии повреждений барабана или концевой заделки, производится испытание изоляции и составляется акт с указанием выявленных дефектов.

6.5 Погрузочно-разгрузочные работы с проводами и кабелями производить в соответствии с технологической инструкцией ТИ2.25304.15000 [2].

6.6 Транспортировка барабанов с кабелем осуществляется грузовыми автомобилями. При транспортировке установленный барабан с кабелем надежно закрепляют расчалками из стального каната распорными деревянными клиньями, а также крепежными средствами. Для погрузки и транспортировки барабанов с кабелем, а также средств автоматизации массой до 2,5 т используют автомобили-самопогрузчики, а также автомобили, оборудованные лебедками и откидными наклонными направляющими, по которым осуществляется закатывание и разгрузка кабельных барабанов.

6.7 Погрузочно-разгрузочные работы производят проверенными грузоподъемными приспособлениями. Каждый строп снабжается биркой, на которой указывается номер стропа, грузоподъемность и дата очередных испытаний.

Запрещается работать стропами, не имеющими бирок.

При подъеме барабанов применяют стальную ось, размеры которой выбирают в зависимости от размеров и массы барабана.

7 Общие требования к прокладке проводов и кабелей

7.1 Непосредственно перед прокладкой состояние кабеля или провода должно быть осмотрено после снятия обшивки с барабана или упаковки с бухты. Поврежденные провода или кабели к прокладке не допускаются.

7.2 Размотку кабелей производят после установки кабельных барабанов на бесосевые или винтовые осевые домкраты.

7.3 При размотке кабелей с барабанов нельзя допускать его резких изгибов и переломом вследствие сплипания или смерзания витков, неправильной заводской намотки, резкого изменения скорости вращения барабана и т.п. Кабель сматывают с барабанов сверху, а не снизу.

7.4 Размотку, переноску и прокладку кабеля, без предварительного подогрева его перед прокладкой, допускается производить при температуре воздуха, которая в течение 24 часов до начала прокладки не опускалась, хотя бы временно, ниже температур, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Вид кабеля	Температура, ниже которой необходим прогрев кабелей °С
Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией бронированные, включая с защитным покровом*	-7
Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией в резиновой или пластмассовой оболочке небронированные и бронированные одной профилированной стальной лентой*	-15
Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой оболочке небронированные*	-20

* Кабели и провода с изоляцией или оболочкой из поливинилхлорида — минус 5 °С

7.5 Прогрев кабеля на барабанах может быть произведен: теплым воздухом отапливаемого помещения, теплым воздухом от воздуходувки (при утеплении барабанов с кабелем) и электрическим током.

Прогрев кабеля теплым воздухом безопасен и не требует дежурства специального персонала.

7.6 Способы прогрева кабеля выбирают в соответствии с местными условиями по табл. 2.

Таблица 2

Способы прогрева кабеля	Рекомендуемая область применения
Трехфазным током при соответствующей теплоизоляции барабанов (войлочно-брезентовым капотом и др.), рис. 7.1	Во всех случаях, в особенности для протяженных и параллельных кабельных линий
Постоянным или однофазным током с бифилярным соединением двух жил (с такой же теплоизоляцией барабанов), рис. 7.2	В случаях, когда невозможно применение первого способа
Внутри обогреваемых помещений с окружающей температурой до +40 °С	При наличии теплых помещений вблизи от места прокладки и при температуре наружного воздуха не ниже -20 °С
В тепляке или палатке с паровым отоплением, горелками инфракрасного излучения или с обогревом тепловоздуходувкой (при температуре до +40 °С)	В случаях невозможности прогрева электрическим током или отсутствии теплых помещений

7.7 Продолжительность прогрева кабелей на барабанах в теплом помещении приведена в табл. 3.

Таблица 3

Температура воздуха помещения, °С	Продолжительность прогрева кабеля на барабанах
от +5 до +10	не менее 3 суток
от +10 до +25	не менее 1 суток
от +25 до +40	не менее 15 часов

Продолжительность прогрева воздуходувкой при утеплении барабана с кабелем при температуре воздуха воздуходувки +40 °С и поворачивании барабана через каждые 20 мин. равна: 18-24 час. - при одной воздуходувке; 12-16 час. - при двух воздуходувках.

7.8 Перед прогревом кабеля на барабане электрическим током необходимо:

установить барабан с кабелем на кабельные домкраты;

путем опрессовки накоротко соединить все жилы кабеля на внутреннем конце. Место соединения жил на внутреннем конце надежно изолируется.

Наружный конец кабеля разделяют и при прогреве кабеля трехфазным током делят сумму жил на три разные ветви (например, 19-ти жильный кабель делится на три ветви по шесть жил, 19-я жила индивидуально изолируется и не участвует в процессе прогрева, обогрев ее осуществляется теплом окружающих ее жил).

7.9 При прогреве кабеля однофазным током наружный конец кабеля соответственно делится на 2 ветви.

Затем на наружном конце кабеля жилы составляющие ветвь цепи, плотно скручиваются, и запрессовываются в кабельные наконечники; подключаются к источнику электрообогрева и изолируются.

Температура наружного покрова измеряется любым показывающим термометром, дающим возможность поместить чувствительный элемент на поверхность одного из средних верхних витков кабеля на барабане.

Место соприкосновения термометра с поверхностью кабеля утепляется снаружи войлоком или другим теплоизолирующим материалом.

7.10 Прогрев переменным током кабелей с жилами из меди и алюминия осуществляется следующим образом:

а) по таблице 4 подбирается максимально допустимая токовая нагрузка ($I_{max.доп.}$) при нормальной температуре окружающего воздуха (+20 °С);

б) по табл. 5 определяется поправочный коэффициент «К» на температуру окружающего

воздуха во время прогрева;

в) по формуле: $I_{max.прогр.} = K \cdot I_{max.доп.}$ определяется максимально допустимый ток прогрева данного кабеля;

г) Прогрев кабеля электрическим током должен быть прекращен в момент, когда температура наружного покрова средних верхних витков кабеля достигнет +20 °С при температуре наружного воздуха от -10 °С до -25 °С.

Таблица 4 Максимально допустимые токовые нагрузки на кабели в зависимости от сечения ветви, вида прогрева и конструкции кабеля, $I_{max.доп.}$

Сечение ветви, мм ²	Резиновая и пластмассовая изоляция	
	2х ветвевой	3х ветвевой
2,5	27/21	25/19
4	38/29	35/27
6	50/38	42/32
10	70/55	55/42
16	90/70	75/60
25	115/90	95/75
35	140/105	120/90
50	175/135	145/110
70	215/165	180/140
95	260/200	220/170

Примечания 1. В числителе даны токовые нагрузки для медных, а в знаменателе - для алюминиевых жил.

2. Под ветвью подразумевается суммарное сечение жил, объединенных вместе.

Таблица 5 Поправочные коэффициенты на температуру окружающего воздуха при прогреве кабелей

Вид изоляции жил кабеля	Значение поправочного коэффициента «K» при температуре воздуха, °С				
	-25	-20	-15	-10	-5
Пластмассовая и резиновая	1,5	1,46	1,41	1,36	1,32

7.11 В качестве источника трехфазного тока используют специальные трансформаторы типа ТС-25/0,5 на 16-25 кВА и др.

Для прогрева кабелей постоянным током используют сварочные преобразователи (генераторы), рис. 7.1, 7.2.

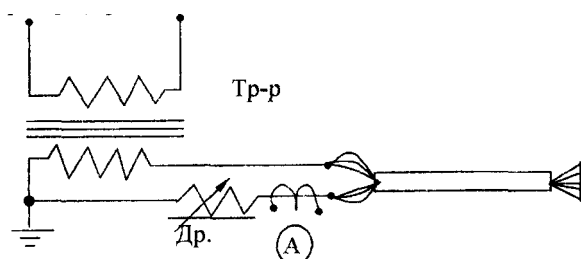


Рисунок 7.1 Схема прогрева кабелей однофазным током

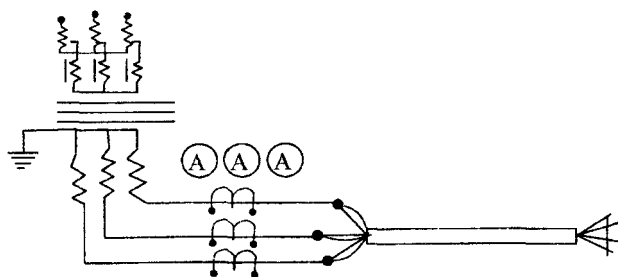


Рисунок 7.2 Схема нагрева кабелей 3х фазным током

Сварочные преобразователи допускают плавную регулировку тока в широком диапазоне и легко могут быть соединены на параллельную работу.

7.12. Подлежащие прогреву барабаны с кабелем, устанавливают на домкраты или другие приспособления, позволяющие по окончании прогрева немедленно приступить к размотке и прокладке кабеля.

7.13 Прокладка должна выполняться в сжатые сроки: при температуре от 0 до -10 °С не более 1 часа; при температуре от -10 до -20 °С не более 40 минут; при температуре от -20 °С и ниже не более 30 минут.

При невозможности прокладки кабеля в указанные сроки в процессе прокладки должен быть обеспечен постоянный подогрев кабеля или прокладка должна производиться с перерывами, во время которых кабель подлежит дополнительному подогреву.

7.14 Наименьшие допустимые радиусы изгибов проводов и кабелей при прокладке определяются по табл. 6. Наименьшая величина радиуса по внутренней кривой изгиба определяется как произведение наружного диаметра кабеля, провода со всеми оболочками на коэффициент «*K*», приведенный в таблице. Радиусы изгиба других типов проводов и кабелей находят по техническим условиям или государственным стандартам на них.

Таблица 6

Вид кабеля	<i>K</i>
Контрольный кабель с пластмассовой или резиновой изоляцией в свинцовой оболочке бронированный	12
То же, небронированный	10
В полихлорвиниловой или резиновой оболочке бронированный одной стальной профилированной лентой	7
Силовой кабель с резиновой изоляцией в свинцовой, резиновой или полихлорвиниловой оболочке бронированный	15
То же, небронированный	10
Радиочастотный кабель диаметром не более 15 мм	10
То же, более 15 мм	В соответствии с ГОСТ или ТУ на каждый тип изделия
Станционный телефонный кабель	10
Изолированные жилы силовых и контрольных кабелей с бумажной или пластмассовой изоляцией	10
То же, с резиновой изоляцией	3

7.15 При монтаже электропроводок следует выполнять следующие требования:

а) не допускается скрытая и открытая прокладка электропроводки по нагреваемым поверхностям;

б) в местах пересечения электропроводки, закрепленной к строительному основанию, с температурными и осадочными швами, должны быть предусмотрены компенсирующие устройства;

в) при параллельной прокладке кабельных линий расстояние в свету между кабелями систем автоматизации и силовыми кабелями должно быть не менее 100 мм;

г) при параллельной прокладке кабелей с цепями передачи информации устройств СВТ, имеющих парную скрутку и экран, расстояние в свету до силовых кабелей с напряжением до 1000 В (или шинпроводов) должно составлять не менее:

- 0,7 м при открытой прокладке на полках или лотках;
- 0,6 м при прокладке в заземленных коробах, обеспечивающих не менее чем 85% экранирование (при этом площадь вентиляционных или выводных отверстий в коробе не должна превышать 85% от поверхности короба);
- 0,45 м при прокладке проводок с информационными цепями в заземленных металлических коробах, до силовых кабелей в металлических трубах, или наоборот;
- 0,3 м при прокладке кабелей с информационными цепями до силовых кабелей в металлических трубах;
- д) при прокладке открыто, в коробах или трубах кабелей с информационными цепями СВТ, расстояние в свету до кабелей или шинопроводов с напряжением 6-10 кВ должно быть не менее 1,5 м;
- е) при отсутствии специальных указаний в проекте, проводки, несущие информационные цепи, а также проводки несущие искробезопасные цепи, должны прокладываться отдельно от проводок других назначений;
- ж) при параллельной прокладке электропроводки внутри зданий расстояния до трубопроводов должны быть не менее 100 мм, а до трубопроводов с горючими или легковоспламеняющимися жидкостями и газами - не менее 500 мм. (Для выполнения контроля сварочных швов радиографическим способом, например, трубопроводов систем автоматизации, может потребоваться свободная зона от трубопровода в свету до 1200 мм);
- з) пересечения электропроводками трубопроводов должны выполняться на расстоянии не менее 50 мм от них, а от трубопровода с горючими жидкостями и газами - не менее 100 мм. При невозможности выполнения этих условий электропроводки должны прокладываться в местах пересечений в изоляционных или металлических трубах;
- и) при пересечении электропроводками горячих трубопроводов, они должны быть защищены от воздействия высокой температуры;
- к) кабели в поливинилхлоридной оболочке, проходящие в местах, где они могут быть доступны грызунам, должны защищаться;
- л) при открытой прокладке проводки в поливинилхлоридной или резиновой оболочке должны защищаться от прямого воздействия солнечного излучения, а также от теплового излучения различного рода источников тепла;
- м) цепи передачи информации разных типов нельзя объединять в одном кабеле или в проводах, проложенных в одной трубе.

7.16 Кабели при прокладке в кабельных или производственных помещениях не должны иметь наружных защитных покровов из горючих, волокнистых, и других подобных материалов.

8 Монтаж проводов и кабелей в непожаро- и невзрывоопасных зонах

8.1 Прокладка электропроводок в защитных трубах, (металлорукавах) и в замкнутых каналах

8.1.1 Перед затяжкой проводов необходимо проверить надежность соединения и крепления труб и блоков. Снять заглушки с труб и убедиться в отсутствии мусора и влаги в трубах и каналах, продувая их сжатым воздухом. На открытых концах труб должны быть установлены пластмассовые втулки.

8.1.2 Для затяжки проводов в трубы и каналы необходимо: продуть трубопровод тальком; ввести в трубу или металлорукав специальный трос, протяжную проволоку, а для кабельной канализации - специальный трос или палки для протяжки кабеля; разместить бухты с проводом на вертушках (по рисунку 8.1.1) или барабаны с кабелем, установленные на домкраты. Информацию о тросах (стержнях) из стеклопластика смотри п. 8.8.3.

Если ведется затяжка пучков провода, заготовленных в монтажно-заготовительных мастерских (МЗУ), то бухта с пучком провода также должна разматываться с вращающихся на оси разматывающих устройств «вертушек». Размотка отдельных проводов, пучков проводов или кабелей снятием петель с бухты недопустима.

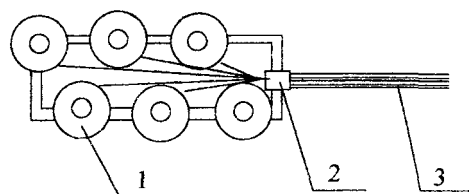
8.1.3 Затяжку производят двое рабочих. Один тянет проволоку, а второй направляет провод (пучок проводов) с противоположной стороны трубы. В вертикально проложенные трубы провода рекомендуется затягивать снизу вверх. Затянутые в вертикальные участки труб провода необходимо крепить не более, чем через 30 м. Крепление производится пластмассовыми клицами в протяжных коробках или на выходе труб. Если клицы или зажимы выполнены из неизоляционных материалов, то необходимо устанавливать изоляционные прокладки.

Соединения и ответвления выполняются в соединительных или протяжных коробках

(ящиках).

8.1.4 Прокладка проводов и кабелей с поливинилхлоридной изоляцией допускается при температуре не ниже минус 5 °С.

8.1.5 Механизированные способы прокладки описаны в разделе 8.8.



1 - вертушка с бухтой, 2 - фильера; 3 - пучок проводов
Рисунок 8.1.1 Установка бухт для размотки проводов

8.2 Прокладка кабелей по кабельным конструкциям

8.2.1 При горизонтальной прокладке по кабельным конструкциям, кабели жестко закрепляют в конечных точках трассы, на поворотах трассы с обеих сторон изгибов кабеля, у соединительных муфт и концевых заделок на расстоянии не более 0,5 м от них, при проходе через строительные ограждающие конструкции с каждой стороны на расстоянии не более 0,75 м от них.

8.2.2 При вертикальной прокладке кабели крепятся на каждой опоре.

8.2.3 Расстояние между полками (стойками) кабельными для небронированных кабелей диаметром до 18 мм должно быть не более 0,5 м, для бронированных кабелей и небронированных диаметром более 18 мм - до 1 м. Силовые кабели могут прокладываться с шагом опор до 4 м.

8.2.4 В процессе монтажа кабеля навешиваются временные или постоянные маркировочные бирки на концах кабеля и у проходов через строительные основания

8.3 Прокладка проводов и кабелей в коробах

8.3.1 Провода и кабели в коробах прокладывают многослойно с упорядоченным или произвольным (россыпью) взаимным расположением.

Провода и кабели должны быть уложены в коробе свободно (без натяга). На проводах не должно быть заломов, петель и повреждений изоляции.

8.3.2 Коэффициент заполнения короба определяется в зависимости от сложности трассы и не должен превышать 60% сечения короба в свету. То есть как:

$$\Sigma d^2 \leq 0,6 \cdot A \cdot B,$$

где d - наружный диаметр провода, кабеля;

A, B - ширина и высота сечения короба.

8.3.3 Крепление проводок в коробах производится на вертикальных участках трассы и при расположении коробов крышкой вниз или в боковую сторону при помощи шпилек и пластин (рис. 8.3.1), либо иных креплений, предусмотренных конструкцией короба.

8.3.4 Расстояние между точками крепления должно составлять:

при крышке, направленной в боковую сторону - не более 3 м;

при крышке, направленной вниз - не более 1,5 м;

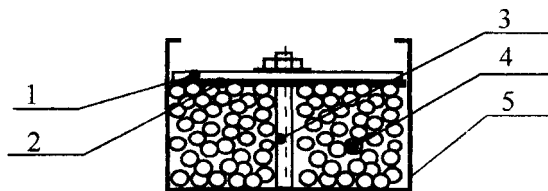
при вертикальном расположении короба - не более 1 м.

8.3.5 Провода закрепляют перед поворотом короба вниз или вверх на расстоянии не менее 0,5 м от начала поворота.

8.3.6 Ввод-вывод проводов из короба через боковую стенку или дно должен производиться с применением деталей, защищающих провод от повреждения о кромку отверстия (пластмассовые втулки, сальники, кабельные вводы, соединения металлоукава и т.п.)

8.3.7 Ввод-вывод проводов через открытый конец короба должен производиться таким образом, чтобы провода не соприкасались с кромкой торца короба (переход на другую конструкцию с подъемом пучка над кромкой, либо установка на короб предохранительной пластины).

8.3.8 При прокладке проводов следует строго соблюдать указания РД о совместимости проводок различных групп. Проводки различных назначений и групп должны прокладываться в отдельных коробах, или отдельных каналах многоканальных коробов.



1 - пластина; 2 - эластичная прокладка; 3 - шпилька М10; 4 - провода, кабели; 5 - короб.

Рисунок 8.3.1 Крепление проводов в коробе

8.4 Прокладка проводов и кабелей на лотках

8.4.1 Пучки проводов, прокладываемые на перфорированных лотках, должны быть уложены на лоток вплотную друг к другу в один слой. Каждый пучок должен быть забандажирован с шагом не более 0,4 м.

8.4.2 Крепление проводов и кабелей, прокладываемых на лотках на прямых участках трассы при горизонтальной установке лотков (с плоскостью основания, совпадающей с горизонтальной плоскостью), не требуется. На вертикальных участках трассы и на горизонтальном участке, когда плоскость основания лотка совпадает с вертикальной плоскостью, необходимо производить крепление проводов с шагом не более 0,4 м.

Для крепления и бандажирования пучков проводов или кабелей следует применять перфорированную ленту с кнопками или пластмассовые полоски-пряжки, или другие аналогичные крепежные материалы и изделия.

8.4.3 При прокладке проводов, их следует по возможности располагать так, чтобы избежать большого числа пересечений.

8.4.4 Ввод-вывод проводов с лотков может производиться через борт, а у лотков, имеющих для этой цели круглые отверстия диаметром $\frac{1}{2}$ " и выше - через отверстия. В местах ввода проводов через отверстия должны устанавливаться пластмассовые втулки для защиты изоляции проводов от повреждения о кромки отверстия лотка, или подводимой защитной металлической трубы.

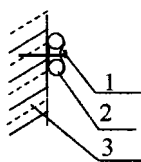
8.4.5 В местах, где отсутствует возможность механических повреждений проводки, пучки проводов или кабелей допускается прокладывать по наружной стороне лотка, что облегчает выход проводов с лотка.

8.4.6 В местах, где возможны механические повреждения, лотки следует закрывать крышками или кожухами со степенью защиты не менее IP20.

8.5 Прокладка проводов и кабелей по строительным основаниям

8.5.1 К наиболее распространенным методам прокладки электропроводов непосредственно по строительным основаниям относятся:

крепление проводов телефонных распределительных однопарных типа ТРП, ТРВ, ТРПс ТУ 16.К04.005, ПТПЖ, ПТВЖ ТУ16.К03-01 по оштукатуренным стенам), рис. 8.5.1;



1 - гвоздь 12x1; 2 - провод; 3 – штукатурка

Рисунок 8.5.1

Провода с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок по ГОСТ 6323 марок АППВ (провода с алюминиевыми или с алюмомедными жилами ограниченной гибкости, с поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием) и ППВ (провод с медными жилами ограниченной гибкости, с поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием) ранее монтировавшиеся аналогичным способом, открыто к прокладке не допускаются.

Размеры гвоздей в этом случае выбирают с учетом состояния штукатурки и сечения провода

таким образом, чтобы гвоздь проходил весь слой штукатурки, но не упирался в материал стены (кирпич, бетон).

8.5.2 Способы прокладки проводов и кабелей непосредственно по строительным основаниям (или с применением металлоукавов) с использованием для крепления металлических (пластмассовых) полосок, пряжек и т.п. приведены в сборнике СТМ 4-25 ч. 3 [3].

8.5.3 При прокладке проводов и кабелей в оболочке из сгораемых материалов по сгораемым основаниям (дерево, древесноволокнистые или древесностружечные плиты), на последние должна быть уложена полоса несгораемого материала толщиной 10 мм, например, гипсокартона. Его ширина выбирается такой, чтобы полоса выступала за край провода, кабеля не менее, чем на 10 мм.

8.5.4 Прокладка проводов и кабелей в оболочке из несгораемых или трудно сгораемых материалов, например из поливинилхлорида, по сгораемым основаниям производится непосредственно.

8.6 Прокладка кабелей на тросах.

8.6.1 После подвески троса согласно указаниям раздела 3.3 РМ14-177 ч. 1, трос целесообразно снять (снять концы троса с анкеров без разъединения зажимов троса) и произвести закрепление на нем кабелей с использованием полосок или полосок-пряжек металлических. Шаг крепления 0,5-0,7 м. Затем снова установить трос, используя для предварительного натяжения имеющиеся средства (ручные тали, палиспасты). Окончательное натяжение троса произвести муфтой натяжной, при этом провис троса с кабелем должен соответствовать величинам, указанным в приложении А.

8.7 Прокладка кабелей в грунте

8.7.1 Прокладка кабелей в грунте должна, как правило, производиться кабелеукладочными механизмами. Разработка траншей для ручной укладки кабеля рекомендуется только на участках, где использование кабелеукладчиков невозможно (наличие подземных сооружений, стесненные условия, каменистые грунты, небольшой объем работ). В каменистых и скальных грунтах перед прокладкой кабеля дно траншеи должно быть очищено от острых выступов камней и крупного щебня. Под кабелем и над ним должен быть уложен слой мягкого грунта или песка толщиной не менее 10 см.

8.7.2 Глубина прокладки кабеля определяется РД и не должна отклоняться от принятой величины более чем на ± 10 см. В процессе укладки кабеля эта величина должна систематически контролироваться. Как правило, глубина траншеи должна быть не менее 0,8 м для того, чтобы обеспечить укладку кабеля на глубине не менее 0,7 м от поверхности почвы или от планировочной отметки. На дне траншеи не должно быть воды. В местах пересечений и сближения с инженерными сооружениями и естественными препятствиями кабель может быть проложен на участке до 5 м на глубине не менее 0,5 м с применением защиты кабелей трубами. Для защиты кабелей следует применять трубы (асбестоцементные, безнапорные пластмассовые, бетонные, керамические, чугунные) при этом диаметр труб должен быть не менее полутора кратного наружного диаметра кабеля.

8.7.3 Ширина траншеи по верху при ручном способе разработки должна соответствовать данным, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Глубина траншеи, м	Ширина траншеи по верху, м, при числе кабелей			
	1	2	3	4
0,5	0,35	0,35	0,4	0,4
0,6-0,7	0,35	0,4	0,45	0,45
0,9	0,4	0,4	0,45	0,5
1,0	0,45/0,55	0,45/0,55	0,5,0,6	0,55/0,65
1,2	0,5/0,6	0,5/0,6	0,55/0,65	0,6/0,7

Примечания. 1 В числителе дроби дана ширина траншеи без крепления, в знаменателе - с креплением.

2 Ширина траншеи по низу должна быть на 0,1 м меньше ширины по верху.

3 Ширина траншей в скальных и мерзлых грунтах при предварительном рыхлении взрывным способом определяется технологией буровзрывных работ.

4 Ширина траншей разрабатываемых механизированным способом определяется шириной инструмента.

8.7.4 Механизированная раскатка и прокладка кабеля непосредственно на дне траншеи или канала выполняется с использованием движущегося кабельного транспортера или специализированной машины. Дополнительные средства механизации не применяются. Этот способ используют в том случае, когда профиль кабельной трассы допускает свободный проезд механизма вдоль трассы и при отсутствии в траншеях препятствий, затрудняющих прокладку и протяжку кабеля.

8.7.5 При раскатке и прокладке кабеля вручную, протягивание его осуществляется рабочими, расставленными по трассе, по единой команде прораба (мастера). Число рабочих при ручной прокладке определяется из расчета, чтобы в среднем на одного рабочего приходилась нагрузка до 15 кг.

8.7.6 При прокладке одного кабеля, он должен быть уложен посередине дна траншеи со слабиной, и плотно прилегать ко дну траншеи, на уклонах более 20° и на спусках к рекам кабель должен быть уложен «змейкой». При прокладке нескольких контрольных кабелей или кабелей связи в одной траншее, их следует располагать параллельно на расстоянии 50 мм друг от друга без перекрещивания (допускается прокладка контрольных кабелей вплотную друг к другу). Расстояние между силовыми кабелями до 10 кВ и контрольными кабелями должно быть не менее 100 мм, а между силовыми кабелями и кабелями связи - не менее 500 мм. Расстояние между информационными кабелями СВТ и силовыми кабелями до 1000 В - не менее 0,7 м, силовыми кабелями 6-10 кВ - не менее 1,5 м.

8.7.7 В местах, где вероятны механические повреждения кабелей, должна производиться их защита ж.б. плитами толщиной не менее 50 мм, или обыкновенным кирпичом, укладываемым в один слой поперек трассы. При ширине фрезы землеройного механизма менее 250 мм, а также для одного кабеля - вдоль трассы.

Вместо кирпича или ж.б. плит над кабельной линией до 20 кВ, кроме кабельных линий выше 1 кВ питающих электроприемники 1 категории, допускается в траншеях с количеством кабельных линий не более двух применять сигнальные пластмассовые ленты по присыпке толщиной 250 мм. Не допускается применение лент в местах пересечения кабелей с инженерными коммуникациями и над кабельными муфтами на расстоянии по 2 м в каждую сторону от пересекаемой коммуникации или муфты, а также в местах подхода линий к распределительным устройствам и подстанциям в радиусе 5 м.

При согласии владельца линий, допускается расширение области применения сигнальных лент.

Для прокладки над одним кабелем применяется лента СЛ-150, над двумя - СЛ-300 и далее шириной кратной 150 мм (СЛ-450, СЛ-600, СЛ-750, СЛ-900).

8.7.8 Если концы кабеля в местах срачивания попадают на наклонный участок трассы (уклон до 20°), необходимо в этом месте дно траншеи выровнять на длине 8,3 метра с тем, чтобы соединительная муфта находилась на горизонтальной площадке.

8.7.9 При входе в здания и сооружения через трубы кабель на входе и выходе из трубы должен плотно обматываться смоляной лентой на длине 7-10 см, а зазоры между кабелем и трубой заделываются просмоленной паклей и замазкой (80% мела и 20% олифы - по массе).

8.7.10 Перед закрытием траншеи работы по прокладке кабелей предъявляются заказчику на предмет составления акта на скрытые работы (приложение Б).

8.7.11 Кабели, проложенные в земле, должны быть обозначены опознавательными знаками.

Опознавательные знаки устанавливаются (или наносятся):

на поворотах трассы;

в местах установки соединительных муфт;

на пересечении с подземными сооружениями;

у вводов в здания и через каждые 100 м на прямых участках трассы.

Знаки наносятся в виде надписей на стенах постоянных зданий или на специальных столбиках.

Расположение трассы кабельной линии сверяется по плану с привязкой ее координат к существующим постоянным зданиям или сооружениям, и все отклонения вносятся в план.

8.8 Прокладка нагревательных кабелей

8.8.1 В настоящее время для различных задач обогрева труб шкафов и др. предлагается широкий набор различных нагревательных кабелей проводов и лент (в дальнейшем - кабелей),

выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.

С различными конструкциями, особенностями применения этих изделий можно ознакомиться на различных сайтах интернета.

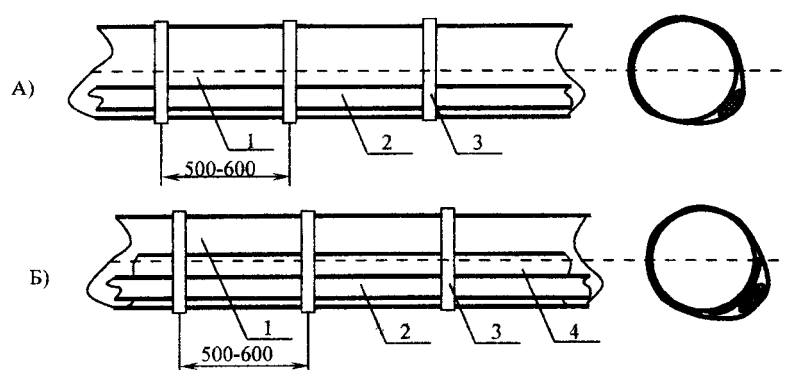
Например, каталог нагревательных кабелей на 80 страницах, приведен на сайте www.sst.ru.

В основном, особенности монтажа различных нагревательных кабелей зависят от их температурного класса и для крепления кабеля используются соответственно липкие ленты, рассчитанные на верхний температурный предел кабеля.

Зарубежные производители кабелей предлагают полную номенклатуру принадлежностей для прокладки кабелей (устройства для крепления, ввода, подключения, оконцевания, сращивания, маркировки и др.) и приборов, обеспечивающих работоспособность кабелей (регуляторы, термостаты, аппараты управления)

8.8.2 Монтаж кабелей для подогрева труб производят креплением их к трубе лентами с клеящим слоем. Ленты могут быть из ПВХ, стеклопластика или алюминия.

Схема монтажа кабеля на трубе приведена на рис. 8.8.1.



А) прокладка кабеля по металлической трубе; Б) прокладка кабеля по пластмассовой трубе
1 — труба; 2 — нагревательный кабель; 3 — поясик из ленты с липким слоем (2-3 витка);
4 — лента алюминиевая с липким слоем

Рис. 8.8.1 Крепление нагревательного кабеля к трубе

При прокладке нагревательного кабеля по пластмассовой трубе предварительно на трубу наклеивается алюминиевая лента.

Крепление нагревательного кабеля к металлической трубе может быть произведено приклеивкой его алюминиевой лентой поверх кабеля вдоль оси кабеля. Такой вариант несколько дороже, но обеспечивает лучшую теплопередачу от кабеля к трубе, что обеспечивает большую мощность теплоотдачи саморегулирующимися греющими кабелями.

К плоским металлическим поверхностям, например, к внутренней облицовке обогреваемого шкафа, кабель крепится алюминиевой лентой с липким слоем.

В качестве примеров приводится следующая информация о крепежных лентах.

Фирма Raychem:

GT-66 - Крепежная лента из стеклоткани для труб из углеродистой стали:

максимальная температура воздействия 130 °С;

минимальная температура монтажа 5 °С;

ширина ленты 12 мм.

GS-54 - Крепежная лента из стеклоткани для труб из нержавеющей и углеродистой стали:

максимальная температура воздействия 180 °С;

минимальная температура монтажа -40 °С;

ширина ленты 12 мм.

ATE-180 - Крепежная лента из алюминиевой фольги для труб и емкостей из углеродистой и нержавеющей стали:

максимальная температура воздействия от минус 54 до 149 °С;

минимальная температура монтажа 0 °С;

ширина ленты 50 мм.

Ленты других производителей:

FT/НТР - лента самоклеящаяся крепежная поливинилхлоридная:

максимальная температура воздействия 70 °С;

минимальная температура монтажа 0 °С;

ширина ленты 12 мм.

FT/НТР - лента самоклеящаяся крепежная стекловолоконная:

максимальная температура воздействия 135 °С;

минимальная температура монтажа 0 °С;

ширина ленты 12 мм.

ЛАС - лента алюминиевая самоклеящаяся крепежная:

максимальная температура воздействия 110 °С;

минимальная температура монтажа 0 °С;

ширина ленты 50 мм.

8.9 Механизация прокладки проводов и кабелей

8.9.1 Механизация работ достигается путем максимальной замены ручного труда за счет переноса отдельных операций по монтажу, разделке и оконцеванию жил проводов и кабелей в мастерские, оборудованные соответствующими механизированными линиями (заготовка пучков проводов, прокладываемых в трубах, жгутовка проводов, прокладываемых на лотках и коробах, разделка кабелей, установка штепсельных разъемов и др.), а также механизация прокладки электрических проводов непосредственно на строящемся объекте.

8.9.2 Средства механизации работ в мастерских проектируются, как правило, индивидуально и в настоящем материале не описываются.

8.9.3 Средства механизации работ по прокладке электрических проводов на стройплощадке.

Средства механизации при прокладке кабелей с барабана, установленного стационарно на кабельных домкратах, с применением лебедок.

Раскатку и прокладку кабеля осуществляют при помощи тяговых лебедок с применением дополнительных средств механизации (кабельных раскаточных роликов и др. приспособлений), обеспечивающих уменьшение усилий тяжения и предохраняющих кабель от повреждения.

К сожалению, средства механизации для прокладки кабелей по кабельным конструкциям и при затяжке в трубы Новокузнецкий опытный завод монтажных механизмов больше не изготавливает. Информация о том, что какие либо отечественные предприятия освоили эти виды продукции, отсутствует. По мнению представителя Новокузнецкого завода, монтажные механизмы и приспособления для механизации прокладки кабеля никто не изготавливает.

Для протяжки кабелей в телефонной канализации рядом зарубежных фирм предлагаются стеклопластиковые прутки, поставляемые в кассетах, например фирма «Катимекс». Устройство (УЗК) может быть приобретено в АО «Связьстройдеталь» www.ssd.ru.

Для прокладки телефонных кабелей в трубах внутри зданий используют специальное устройства фирмы Katimex. В устройстве используется стеклопластиковый пруток диаметром 2,5-4,5 мм длиной до 80 м. Подробности смотри на сайте <http://www.katimex.com/eng/products/>.

8.10 Маркировка электропроводок.

8.10.1 Каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование и в соответствии с проектом промаркирована. На бирке указывают: номер кабеля или провода по кабельному журналу и марку провода, кабеля.

8.10.2 Маркировочные бирки должны быть установлены с обеих сторон проходов через стены и перекрытия, у соединительных коробок и у концевых заделок.

8.10.3 Бирки маркировочные, прикрепляют к кабелю с помощью стальной оцинкованной проволоки диаметром от 1 до 2 мм, прочного шпагата, металлических или пластмассовых лент.

8.10.4 Надписи на бирках могут быть выполнены несмываемыми чернилами или гравировкой металлической чертилкой или клеймением с последующей затиркой краской. Цвет краски или несмываемых чернил должен быть отличным от цвета бирки.

8.10.5 Маркировочные надписи на соединительных коробках должны наноситься несмываемой белой краской или готовыми маркировочными этикетками с липким слоем.

8.10.6 Бирки закрепляют на каждом кабеле или проводе в процессе прокладки.

8.10.7 Форма бирок:

треугольная - для контрольных кабелей и проводов;

круглая - для силовых низковольтных кабелей;

прямоугольная - для силовых высоковольтных кабелей.

8.10.8 Современное оборудование и материалы для выполнения маркирующих надписей приведены в приложении В.

9 Монтаж проводов и кабелей во взрыво- и пожароопасных зонах

9.1 Класс взрывоопасной зоны определяется по ГОСТ Р 51330.9 и ГОСТ Р МЭК 61241-3.

9.1.1 Класс взрывоопасной зоны, опасной по воспламенению горючего газа определяется по ГОСТ Р 51330.9.

Извлечение из ГОСТ Р 51330.9:

-2.4.1 **зона класса 0:** Зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно, или в течение длительных периодов времени.

-2.4.2 **зона класса 1:** Зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации.

-2.4.3 **зона класса 2:** Зона, в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко и существует очень непродолжительное время.

9.1.2 Класс взрывоопасной зоны, опасной по горючей пыли, определяется по ГОСТ Р МЭК 61241-3.

Извлечение из ГОСТ Р МЭК 61241-3:

-2.11 **зона класса 20:** Зона, в которой горючая пыль в виде облака присутствует постоянно или часто при нормальном режиме работы оборудования в количестве, способном произвести концентрацию, достаточную для взрыва горючей или воспламеняемой пыли в смесях с воздухом, и/или где могут формироваться слои пыли произвольной или чрезмерной толщины.

Это может быть оболочка внутри области содержания пыли, где пыль может образовывать взрывчатые смеси часто или на длительный период времени. Это происходит обычно внутри оборудования.

-2.12 **зона класса 21:** Зона, не классифицируемая как зона класса 20, в которой горючая пыль в виде облака может присутствовать при нормальном режиме работы оборудования в количестве, способном произвести концентрацию, достаточную для взрыва горючей пыли в смесях с воздухом.

Эта зона может включать, кроме прочих, области в непосредственной близости от накопления пыли или мест освобождения и области, где присутствуют облака пыли, в которых при нормальном режиме работы может создаться концентрация, достаточная для взрыва горючей пыли в смесях с воздухом.

-2.13 **зона класса 22:** Зона, не классифицируемая как зона класса 21, в которых облака горючей пыли могут возникать редко и сохраняются только на короткий период или в которых накопление слоев горючей пыли может иметь место при ненормальном режиме работы, что может привести к возникновению способных воспламениться смесей пыли в воздухе. Если, исходя из аномальных условий, устранение накоплений или слоев пыли не может быть гарантировано, тогда зону классифицируют как зону класса 21.

Эта зона может включать, кроме прочих, области вблизи оборудования, содержащего пыль, из которого пыль может улетучиваться через места утечки и образовывать отложения (например, помещения, в которых пыль может улетучиться со станка (фрезы) и затем осесть).

9.1.3 Класс зоны должен быть указан в рабочей документации.

9.2 Требования к выбору и устройству электропроводки во взрывоопасных зонах определяются ГОСТ Р 51330.13, ГОСТ Р МЭК 61241-1-2 и ПУЭ, а в пожароопасных зонах в соответствии с ПУЭ.

9.2.1 Требования к выбору и устройству электропроводки во взрывоопасных зонах по ГОСТ Р 51330.13. (кроме подземных выработок).

Извлечения из ГОСТ Р 51330.13:

-9 Электропроводка

Кабельные линии и системы электропроводки в трубах должны полностью удовлетворять соответствующим требованиям данного раздела, при этом требования 9.1.2, 9.3.1—9.3.3 на искробезопасные электроустановки не распространяются.

См. также Г.7 (приложение Г).

-9.1 Общие положения

Провода с алюминиевыми жилами, за исключением искробезопасных электроустановок, следует использовать только с соединительными устройствами соответствующей конструкции, а площадь поперечного сечения жил не должна быть менее 16 мм².

См. также Г.7.2 (приложение Г).

-9.1.1 Предотвращение повреждений

Кабельные линии и арматура должны располагаться, по возможности, в местах, которые предотвращают опасность их механического повреждения, коррозии или химических воздействий (например, растворителей) и воздействия высокой температуры (для искробезопасных цепей см. также 12.2.2.5). Там, где эти воздействия неизбежны, должны применяться защитные меры, такие как прокладка в трубах, или выбираться соответствующие типы кабелей (например, для уменьшения опасности механического повреждения могут использоваться бронированный, экранированный, в цельнотянутой алюминиевой оболочке, в металлической оболочке с минеральной изоляцией или полужесткий бронированный кабели).

Если кабельные линии или электропроводка в трубах подвержены вибрации, они должны быть спроектированы так, чтобы выдержать эту вибрацию без повреждения.

Примечание — Должны быть предусмотрены меры, предотвращающие повреждение оболочки или изоляционного материала поливинилхлоридных кабелей, когда они прокладываются при температурах ниже минус 5 °С.

-9.1.2 Одножильные кабели без оболочки

Одножильные кабели без оболочки не могут применяться для токоведущих проводников, если они не проложены внутри распределительных устройств, оболочек или в трубах.

-9.1.3 Соединения

Соединение кабелей и электропроводки в трубах с электрооборудованием должно осуществляться в соответствии с требованиями к виду взрывозащиты этого электрооборудования.

Примечания

1 В кабелях некоторых типов применяют материалы, которые обладают значительной «низкотемпературной текучестью» и могут оказывать отрицательные воздействия на защиту электрооборудования. Там, где должен использоваться такой кабель, следует применять соответствующие кабельные вводы, например не содержащие обжимных уплотнений, которые воздействуют на часть(и) кабеля, обладающие «низкотемпературной текучестью».

2 Материалы с «низкотемпературной текучестью» могут быть более полно охарактеризованы как «термопластические материалы, которые текут под воздействием давления при температуре окружающей среды».

3 Кабель должен адекватно фиксироваться, если кабельный ввод не оснащен зажимным устройством. Маркировка взрывозащиты таких кабельных вводов должна содержать знак X.

-9.1.4 Неиспользуемые отверстия

Неиспользуемые отверстия в электрооборудовании для кабельных или трубных вводов должны быть закрыты заглушками, соответствующими виду взрывозащиты электрооборудования. Средства, применяемые для этих целей, за исключением искробезопасного электрооборудования, должны быть такими, чтобы заглушку можно было удалить только при помощи инструментов.

-9.1.5 Проход и скопление горючих веществ

Если для прокладки кабелей используют желоба, каналы, трубы или траншеи, необходимо предпринимать меры по предотвращению прохода горючих газов, паров или жидкостей из одной зоны в другую и скопления горючих газов, паров или жидкостей в траншеях.

Эти меры могут включать уплотнение желобов, каналов или труб. Для траншей можно использовать соответствующую вентиляцию или заполнение песком.

Электропроводка в трубах и, в специальных случаях, кабели (например, где имеется перепад давления) должны быть, при необходимости, уплотнены для предотвращения прохода жидкостей или газов.

-9.1.6 Электропроводки, пересекающие взрывоопасную зону.

Если электропроводки пересекают взрывоопасную зону при переходе из одной невзрывоопасной зоны в другую, монтаж электропроводки во взрывоопасной зоне должен соответствовать классу зоны (см. также приложение Г).

-9.1.7 Случайные контакты

Следует избегать случайного контакта между металлической броней или оболочкой кабелей, кроме обогревающих, и трубопроводами или оборудованием, содержащими горючие газы, пары или жидкости. Для этого, как правило, достаточно изоляции, обеспечиваемой неметаллической внешней оболочкой кабеля.

-9.1.8 Проходы в стенах

Проходы в стенах для кабелей и электропроводки в трубах между взрывоопасными и невзрывоопасными зонами должны быть соответствующим образом уплотнены, например, с помощью песчаной засыпки или строительного раствора.

-9.1.9 Сращивания

Кабели во взрывоопасных зонах должны, по возможности, прокладываться без сращиваний. Если сращивания избежать нельзя, соединение кабелей, отвечающее реальным условиям в механическом, электрическом и климатическом отношении, должно быть дополнительно:

- либо помещено в оболочку с взрывозащитой вида, соответствующего классу, взрывоопасной зоны,
- либо в соединении не должно возникать механических напряжений, оно должно быть залито эпоксидной смолой, компаундом или спрессовано термоусаживаемой муфтой в соответствии с инструкциями изготовителя.

Соединения проводов, за исключением электропроводки в трубах, подсоединяемой к электрооборудованию с взрывозащитой вида «взрывонепроницаемая оболочка» или «искробезопасная цепь», должны быть выполнены путем опрессовки с помощью соединительной муфты, в виде резьбовых соединений, с помощью сварки или пайки твердым припоем. Пайка мягким припоем допустима, если соединяемые проводники перед пайкой скрепляют подходящим механическим способом.

-9.1.10 Защита многожильных (витых) концов

Если использованы многожильные (витые) провода, их концы должны быть защищены от развязки, например с помощью кабельных наконечников, помещением внутрь муфты или с помощью обычного зажима, но не одной пайкой.

Способ, использованный для соединения проводов с зажимами, не должен уменьшать значения путей утечки по поверхности изоляции и зазоров, установленных для электрооборудования соответствующего вида взрывозащиты.

-9.2 Кабельные линии для зоны класса 0

В зоне класса 0 должны использоваться бронированные кабели стационарной прокладки с металлической (кроме алюминиевой), поливинилхлоридной или резиновой оболочкой, не распространяющей горение, с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией.

См. также 12.3 (для кабелей искробезопасных электроустановок уровня *ia*).

-9.3 Кабельные линии для зон класса 1 и 2

-9.3.1 Кабели для стационарного электрооборудования.

Для стационарной электропроводки можно использовать кабели с металлической, термопластической, эластомерной оболочкой или кабели с металлизированной оболочкой из неорганической изоляции.

-9.3.2 Кабели для переносного и передвижного электрооборудования.

Для переносного или передвижного электрооборудования должны использоваться кабели, имеющие усиленную *поливинилхлоридную* оболочку или другую эквивалентную синтетическую оболочку, кабели с усиленной резиновой оболочкой или кабели равноценной конструкции. Проводники должны иметь поперечное сечение не менее 1,0 мм². В качестве нулевого защитного проводника, при необходимости его наличия, используется одна из жил питающего кабеля.

Переносное электрооборудование с номинальным напряжением, не превышающим 250 В относительно земли, и номинальным током не более 6 А может иметь кабели с обычной *поливинилхлоридной* или другой эквивалентной синтетической оболочкой, кабели с обычной резиновой оболочкой кабели равноценной конструкции. Такие кабели не могут применяться для переносного и передвижного электрооборудования, подвергаемого большим механическим нагрузкам (например, переносные лампы, ножные переключатели и погружные насосы).

Металлическая гибкая броня или экран кабеля переносного и передвижного электрооборудования не могут использоваться в качестве единственного защитного проводника.

Оболочка кабеля должна быть маслобензостойкой, не распространяющей горение.

-9.3.3 Гибкие кабели

Гибкие кабели должны быть выбраны из числа следующих:

- гибкие кабели с резиновой оболочкой;
- гибкие кабели с *поливинилхлоридной* оболочкой;
- кабели с пластмассовой изоляцией, равноценные гибким кабелям с усиленной резиновой оболочкой.

-9.3.4 Распространение пламени

Кабели для стационарной электропроводки, если они не прокладываются в земле или не находятся в засыпанных песком траншеях или каналах, или как-либо иначе не защищены от распространения пламени, должны обладать характеристиками по распространению пламени,

которые позволяют им выдержать испытания по ГОСТ Р МЭК 331-1.

-9.4 Системы электропроводки в трубах

Трубопровод должен быть снабжен уплотнительной арматурой в следующих местах:

а) в месте входа или выхода из взрывоопасной зоны;

б) в пределах 450 мм от всех оболочек, содержащих источник воспламенения в условиях нормальной работы;

с) у любой оболочки, содержащей ответвления, стыки, сочленения или концевые заделки, если диаметр трубы превышает или равен 50 мм, для снижения воздействия повышенного давления некоторых газов в месте соединения со взрывонепроницаемыми оболочками.

Все резьбовые соединения трубопровода должны быть туго затянуты.

Если систему трубопроводов используют в качестве защитного проводника, резьбовые соединения должны быть рассчитаны на протекание тока короткого замыкания, который будет возникать, если цепь соответствующим образом защищена плавкими предохранителями или устройствами защитного отключения.

Если трубопровод проложен в коррозионной среде, материал труб должен быть коррозионностойким, или трубопровод должен быть соответствующим образом защищен от коррозии. Следует избегать использования комбинаций металлов, которые могут привести к гальванической коррозии.

После размещения кабелей в трубе уплотнительная арматура должна быть заполнена компаундом, который не дает усадки при отверждении, не восприимчив к химическим соединениям, присутствующим во взрывоопасной зоне, и не подвержен их влиянию. Уплотнительную арматуру и компаунд используют для ограничения эффекта нарастания давления, предотвращения проникновения раскаленных газов в систему трубопроводов из оболочки с источником воспламенения и предупреждения выхода взрывоопасного газа в невзрывоопасную зону.

Толщина компаунда в уплотнительной арматуре должна быть равна внутреннему диаметру трубы, но не менее 16 мм.

Для электропроводки в трубах можно использовать изолированные одно- или многожильные кабели без оболочки. Однако если в трубе проложено три или более кабелей, суммарная площадь поперечных сечений кабелей, включая изоляцию, не должна превышать 40 % площади поперечного сечения трубы.

Оболочки электропроводки большой протяженности следует обеспечивать подходящими устройствами, чтобы гарантировать удовлетворительный слив конденсата. Кроме того, изоляция кабеля должна иметь соответствующую водостойкость.

Чтобы удовлетворить требования к степени защиты оболочки, может возникнуть необходимость в установке уплотнений между трубопроводом и корпусом (например, с помощью уплотнительной прокладки или резьбового уплотнителя) и между проводниками и трубой (например, с помощью уплотнительной арматуры).

Примечание — Там, где трубопровод — единственное средство обеспечения непрерывности цепи заземления, резьбовое уплотнение не должно уменьшать эффективность контура заземления.

-10 Дополнительные требования для электрооборудования с взрывозащитой вида *d* — «взрывонепроницаемая оболочка»

-10.5 Системы электропроводки в трубах

Трубопровод должен быть одного из следующих типов:

а) жесткий стальной с резьбой, цельнотянутый или сварной;

б) гибкий трубопровод из металла или составной конструкции (например, металлический трубопровод с пластмассовой или эластомерной оболочкой).

Трубопровод должен иметь не менее пяти витков резьбы для обеспечения требуемой длины зацепления между трубопроводом и взрывонепроницаемой оболочкой, или трубопроводом и соединительной муфтой.

Уплотнительные устройства должны устанавливаться в пределах 450 мм от всех взрывонепроницаемых оболочек.

Если оболочка спроектирована специально для соединения с трубной электропроводкой, но ее требуется соединить с кабелями, тогда с трубным вводом оболочки с помощью трубы длиной не более 150 мм может быть соединен взрывонепроницаемый переходник, содержащий проходные изоляторы и соединительную коробку. Кабель тогда может быть соединен с соединительной коробкой (например, взрывонепроницаемой или с защитой вида *e*) в соответствии с требованиями к виду взрывозащиты клеммной коробки.

-12 Дополнительные требования для взрывозащиты вида i «искробезопасная электрическая цепь»

-12.1 Введение

При монтаже искробезопасных электрических цепей должны учитываться их принципиальные особенности. По сравнению с электроустановками остальных видов, где предусматриваются меры по ограничению распространения электроэнергии пределами установленной системы, спроектированной так, что исключается воспламенение взрывоопасной окружающей среды, искробезопасную электрическую цепь необходимо защищать от проникновения энергии из других электрических источников таким образом, чтобы не выходить за пределы безопасной энергии в цепи даже в случае возникновения в ней обрывов, короткого замыкания или замыкания на землю.

В соответствии с таким подходом правила монтажа искробезопасных электрических цепей направлены на обеспечение отделения этих цепей от всех остальных.

-12.2.2 Кабели

-12.2.2.1 Общие требования

В искробезопасных электрических цепях могут использоваться только изолированные кабели, у которых заземляющий и экранирующий проводники, а также заземление экрана проверены напряжением не менее 500 В переменного тока.

Если во взрывоопасной зоне используют многожильные проводники, концы проводника должны быть защищены от разделения на отдельные провода, например с помощью наконечника.

Диаметр отдельных проводников в пределах взрывоопасной зоны должен быть не менее 0,1 мм. Это относится также к проводам многопроволочной жилы.

-12.2.2.2 Электрические параметры кабелей

Для всех используемых кабелей должны быть известны их электрические параметры (C_c и L_c) или (C_c и L_c / R_c), либо в расчет должны приниматься наиболее неблагоприятные значения, указанные изготовителем (см. 12.2.5).

-12.2.2.3 Заземление проводящих экранов

Там, где требуется экран, за исключением случаев, перечисленных ниже в подпунктах а)–с), он должен быть электрически соединен с заземлителем только в одной точке, обычно на конце цепи, расположенном вне взрывоопасной зоны. Это требование должно исключать возможность протекания через экран уравнивающего тока, обладающего воспламеняющей способностью, при наличии разницы местных потенциалов земли между одним и другим концом цепи.

Специальные случаи:

а) если имеются специальные соображения относительно экранирования (например, когда экран имеет высокое сопротивление, или если требуется дополнительное экранирование против индуктивной наводки) с подключением заземления в нескольких точках по длине экрана, используется метод, показанный на рисунке 2, при условии, что:

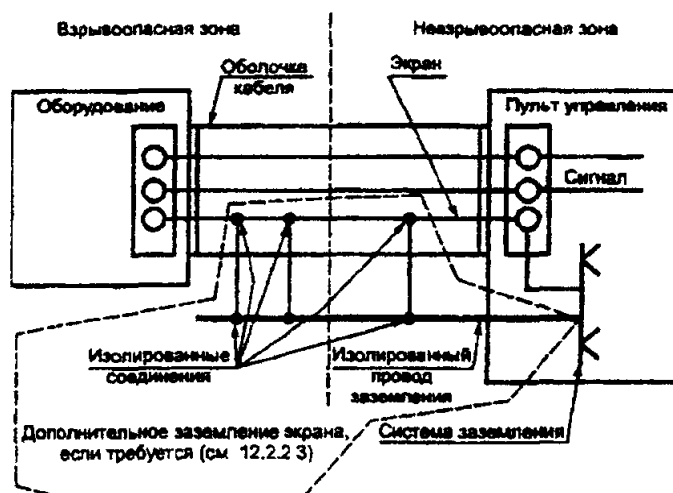


Рисунок 2 — Заземление проводящих экранов

- изолированный заземляющий проводник имеет достаточное поперечное сечение (как правило, не менее 4 мм², а для соединений с помощью зажимов может быть более подходящим поперечное сечение 16 мм²);

- устройство изолированных заземляющего проводника и экрана способно выдержать испытание напряжением 500 В между всеми другими проводниками в кабеле и броней кабеля;

- изолированные заземляющий проводник и экран соединены с заземлителем только в одной точке, которая является одной и той же как для изолированного заземляющего проводника, так и для экрана, и расположена в конце кабеля, находящегося вне взрывоопасной зоны;

- изолированный заземляющий проводник удовлетворяет требованиям 9.1.1;

- отношение индуктивности к сопротивлению (L / R) кабеля, проложенного вместе с изолированным заземляющим проводником, определено и показано соответствие требованиям 12.2.5;

б) если электроустановка функционирует и обслуживается таким образом, что существует высокая степень уверенности в наличии уравнивания потенциалов между концами цепи, находящимися во взрывоопасной зоне и вне ее, тогда, если это необходимо, экраны кабеля могут быть соединены с заземлителем на каждом конце кабеля и, если требуется, в любых промежуточных точках;

с) допускается заземление в нескольких точках через конденсаторы малой емкости (например, керамические: 1 нФ, 1500 В), если результирующая емкость не превышает 10 нФ.

-12.2.2.4 Соединение кабельной брони

Броня должна, как правило, подсоединяться к системе уравнивания потенциалов через устройства кабельного ввода или эквивалентным способом на каждом конце трассы кабеля. Там, где установлены промежуточные распределительные коробки или другое электрооборудование, броня в этих точках должна, как правило, также подсоединяться к системе уравнивания потенциалов. В случаях, когда броня не должна подсоединяться к системе уравнивания потенциалов ни в одной из промежуточных точек кабеля, должны быть предприняты меры предосторожности, гарантирующие, что электрическая целостность брони поддерживается по всей длине трассы кабеля.

Там, где подсоединение брони в точке ввода кабеля невозможно или где требования проекта этого не допускают, должны быть предприняты меры, предотвращающие возникновение разности потенциалов между броней и системой уравнивания потенциалов, способной вызывать воспламеняющую искру. В любом случае должно иметься по крайней мере одно электрическое соединение брони системой уравнивания потенциалов. Кабельный ввод для отделения брони от земли должен быть установлен вне взрывоопасной зоны или в зоне класса 2.

-12.2.2.5 Прокладка кабелей

Электроустановки с искробезопасными электрическими цепями должны быть смонтированы таким образом, чтобы на их искробезопасность не оказывали неблагоприятное воздействие внешние электрические или магнитные поля, например, от близлежащих воздушных линий электропередач или силовых одножильных кабелей. Это может быть достигнуто, например, использованием экранов и (или) изгибом жил или обеспечением требуемого удаления от источника электрического или магнитного поля.

В дополнение к требованиям 9.1.1 кабели как во взрывоопасной зоне, так и вне ее должны отвечать одному из следующих требований:

а) кабели искробезопасных электрических цепей должны быть отделены от всех кабелей искроопасных цепей;

б) кабели искробезопасных электрических цепей должны быть проложены так, чтобы исключить возможность их механического повреждения;

с) кабели искробезопасных или искроопасных электрических цепей должны быть бронированными, заключенными в металлическую оболочку или экранированными.

Проводники искробезопасных и искроопасных электрических цепей не должны размещаться в одном и том же кабеле.

Проводники искробезопасных и искроопасных электрических цепей в одном и том же пучке или канале должны быть отделены промежуточным слоем изоляционного материала или заземленной металлической перегородкой.

(Примечание автора. Практически это выполнимо, если цепи собираются в отдельные независимые пучки, или прокладываются в отдельных каналах короба или лотка).

Никакого разделения не требуется, если для искробезопасных или с опасных цепей используют металлические оболочки или экраны.

-12.2.2.6 Маркировка кабелей

Кабели, содержащие искробезопасные электрические цепи, должны быть промаркированы.

Если оболочки или покрытия кабелей маркируются цветом, должен применяться синий цвет. Кабели, имеющие такую маркировку, не должны использоваться для других целей. Если кабели искробезопасных или искроопасных электрических цепей бронированы, помещены в металлическую оболочку или экранированы, маркировка кабелей искробезопасных электрических цепей не требуется.

Внутри измерительных стоек и шкафов управления, коммутационной аппаратуры, распределительных устройств и т.д., где имеется риск перепутывания между собой кабелей искробезопасных и искроопасных электрических цепей при наличии кулевого рабочего проводника, имеющего расцветку, выполненную синим цветом, должны приниматься меры альтернативной маркировки. Эти меры включают в себя:

- объединение жил в общем жгуте с бандажом, окрашенным в голубой цвет;
- этикетирование;
- отчетливое структурное и пространственное разделение.

-12.2.2.7 Многожильные кабели, содержащие более одной искробезопасной электрической цепи.

Данные требования являются дополнительными по отношению к 12.2.2.1—12.2.2.6.

Радиальная толщина изоляции проводника должна соответствовать диаметру проводника и материалу изоляции. Для изоляционных материалов, используемых в настоящее время, например полиэтилена, минимальная радиальная толщина должна быть не менее 0,2 мм.

Изоляция проводника должна выдерживать испытательное напряжение переменного тока с действующим значением, вдвое превышающим номинальное напряжение искробезопасной электрической цепи, но не менее 500 В.

Должны применяться многожильные кабели того типа, который способен выдержать проверку электрической прочности изоляции переменным током с действующим значением напряжения не менее:

- 500 В, приложенного между любыми броней и (или) экраном (ами), соединенными вместе, и всеми соединенными вместе жилами;

- 1000 В, приложенного между пучком, составляющим одну половину токоведущих жил кабеля, соединенных вместе, и пучком, составляющим другую половину соединенных вместе жил. Это испытание не применяют к многожильным кабелям с экранированными проводниками каждой из цепей.

Испытания напряжением должны быть выполнены методом, установленным в соответствующем стандарте (технических условиях) на кабель. Если ни один из перечисленных выше методов применить невозможно, испытания должны быть проведены следующим образом:

- должно использоваться напряжение переменного тока синусоидальной (или близкой к ней) формы с частотой от 48 до 62 Гц;

- напряжение должно быть получено от трансформатора с выходной мощностью не менее 500 В·А;

- напряжение должно постепенно увеличиваться до заданной величины не менее чем за 10 с и затем поддерживаться на этом уровне не менее 60 с.

-12.2.2.8 Предупреждение повреждений в многожильных кабелях

Повреждения, которые должны приниматься во внимание в многожильных кабелях, используемых в искробезопасных электрических системах, зависят от типа используемого кабеля.

Кабель типа А

Кабель, который удовлетворяет требованиям 12.2.2.7 и, кроме того, содержит проводящие экраны, обеспечивающие индивидуальную защиту искробезопасных электрических цепей, чтобы предотвратить случайное соединение таких цепей друг с другом (покрытие из таких экранов должно составлять не менее 60 % наружной поверхности кабеля).

Короткие замыкания между цепями во внимание не принимают.

Кабель типа В

Стационарный кабель, который надежно защищен от повреждений, удовлетворяет требованиям 12.2.2.7 и, кроме того, максимальное напряжение U_0 ни одной из цепей кабеля не превышает 60 В.

Короткие замыкания между цепями во внимание не принимают.

Кабель других типов

Для кабелей, удовлетворяющих требованиям 12.2.2.7, но не отвечающих дополнительным требованиям для типа А или В, необходимо принимать во внимание до двух коротких замыканий между проводниками и, одновременно, до четырех обрывов цепей. В случае

идентичных цепей повреждения не должны учитываться, если каждая содержащаяся в кабеле цепь имеет коэффициент безопасности, который в четыре раза превышает требуемый коэффициент безопасности для искробезопасных электрических цепей уровня *ia* или *ib*.

Для кабелей, не соответствующих требованиям 12.2.2.7, количество коротких замыканий между проводниками и одновременных обрывов цепей, которые должны быть учтены, не ограничивается.

-12.2.3 Концевая заделка кабелей искробезопасных электрических цепей

В электроустановках с искробезопасными электрическими цепями, например в измерительных стойках и шкафах управления, зажимы искробезопасных электрических цепей должны быть надежно отделены от искроопасных (например, разделительной панелью или промежутком не менее 50 мм). Зажимы искробезопасных цепей должны быть промаркированы как искробезопасные. Все зажимы, вилки и розетки должны удовлетворять требованиям 6.3.1 и 6.3.2 ГОСТ Р 51330.10.

Там, где при размещении зажимов разделение цепей обеспечивается только воздушным промежутком, конструкция зажимов и метод монтажа должны предусматривать меры предосторожности для предотвращения замыкания между цепями в случае отсоединения проводника.

-12.2.4 Заземление искробезопасных электрических цепей

Искробезопасные электрические цепи могут быть:

- a) изолированными от земли, или
- b) соединены в одной точке с системой уравнивания потенциалов, если она существует в зоне, в которой расположены искробезопасные электрические цепи, *и если это предусмотрено технической документацией на электрооборудование.*

Метод монтажа должен быть выбран с учетом функциональных требований к цепям и в соответствии с инструкциями изготовителя.

Допускается наличие нескольких точек заземления цепи при условии, что она гальванически разделена на участки, каждый из которых имеет лишь одну точку заземления.

В изолированных от земли искробезопасных электрических цепях следует обращать внимание на опасность электростатических зарядов. Соединение с землей через резистор с сопротивлением 0,2—1 МОм, например, для снятия электростатических зарядов, не считают заземлением.

Искробезопасные электрические цепи должны быть заземлены, если это необходимо по соображениям безопасности, например в электроустановках с барьерами безопасности без гальванического разделения. Они могут быть заземлены в случае функциональной необходимости, например в цепи со сварными термopарами. Если искробезопасное электрооборудование не выдерживает испытание на электрическую прочность напряжением не менее 500 В относительно земли согласно ГОСТ Р 51330.10, оно должно быть заземлено.

В искробезопасных электрических цепях заземляющие зажимы барьеров безопасности без гальванического разделения должны быть:

- 1) соединены с системой уравнивания потенциалов самым коротким доступным путем, или
- 2) только для TN-S систем соединены с точкой заземления способом, который гарантирует, полное сопротивление между точками соединения и заземления основной системы питания не более 1 Ом. Это может быть достигнуто соединением с шиной заземления внутри выключателя или использованием отдельных заземляющих стержней. Используемый проводник должен быть изолирован чтобы предотвратить попадание токов короткого замыкания, которые могли бы протекать в металлических конструкциях, с которыми он может соприкасаться (например, корпус панели управления). Он должен также иметь механическую защиту в местах, где высок риск его повреждения.

Поперечное сечение заземляющего проводника должно представлять собой:

- либо не менее чем два независимых провода, каждый из которых способен пропускать максимальный возможный номинальный длительный ток и обладать проводимостью, соответствующей проводимости медного проводника с сечением не менее 1,5 мм²;
- либо не менее чем один провод, проводимость которого соответствует проводимости проводника, выполненного из меди, сечением не менее 4 мм².

Примечание — Для облегчения контроля следует использовать метод двух заземляющих проводов.

Если заземление не способно пропустить предполагаемый ток короткого замыкания системы питания, соединенной с входными зажимами барьера, то площадь поперечного сечения проводника должна быть соответственно увеличена или должны быть использованы дополнительные провода.

-12.2.5 Проверки искробезопасных электрических цепей

Если техническая документация на систему не позволяет установить параметры искробезопасной электрической цепи в целом, должны выполняться все требования 12.2.5 (и его подпунктов), *при этом итоговая оценка соответствия параметров искробезопасной электрической цепи данным требованиям осуществляется аккредитованной испытательной организацией.*

При монтаже искробезопасных электрических цепей, включая кабели, не должны превышать максимально допустимые значения индуктивности, емкости или отношения L/R и температуры поверхности. Допустимые значения указанных величин должны быть определены из документации на связанное электрооборудование или паспортной таблички.

-12.2.5.1 Искробезопасные электрические цепи только с одним присоединенным электротехническим устройством (электрооборудованием).

Сумма максимальной эффективной внутренней емкости C_i каждой составной части искробезопасного электрооборудования и емкости кабеля (кабели обычно рассматривают как сконцентрированную емкость, равную максимальной емкости между двумя смежными жилами) не должна превышать максимального значения C_0 , указанного на связанном электрооборудовании.

Сумма максимальной эффективной внутренней индуктивности L_i каждой составной части искробезопасного электрооборудования и индуктивности кабеля (кабели обычно рассматривают как сконцентрированную индуктивность, равную максимальной индуктивности двух максимально удаленных друг от друга жил кабеля) не должна превышать максимального значения L_0 , указанного на связанном электрооборудовании.

Если искробезопасное электрооборудование не обладает эффективной индуктивностью, а на связанном электрооборудовании указано значение отношения L/R , то при значении отношения L/R кабеля, измеренного между его двумя максимально удаленными друг от друга жилами, меньше этого значения, нет необходимости обеспечивать выполнение требования к L_0 .

T_{amb} — температура окружающего воздуха (обычно 40 °C).

-ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное)

-Г.7 Дополнительные требования к электропроводке, токопроводам и кабельным линиям

-Г.7.1 (7.3.92) *Во взрывоопасных зонах любого класса применение неизолированных проводников, в том числе токопроводов к кранам, талям и т.п., запрещается.*

-Г.7.2 (7.3.93) *В зонах классов 0, 1 должны применяться провода и кабели только с медными жилами. В зоне класса 2 допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.*

-Г.7.3 (7.3.94) *Сечения проводников силовых, осветительных и вторичных цепей в сетях напряжением до 1 кВ должны выбираться в соответствии с требованиями к электроустановкам общего назначения, но быть не менее сечения, принятого по расчетному току.*

-Г.7.4 (7.3.95) *Провода и кабели в сетях напряжением выше 1 кВ, прокладываемые во взрывоопасных любого класса, должны быть проверены по нагреву током КЗ.*

-Г.7.5 (7.3.96) *Защита питающих линий и присоединенных к ним электроприемников напряжением выше 1 кВ должна удовлетворять требованиям к электроустановкам общего назначения. Защита от перегрузок должна выполняться во всех случаях независимо от мощности электроприемника.*

Защита от многофазных КЗ и от перегрузки должна предусматриваться двухрелейной.

-Г.7.6 (7.3.97) *Проводники ответвлений к электродвигателям на напряжение до 1 кВ с короткозамкнутым ротором (кроме находящихся в зоне класса 2 и наружной установки) должны быть защищены от перегрузок, а их сечения должны допускать длительную нагрузку не менее 125 % номинального тока электродвигателя.*

-Г.7.7 (7.3.98) *Для электрического освещения в зонах классов 0 и 1 должны применяться двухпроводные групповые линии (см. также Г.8.2)*

-Г.7.8 (7.3.99) *В зонах классов 0 и 1 в двухпроводных линиях с нулевым рабочим проводником должны быть защищены от токов КЗ фазный и нулевой рабочий проводники. Для одновременного отключения фазного и нулевого рабочих проводников должны применяться двухполюсные выключатели.*

-Г.7.9 (7.3.100) *Нулевые рабочие и нулевые защитные проводники должны иметь изоляцию,*

равноценную изоляции фазных проводников.

-Г.7.10 (7.3.101) Гибкий токопровод на напряжение до 1 кВ во взрывоопасных зонах любого класса следует выполнять переносным гибким кабелем с медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой маслобензиностойкой оболочке, не распространяющей горение.

-Г.7.11 (7.3.102) Во взрывоопасных зонах всех классов запрещается применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

-Г.7.12 (7.3.106) Использование соединительных и ответвительных коробок для выполнения разделительных уплотнений не допускается.

-Г.7.13 (7.3.107) Разделительные уплотнения, установленные в трубах электропроводки, должны испытываться избыточным давлением воздуха 250 кПа (около 2,5 ат.) в течение 3 мин. При этом допускается падение давления не более чем до 200 кПа (около 2 ат.).

-Г.7.14 (7.3.108) 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.).

-Г.7.15 (7.3.109) Длину кабелей на напряжение выше 1 кВ, прокладываемых во взрывоопасных зонах любого класса, следует по возможности ограничивать.

-Г.7.16 (7.3.110) Допустимые длительные токи на кабели, засыпанные песком, должны приниматься в соответствии с требованиями к электроустановкам общего назначения как для кабелей, проложенных в воздухе, с учетом поправочных коэффициентов на число работающих кабелей.

-Г.7.17 (7.3.111) Во взрывоопасных зонах любого класса запрещается устанавливать соединительные и ответвительные кабельные муфты, за исключением искробезопасных цепей.

-Г.7.18 (7.3.112) Ввод трубных электропроводок в машины и аппараты, имеющие вводы только для кабелей запрещается.

-Г.7.19 (7.3.113) Разделительное уплотнение не ставят, если:

а) труба с кабелем выходит наружу, а кабели прокладывают далее открыто;

б) труба служит для защиты кабеля в местах возможных механических воздействий и оба конца ее находятся в пределах одной взрывоопасной зоны.

-Г.7.20 (7.3.115) Через взрывоопасные зоны любого класса, а также на расстояниях менее 5 м по горизонтали и вертикали от взрывоопасной зоны запрещается прокладывать не относящиеся к данному технологическому процессу (производству) транзитные электропроводки и кабельные линии всех напряжений. Допускается их прокладка на расстоянии менее 5 м по горизонтали и вертикали от взрывоопасной зоны при выполнении дополнительных защитных мероприятий, например прокладка в трубах, в закрытых коробах, в полах.

-Г.7.21 (7.3.118) Допустимые способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах приведены в таблице Г.2

Таблица Г.2 (7.3.14) — Допустимые способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах

Кабели и провода	Способ прокладки	Класс зоны
Бронированные кабели	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	Любой
Небронированные кабели в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках	Открыто — при отсутствии механических и химических воздействий; по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в лотках, на тросах Открыто — в коробах Открыто и скрыто — в стальных водогазопроводных трубах	2 Любой
Изолированные провода	Открыто и скрыто — в стальных водогазопроводных трубах	Любой
Примечание — Для искробезопасных электрических цепей во взрывоопасных зонах любого класса разрешаются все перечисленные в таблице способы прокладки проводов и кабелей.		

-Г.7.22 (7.3.120) Наружную прокладку кабелей между взрывоопасными зонами рекомендуется выполнять открыто: на эстакадах, тросах, по стенам зданий и т.п., избегая по возможности прокладки в подземных кабельных сооружениях (каналах, блоках, туннелях) и траншеях.

-Г.7.23 (7.3.121) По эстакадам с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ помимо кабелей, предназначенных для собственных нужд (для управления задвижками трубопроводов, сигнализации, диспетчеризации и т.п.), допускается прокладывать до 30 бронированных и небронированных силовых и контрольных кабелей, стальных водогазопроводных труб с изолированными проводами.

Небронированные кабели должны прокладываться в стальных водогазопроводных трубах или стальных коробах.

Бронированные кабели следует применять в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках, не распространяющих горение. Рекомендуется эти кабели выбирать «без подушки». При этом стальные трубы электропроводки, стальные трубы и короба с небронированными кабелями и бронированные кабели следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

При числе кабелей более 30 следует прокладывать их по кабельным эстакадам и галереям. Допускается сооружать кабельные эстакады и галереи на общих строительных конструкциях с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ при выполнении противопожарных мероприятий. Допускается прокладка небронированных кабелей.

-Г.7.24 (7.3.122) Кабельные эстакады могут пересекать эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ как сверху, так и снизу, независимо от плотности по отношению к воздуху транспортируемых газов.

Строительные конструкции эстакад и галерей должны соответствовать требованиям к электроустановкам общего назначения.

При количестве кабелей до 15 в месте пересечения допускается не сооружать кабельных эстакад, кабели могут прокладываться в трубном блоке или плотно закрываемом стальном коробе с толщиной стенки не менее 1,5 мм.

-Г.7.25 (7.3.123) Кабельные эстакады и их пересечения с эстакадами трубопроводов с горючими газами и ЛВЖ должны удовлетворять следующим требованиям.

1) Все конструктивные элементы кабельных эстакад (стойки, настил, ограждения, крыша и др.) должны сооружаться из негорючих материалов.

2) На участке пересечения плюс до 1,5 м в обе стороны от внешних габаритов эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ кабельная эстакада должна быть выполнена в виде закрытой галереи. Пол кабельной эстакады при прохождении ее ниже эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ должен иметь отверстия для выхода попавших внутрь нее тяжелых газов.

Ограждающие конструкции кабельных эстакад, пересекающихся с эстакадами с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ, должны быть негорючими и соответствовать требованиям к электроустановкам в взрывоопасных зонах.

3) ...

4) В местах пересечения на кабелях не должны устанавливаться кабельные муфты.

5) Расстояние в свету между трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и кабельной эстакадой или трубным блоком с кабелями либо электротехническими коммуникациями должно быть не менее 0,5 м.

-Г.7.26 (7.3.124) Наружные кабельные каналы допускается сооружать на расстоянии не менее 1,5 м от стен помещений со взрывоопасными зонами всех классов. В месте входа во взрывоопасные зоны этих помещений каналы, должны засыпаться песком по длине не менее 1,5 м.

-Г.7.27 (7.3.125) В кабельных каналах, проходящих во взрывоопасной зоне вне помещений или по территории от одной взрывоопасной зоны до другой, через каждые 100 м должны быть установлены песочные перемычки длиной менее 1,5 м по верху.

-Г.7.28 (7.3.126) Во взрывоопасных зонах любого класса допускается прокладка кабелей в блоках. Выводные отверстия для кабелей из блоков и стыки блоков должны быть плотно заделаны негорючими материалами.

-Г.7.29 (7.3.127) Сооружение кабельных туннелей на предприятиях с наличием взрывоопасных зон не рекомендуется. При необходимости кабельные туннели могут сооружаться при выполнении следующих условий.

1) Кабельные туннели должны прокладываться, как правило, вне взрывоопасных зон.

2) При подходе к взрывоопасным зонам кабельные туннели должны быть отделены от них негорючей перегородкой с пределом огнестойкости 0,75 ч.

3) Отверстия для кабелей и труб электропроводки, вводимых во взрывоопасную зону, должны быть плотно заделаны негорючими материалами.

4) В кабельных туннелях должны быть выполнены противопожарные мероприятия в соответствии с требованиями к электроустановкам в невзрывоопасных зонах.

5) Выходы из туннеля, а также выходы вентиляционных шахт туннеля должны находиться вне взрывоопасных зон.

-Г.7.30 (7.3.128) Открытые токопроводы на напряжение до 1 кВ и выше гибкой и жесткой конструкции допускается прокладывать по территории предприятия со взрывоопасными зонами на специально для этого предназначенных эстакадах или опорах.

Прокладывать открытые токопроводы на эстакадах с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и эстакадах КИПиА запрещается.

-Г.7.31 (7.3.129) Токопроводы на напряжение до 10 кВ в оболочке со степенью защиты IP54 могут прокладываться по территории предприятия со взрывоопасными зонами на специальных эстакадах, эстакадах с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и эстакадах КИПиА, если отсутствует возможность вредных наводок КИПиА от токопроводов. Токопроводы следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

-Г.8 Дополнительные требования к защите от опасного искрения

-Г.8.2 (7.3.135) В электроустановках на напряжение до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью нулевой защитный проводник должен выполняться:

а) в силовых сетях во взрывоопасных зонах любого класса — отдельной жилой кабеля или провода;

б) в осветительных сетях в зоне класса 2 — на участке от светильника до ближайшей ответвленной коробки — отдельным проводником, присоединенным к нулевому рабочему проводнику в ответвленной коробке;

в) в осветительных сетях в зонах классов 0 и 1 — отдельным проводником, проложенным от светильника до ближайшего группового щитка.

На участке сети от РУ и ТП, находящихся вне взрывоопасной зоны, до щита, сборки, распределительного пункта и т.п., также находящихся вне взрывоопасной зоны, от которых осуществляется питание электроприемников, расположенных во взрывоопасных зонах любого класса, допускается в качестве нулевого защитного проводника использовать алюминиевую оболочку питающих кабелей.

-Г.8.3 (7.3.136) Нулевые защитные проводники во всех звеньях сети должны быть проложены в общих оболочках, трубах, коробах, пучках с фазными проводниками.

-Г.8.4 (7.3.137) В электроустановках напряжением до 1 кВ и выше с изолированной нейтралью заземляющие проводники допускается прокладывать как в общей оболочке с фазными проводниками, так и отдельно от них.

Магистраль заземления должны быть присоединены к заземлителю в двух или более разных местах и по возможности с противоположных концов помещения.

-Г.8.5 (7.3.138) Использование металлических конструкций зданий, конструкций производственного назначения, стальных труб электропроводки, металлических оболочек кабелей и т.п. в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников допускается только как дополнительное мероприятие.

-Г.8.6 (7.3.139) В электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью в целях обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или нулевой защитный проводник возник ток КЗ, превышающий не менее чем в четыре раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя и не менее чем в шесть раз ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику.

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (без выдержки времени), следует руководствоваться требованиями, касающимися кратности тока КЗ для электроустановок общего назначения.

-Г.8.7 (7.3.140) Расчетная проверка полного сопротивления петли фаза — нуль в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью должна предусматриваться для всех электроприемников, расположенных в зонах классов 0 и 1, и выборочно (но не менее 10 % общего количества) для электроприемников, расположенных в зоне класса 2 и имеющих наибольшее сопротивление петли фаза — нуль.

-Г.8.8 (7.3.141) Проходы специально проложенных нулевых защитных (заземляющих) проводников через стены помещений со взрывоопасными зонами должны производиться в отрезках труб или в проемах. Отверстия труб и проемов должны быть уплотнены несгораемыми материалами. Соединение нулевых защитных (заземляющих) проводников в

местах проходов не допускается.

9.2.2 Требования к выбору и исполнению электропроводок, применяемых в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61241-1-2.

Извлечения из ГОСТ Р МЭК 61241-1-2:

-9 Системы электропроводки

-9.1 Типы электропроводки

-9.1.1 Типы электропроводки, которые могут использоваться в зоне классов 20, 21 и 22:

- кабели, протянутые в навинчивающемся, жестко соединенном или в сварном трубопроводе, или

- кабели, которые одновременно защищены от механического повреждения и проникновения пыли.

-9.1.2 Примеры типов кабеля, отвечающих этим требованиям:

- кабели с термопластичной или эластомерной изоляцией, экранированные или бронированные кабели с поливинилхлоридной, полихлорпропиленовой или с подобной оболочкой;

- кабели, заключенные в бесшовную алюминиевую оболочку с бронированием или без нее;

- кабели с минеральной изоляцией и металлической оболочкой с изоляционной оплеткой или без нее.

Примечание — Кабели с минеральной изоляцией могут потребовать доработки конструкции для того, чтобы ограничить температуру поверхности.

-9.1.3 Кабельные сети должны быть установлены, насколько это реально, в местах, защищенных от механического повреждения, коррозионного или химического воздействия и нагревания. Если эти воздействия устранить невозможно, следует принять необходимые меры предосторожности, например, разместить кабели в трубопроводе или выбрать соответствующий кабель (чтобы свести к минимуму риск механического повреждения, могут использоваться экранированные, обшитые алюминием, изолированные минералом кабели, или полужесткие бронированные кабели).

-9.1.4 Если кабель или системы трубопровода подвергаются вибрации, они должны быть сконструированы таким образом, чтобы противостоять вибрации без повреждения.

Примечание — Необходимо принимать меры предосторожности для предотвращения повреждения обшивки или изоляционного материала поливинилхлоридных кабелей, когда они должны использоваться при температурах ниже минус 5 °С.

-9.2 Накопление электростатических зарядов

Кабельные линии должны быть смонтированы так, чтобы они не подвергались воздействию трения частиц пыли и на них не накапливался электростатический заряд, обусловленный фрикционным эффектом. Необходимо принять меры предосторожности, чтобы предотвратить накопление статического электричества на поверхности кабелей.

-9.3 Скопление пыли

Кабельные линии должны быть смонтированы так, чтобы на них накапливалось минимальное количество пыли и они были доступны для очистки. Когда для размещения кабелей используют кабельные желоба, кабельные трубопроводы или углубления, необходимо принять меры предосторожности для того, чтобы предотвратить проникновение или скопление горючей пыли в таких местах.

-9.4 Кабельные и трубные вводы

-9.4.1 Изготовитель должен указать в документах, представленных согласно 20.2 ГОСТ Р МЭК 61241-1-1, предназначенные для использования кабельные или трубные вводы, их расположение на электрооборудовании и максимально допустимое количество.

-9.4.2 Кабельные и трубные вводы должны быть сконструированы и установлены таким образом, чтобы они не изменяли вид защиты электрооборудования, на котором они установлены. Это относится ко всем размерам кабеля, которые указаны изготовителем для данного типа кабельного ввода.

-9.4.3 Трубный ввод должен ввинчиваться в резьбовое отверстие или фиксироваться в отверстии:

- в стенке оболочки или

- в дополнительной пластине адаптера, укрепленной в оболочке или на ее стенках, или
- в соединительной коробке, встроенной или прикрепленной к стенке оболочки.

-9.4.4 Заглушки, предназначенные для закрытия отверстий в стенках электрооборудования, когда отсоединены кабельные или трубные вводы, должны вместе со стенкой оболочки электрооборудования удовлетворять требованиям соответствующего вида защиты. Заглушки должны удаляться только при помощи инструмента.

-9.5 Вспомогательные устройства

Если используются вспомогательные устройства (например, соединительные коробки) для соединения кабелей и электрооборудования, они должны иметь ту же степень защиты, что и применяемая оболочка.

-9.6 Направление электропроводки

Кабели, не связанные с электрооборудованием в опасных зонах, должны проходить вне этих зон. Если это невыполнимо, кабели должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

-9.7 Тепловой режим

Если скопление пыли на кабелях мешает свободной циркуляции воздуха, следует снизить токовую нагрузку кабеля, особенно при наличии пыли с низкой температурой самовоспламенения

-9.8 Перегородки

Отверстие в стенке, перегородке или перекрытии, создающих пылевой заслон, должно быть выполнено таким образом, чтобы не допускать проникновения или скопления пыли.

-9.9 Гибкое соединение

Для стационарного электрооборудования, которое изредка может перемещаться на малые расстояния (например, электродвигатели на направляющих рельсах), присоединение кабеля должно допускать необходимое перемещение без нарушения целостности кабеля. Может использоваться тип кабеля, пригодный для применения с передвижным оборудованием. Для соединения стационарной электропроводки с оборудованием, требующим перемещения, необходимо использовать распределительные коробки, если стационарная электропроводка не позволяет производить требуемое перемещение. Конструкция гибкого металлического трубопровода и его соединений должна обеспечивать целостность кабеля. Должны использоваться соответствующее заземление или соединение. Гибкий трубопровод не должен быть единственным средством заземления. Гибкий трубопровод должен быть непроницаемым для пыли, и его использование не должно ухудшать целостность оболочки оборудования, к которому он присоединен. Если в переносном электрооборудовании металлическая гибкая броня или защитный экран вмонтированы в кабель, это не должно использоваться как единственный защитный провод.

-9.10 Системы металлического трубопровода

Системы металлического трубопровода, используемые в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли, должны быть непроницаемы для пыли и дополнительно соответствовать требованиям 9.12.

-9.11 Системы пластикового трубопровода

В зонах невысокого риска механического повреждения может быть использован жесткий пластиковый трубопровод и соединительные части, отвечающие условиям испытания по таблице 4 ГОСТ Р 51330.0. Система трубопровода должна быть пыленепроницаемой. Соединения трубопровода должны либо отвечать требованиям 9.12, либо должны быть сварными.

-9.12 Соединения трубопровода

Соединения между корпусом электрооборудования и съемными частями, такими как крышки, смотровые пластины и т.п., должны быть или уплотненными, или резьбовыми, или соединенными муфтами, или фланцевыми, или комбинацией всех этих соединений.

В уплотненных или простых фланцевых соединениях необходимо использовать достаточное количество стягивающих болтов, шурупов или зажимных элементов других видов для того, чтобы обеспечить соприкосновение фланцев по всей площади.

Соединения между трубопроводом и соединительной коробкой должны соответствовать требованиям технических условий на электрооборудование, и эти соединения должны быть либо уплотненными, либо резьбовыми, либо соединенными муфтами, либо фланцевыми, либо комбинацией всех этих соединений.

Резьбовые соединения должны иметь количество витков, обеспечивающее ее необходимую степень защиты оболочки. Может использоваться герметик, если допускается неразрывность соединений.

9.2.3 Требования к электропроводам по ПУЭ

9.2.3.1 К монтажу электропроводок в пожаро- и во взрывоопасных зонах может быть допущен персонал, изучивший специальные требования, изложенные в настоящей инструкции, прошедший проверку знаний и допущенный к этим работам.

9.2.3.2 Запрещается приступать к работам в пожаро- и во взрывоопасных зонах действующих производств без оформления допуска с проведением организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности.

9.2.3.3 При производстве работ на действующем предприятии проект производства работ должен быть разработан с учетом нормативных документов, действующих на предприятии и согласован с администрацией предприятия. Мероприятия, определенные проектом производства работ должны предотвратить возможность создания условий для возникновения пожара или взрыва вследствие технологических операций или временной разгерметизации проемов, проходов между различными помещениями и зонами. В связи с чем, должен быть утвержден порядок вскрытия проходов на время выполнения монтажной операции и временного восстановления уплотнений во время перерывов в работе. Должно быть обращено внимание на устранение таких опасных факторов, как образование искр от соударений, образования высоковольтных разрядов (до 30-50 кВ) от накопления зарядов при подаче сухого воздуха на пневмоинструменты и др.

9.2.3.4 Любые изменения рабочей документации должны производиться проектной организацией, допущенной к проектированию пожаро- и взрывоопасных производств.

9.2.3.5 Кабельно-проводниковая продукция, вспомогательные материалы и конструкции, применяемые при монтаже электропроводок, должны строго соответствовать спецификациям рабочей документации.

9.2.3.6 Электропроводки, присоединяемые к электрооборудованию с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» должны удовлетворять следующим условиям:

- а) использование одного кабеля для искробезопасных и прочих цепей не допустимо;
- б) провода искробезопасных цепей высокой частоты не должны иметь петель (обратить внимание на формирование жгутов около клеммников, где по конструкции жгута обычно формируются петлеобразные запасы длины для многократного подключения жилы, а также на подключения к прибору, в особенности к приборам с выдвижными блоками, к переходам на двери и поворотные рамы);
- в) искробезопасные цепи должны быть защищены от наводок проектными решениями, например, небронированные, неэкранированные кабели, проходящие около источников переменных электромагнитных полей, должны быть проложены в стальных трубах или в стальных коробах;
- г) индуктивность и емкость искробезопасных цепей, включая присоединенные кабели, не должны превышать максимальных значений, оговоренных в технической документации на аппарат с искробезопасными цепями. Если документацией предписывается использование конкретного типа кабеля и максимальная его длина, то отклонения от этого требования допустимо только при наличии заключения испытательной организации. Из этого следует, что если при прокладке электрической проводки фактическая длина кабеля (провода) оказалась выше указанной в кабельном журнале, следует сообщить проектной организации для проверки допустимости увеличения длины проводки.

9.2.3.7 В пожаро- и во взрывоопасных зонах не допускается установка муфт на кабелях, за исключением муфт на кабелях с искробезопасными цепями.

9.2.3.8 Бронированные кабели в пожаро- и во взрывоопасных зонах могут монтироваться всеми способами без ограничения. В зонах классов ВП, ВПа прокладка кабелей должна осуществляться таким образом, чтобы скопление пыли на проводках было минимальным и была возможность удалять пыль с проводки. Основное отличие заключается в необходимости выполнения разделительных уплотнений в местах подключения кабелей к искроопасному оборудованию.

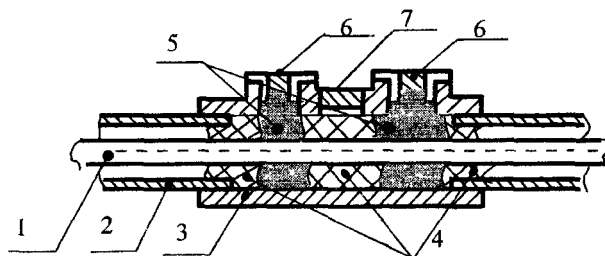
9.2.3.9 Ввод кабелей во взрыво пожарозащищенное оборудование или оборудование с

искробезопасными электрическими цепями должен производиться в соответствии с заводской инструкцией на это оборудование без выполнения каких-либо дополнительных разделительных или уплотнительных устройств.

9.2.3.10 При проходе кабелей через строительные ограждающие конструкции следует выполнять герметизацию прохода в соответствии с требованиями, изложенными в 3-ей части настоящей инструкции.

9.2.3.11 При проходе кабелей или проводов из взрывоопасной зоны VI или VIa в защитной трубе во взрывоопасную зону другого класса, с другой категорией или группой взрывоопасной смеси, или в невзрывоопасную зону, после прокладки кабелей или проводов должно быть выполнено локальное уплотнение трубопровода и его испытание в порядке, изложенном в разделе 4 РМ14-177-05 ч. 1.

Общий вид локального уплотнения в разрезе приведен на рис. 9.2.



- 1 — провода, кабель; 2 — защитная труба; 3 — корпус коробки локального уплотнения;
4 — волокнистый наполнитель; 5 — кабельная мастика; 6 — пробки для заправки мастики;
7 — пробка для испытания уплотнения коробки

Рисунок 9.2

9.2.3.12 В пожароопасных зонах в тонкостенных электросварных трубах допускается прокладка медных проводов сечением до 3 мм² и алюминиевых - до 5 мм².

При прокладке проводов и кабелей в стальных защитных трубах с сечением жил выше указанного недопустимо применение протяжных коробок и стальных защитных труб с толщиной стенки менее 2,5 мм.

9.2.3.13 Применяемые в пожароопасных зонах соединительные и протяжные коробки должны быть рассчитаны на установку в этих зонах, о чем должно иметься указание в паспорте или технических условиях на эти изделия.

9.2.3.14 В пожароопасных установках всех классов запрещается применять для выполнения ответвлений:

- скрутку жил проводов и кабелей без пайки;
- легкоплавкие припои (сплавы висмут-олово-свинец-кадмий);
- сжимы в пластмассовых корпусах.

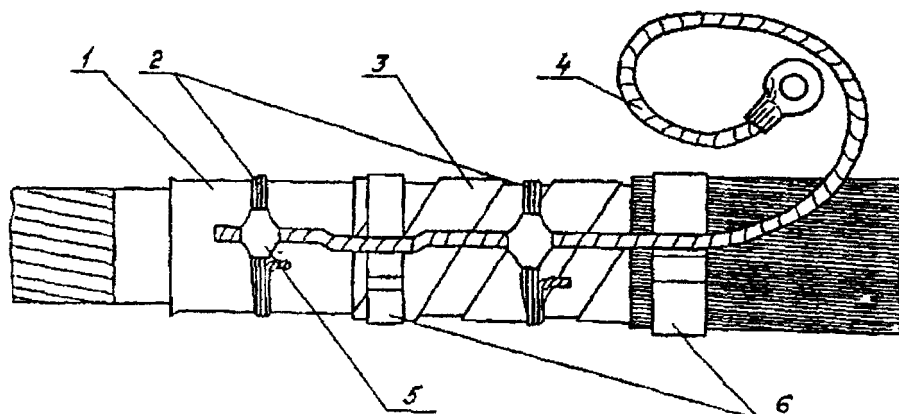
10 Заземление оболочек проводов и кабелей

Заземление металлических (свинцовых или алюминиевых) оболочек и брони кабелей осуществляется при помощи гибких заземляющих проводников путем присоединения их к узлам заземления.

Работы по заземлению металлических оболочек и брони выполняются в следующей последовательности:

- а) произвести обрезку и удаление покрова брони оболочек, наложив бандажи из металлической ленты, как показано на рис. 10.1;
- б) очистить броню от битумного лака ветошью, смоченной органическими растворителями, и непосредственно перед лужением обезжирить броню и оболочку ацетоном;
- в) очистить от оксидной пленки металлические поверхности металлической щеткой или другими средствами;
- г) ленты брони (две смежные) лудят припоем ПОС-30 с канифолью;
- д) свинцовую оболочку облуживают припоем ПОС-30 с применением в качестве флюса канифоли или стеарина;
- е) алюминиевую оболочку облуживают в два приема, сначала место пайки облуживается припоем марки «А», а затем припоем ПОС-30. Припой марки «А» растирают нагретым

паяльником в течение 25-30 сек (при меньшей продолжительности полуда будет ненадежна). Во избежание перегрева пластмассовых шланговых оболочек и изоляции жил пайку производят не более 3х минут, иначе следует сделать перерывы для промежуточного охлаждения кабеля;



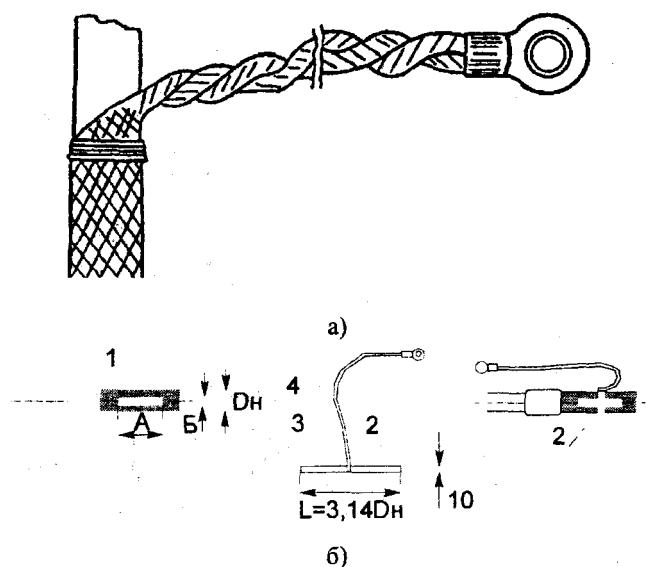
1 — металлическая оболочка кабеля; 2 — бандаж из 3-4 витков медной луженой проволоки; 3 — броня кабеля из стальных лент; 4 — заземляющий проводник; 5 — пайка припоем ПОС-30; 6 — бандаж из стальной ленты.

Рисунок 10.1

ж) произвести наложение бандажей из медной луженой проволоки и пропаять контакты заземляющего проводника с бандажами и залуженными участками брони и оболочек;

з) место пайки зачистить от флюса и покрыть несколькими слоями защитного лака. В сырых помещениях, туннелях место пайки защищают горячим битумом. Допустимо применить глифталевый лак или масляную краску.

Заземление панцирных оплеток проводов и кабелей производится в следующей последовательности.



а) с использованием материала оплетки; б) с использованием заземляющего проводника.

1 — площадка, залуживаемая припоем ПОС-30; 2 — места пайки припоем ПОС-30; 3 — полоса стальная; 4 — проводник заземляющий.

Рисунок 10.2 Заземление панцирных оплеток кабеля

От конца кабеля отмеряют расстояние до места крепления перед сборкой зажимов или до ввода в прибор, разъем и т.п. и на расстоянии 5-10 мм от этой отметки на панцирную оплетку накладывают бандаж из 6-7 витков медной проволоки диаметром 0,4-0,5 мм. Расплетают

оплетку от конца кабеля до бандажа, разделяют оплетку на две равные пряди, скручивают каждую прядь в отдельности, а затем обе пряди между собой и устанавливают наконечник по рис. 10.2.а, либо припаивают заземляющий проводник по рис. 10.2.б.

Таблица 9 Размеры к рисунку 10.2

Диаметр кабеля, D_n , мм	Размер, мм	
	А	Б
От 9 до 15	55	4
От 15 до 19	85	4
От 19 до 34	60	6
От 34 до 50	75	6

11 Проверка и испытания электрических проводов

11.1 Полностью смонтированные электропроводки независимо от назначения и классов помещения, где они проложены, перед проведением испытаний должны быть подвергнуты внешнему осмотру, которым устанавливается соответствие смонтированных кабельных проводок проекту и требованиям настоящего РМ.

11.2 Электрические проводки к приборам и средствам автоматизации испытываются на сопротивление изоляции между всеми жилами кабеля, провода, а также между каждой жилой и металлической защитной оболочкой кабеля или провода, между каждой жилой и контуром заземления, если отсутствует металлическая оболочка.

Измерение сопротивления изоляции кабельных проводок производится мегаомметром на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции не должно быть менее 1 МОм.

В случае, если величина сопротивления изоляции окажется ниже указанной нормы, должны быть проведены испытания на электрическую прочность повышенным напряжением промышленной частоты 1000 В или мегаомметром на напряжение 2500 В. Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

Приборы, аппараты и проводки не допускающие испытания мегаомметром 1000 В, должны быть отключены.

По результатам измерения сопротивления изоляции составляется акт по форме приведенной в приложении 5 РТМ 36.22.2-97 [6].

11.3 Поиск мест повреждений кабеля может быть выполнен в порядке, описанном ниже.

Наиболее частыми являются повреждения кабелей, проложенных в земле.

При повреждении кабельной линии прежде всего необходимо определить характер повреждения. В большинстве случаев для этого бывает достаточно с помощью мегаомметра произвести с обоих концов линии следующие измерения:

а) определение сопротивления изоляции каждой токоведущей жилы кабельной линии по отношению к земле;

б) определение сопротивления изоляции между каждой парой токоведущих жил;

в) определение целостности токоведущих жил.

Перед производством измерений кабельная линия должна быть отсоединена от питающего источника и от всех токоприемников.

После того как произведены все необходимые измерения, составляется схема вида повреждений кабельной линии и записывается сопротивление изоляции каждой жилы по отношению к земле.

Примеры повреждений показаны на рис. 11.1. При обрыве одной жилы кабеля (рис. 11.1а) измеряют емкость оборванной жилы C_1 , с одного конца, а затем емкость этой же жилы с другого конца.

Длину кабельной линии делят пропорционально полученным емкостям определяя расстояние до места повреждения по формуле:

$$l_x = \frac{L \cdot C_1}{C_1 + C_2}$$

Если один конец оборванной жилы кабеля имеет глухое заземление (рис. 10.1б), то измеряют емкость другого незаземленного конца оборванной жилы C_1 и емкость целой жилы C . В этом случае расстояние до места повреждения определяется по формуле:

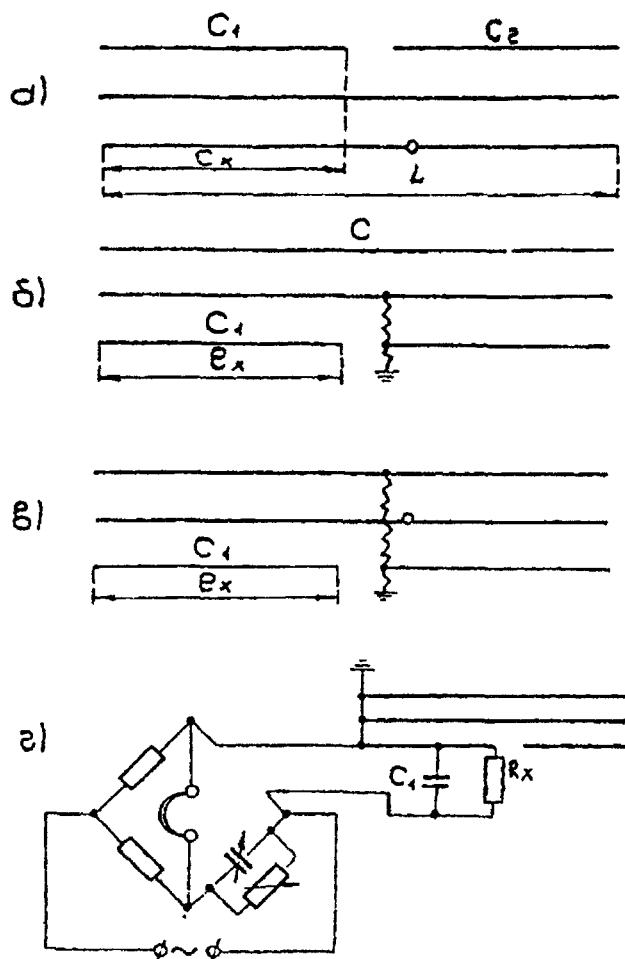
$$l_x = \frac{L \cdot C_1}{C}$$

Если характер повреждения имеет вид, приведенный на рис. 11.1в, то расстояние до места повреждения определяют по формуле:

$$l_x = \frac{C \cdot 1000}{C_0}$$

где C_0 - удельная емкость одной жилы для данного напряжения и сечения кабеля при заземлении всех остальных жил принимается по заводским или паспортным данным.

При измерении жилы должны заземляться, за исключением той жилы, емкость которой измеряется.



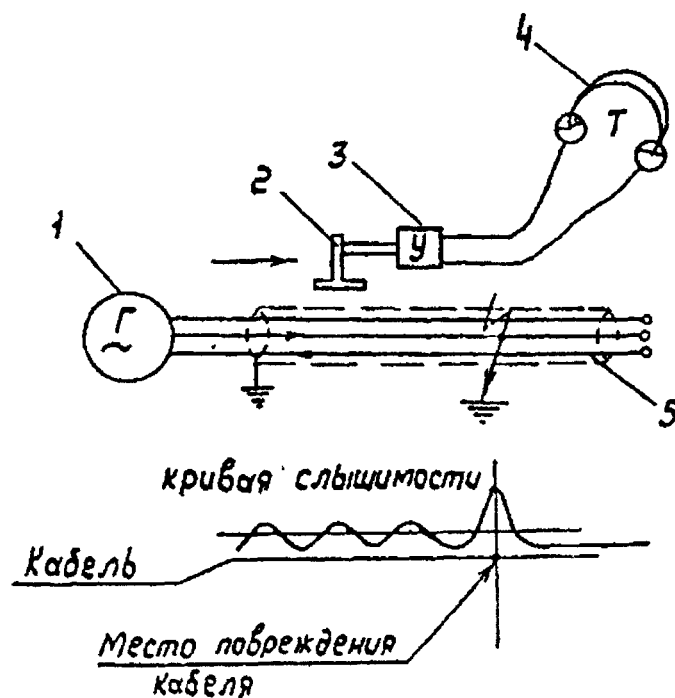
а, б, в) Виды повреждений кабелей; г) Схема для определения емкости
Рисунок 11.1

Измерение емкости можно производить мостом переменного тока (рис. 11.1г) с питанием от генератора 1000 Гц, 10-20 В·А. Контроль баланса моста производится телефоном.

Емкостной метод определяет приблизительно место повреждения кабеля.

Для более точного определения места повреждения кабеля непосредственно на трассе используют индукционный метод, который основан на принципе прослушивания с поверхности земли с помощью телефонных трубок звука, создаваемого магнитным полем, в результате протекания по жилам кабеля тока тональной частоты.

Для создания магнитного поля при применении индукционного метода собирается схема по рис. 11.2.



1. Генератор звуковой частоты (800-3000 Гц). 2. Индукционная рамка.
3. Усилитель. 4. Телефон. 5. Кабель
Рисунок 11.2

Оператор, снабженный рамкой (антенной), усилителем и телефоном, отправляется в заранее приблизительно определенную емкостным методом зону повреждения, где передвигаясь по трассе кабельной линии определяет ее расположение по звуку в телефоне и сверяет ее с исполнительной схемой.

Звук в телефоне будет слышен на участке трассы, где по кабелю протекает ток звуковой частоты, т.е. на участке от генератора до места повреждения. За местом повреждения ток по жилам не проходит, и поэтому звук прекращается.

Одним из наиболее точных и удобных методов отыскания места повреждения кабеля, является импульсный метод.

Импульсный метод основан на измерении времени пробега импульса электромагнитной волны, посылаемого в поврежденную линию от места измерения до места повреждения и обратно.

Время такого пробега импульса (мксек):

$$t = 2 \frac{l_x}{v}$$

где: l_x - расстояние до места повреждения (м);

v - скорость распространения импульса (160+1 м/мксек).

Измерения проводятся приборами типа ИКЛ-5 и его модификаций Р5-1 и Р5-5 или другими аналогичными.

Процесс посылки импульса в кабель отражается на экране ЭЛТ прибора, на который нанесена линия масштабных отметок времени. Время пробега импульса измеряют с помощью вырабатываемых прибором калибровочных импульсов следующих друг за другом через определенное время (2 мксек).

Расстояние до места повреждения определяется по экрану согласно:

$$l_x = n \cdot v \text{ (м)}$$

где n - количество масштабных отметок времени на экране от места измерения до места повреждения.

Полярность отраженного импульса указывает на характер повреждения. Выброс вверх указывает на обрыв (увеличение волнового сопротивления), выброс вниз - короткое замыкание (уменьшение волнового сопротивления).

В начале измерений прибор подключают к исправной жиле, отмечают картину распространения импульса и определяют, какому импульсу соответствует полная длина линий.

При известной длине кабеля фактическая скорость распространения импульса в линии определяется по формуле:

$$v = \frac{L}{n} \text{ (м/мксек)}$$

где: L - полная длина кабеля (м).

После переключения прибора на поврежденную жилу расстояние до места повреждения определяют по формуле: $l_x = n \cdot v$ (м).

Прибор позволяет работать в полевых условиях как от сети переменного, так и постоянного тока.

12 Контроль качества выполняемых работ

Контроль качества работ должен осуществляться на всех стадиях их выполнения и подразделяться на входной, операционный, приемочный и инспекционный.

Входной контроль должен предусматривать:

проверку рабочей документации на ее комплектность и полноту содержания, внешний осмотр поступивших на склад монтажных изделий, кабелей и проводов на соответствие сопроводительным документам (паспортам, сертификатам и т.п.);

проверку состояния строительной готовности объекта, качества монтажа конструкций для прокладки проводов и кабелей - защитных труб, сборных кабельных конструкций, лотков, коробов и т.п.

Операционный контроль должен производиться в ходе выполнения работ и обеспечивать строгое соблюдение технологии работ, своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению. При этом должны использоваться утвержденные документы на выполняемые виды работ (ОТТ - общие технологические требования и ТТП - типовые технологические процессы), а также указания по монтажу, приведенные в сопроводительных и нормативных документах на полученные монтажные изделия для монтажа электрических проводок, провода и кабели.

При приемочном контроле следует производить контроль качества как промежуточный в ходе строительства, так и при приемке в эксплуатацию законченных отдельных сооружений и объекта в целом.

Промежуточная приемка выполненных работ должна производиться представителями технического надзора, назначаемыми заказчиком.

При освидетельствовании скрытых работ (приложение Б) должны быть составлены акты за подписями представителей заказчика и подрядчика.

Запрещается выполнение последующих работ при отсутствии актов освидетельствования предшествующих скрытых работ.

При инспекционном контроле производится выборочная проверка соблюдения технологической дисциплины и качества работ. Инспекционный контроль осуществляется комиссиями, назначенными приказом по организации, или отдельными работниками, наделенными соответствующими полномочиями.

Рекомендуемая схема проведения контроля приведена в таблице 10.

Таблица 10

Виды работ или операций	Виды контроля		
	Входной	Операционный	Приемочный
Подготовительные операции:			
Приемка объекта под монтаж кабельных проводок;	п. 6.1, 6.2		
Приемка проводов, кабелей и монтажных изделий	п. 6.3, 6.4		
Проверка квалификационных характеристик и навыков монтажного персонала на соответствие составу работ	Соответствие разрядов и опыта работы исполнителей требованиям ОТТ		

Прокладка проводов и кабелей: Открыто; В защитных трубах, каналах, канализации	7.1 Проверка защитных труб и каналов, п. 7.1, 8.1.1, 8.1.2	7.3, 7.4, 7.14, 7.15 Проверка соблюдения ТТП 7.3, 7.4, 7.14, 7.15, 8.1.4	7.14, 7.15, 7.16, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.9, 10 Проверка состояния проложенных проводов, их маркировки, проведение проверки состояния изоляции. 8.1, 8.9, 10
В грунте	Приемка траншей на соответствие проекту и действующим нормативам: профиль трассы, ширина, глубина, состояние подсыпки, возможности производства работ методами, предусмотренными ППР, ПОС. п. 7.1, 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3	Осмотр состояния кабелей на барабане после вскрытия обшивки. При наличии повреждений проведение испытаний и проверок соответствии с разделом 8. 7.3, 7.4, 7.14, 8.7.1, 8.7.8	Приемка проложенных кабелей перед засыпкой траншеи: осмотр трассы проложенного кабеля, состояние покровов кабелей, промежуточная проверка состояния изоляции, и маркировочных бирок и в промежуточной заделки концов. Составление акта на скрытые работы. После засыпки трассы и окончания всех работ проверка состояния трассы, установки маркеров и указателей. п. 7.14, 8.7.6, 8.7.7, 8.7.9, 8.7.10, 8.7.11, 8.9, 10
Испытания проводов и кабелей	В случае выявления повреждений проводов и кабелей на барабане или на бухте. п. 6.4	Перед засыпкой траншей	Испытание проводки в объеме требований рабочей и нормативной документации. Оформление акта сдачи-приемки

Примечания. 1 При выполнении работ в пожаро- и взрывоопасных зонах в дополнение к указанным в таблице видам контроля должны производиться проверки выполненных работ на соответствие требованиям раздела 9.

2 Оформление акта сдачи-приемки производится в соответствии с указаниями РТМ 36.22.2 [6].

13 Требования безопасности

13.1 Требования безопасности на электромонтажных работах установлены государственным стандартом ГОСТ 12.3.032 и ГОСТ 12.3.002.

13.2 Разгрузка барабанов с кабелями и проводами и перемещение их должно производиться механизированными способами.

13.3 При применении грузоподъемных кранов к строповке барабанов с кабелем допускаются монтажники, имеющие удостоверения стропальщика (такелажника).

13.4 Перед размоткой кабеля с барабана принять меры, исключающие захват одежды рабочих. Для этого необходимо удалить с барабана торчащие гвозди. Размотку кабеля с барабана выполнять только при наличии тормозящего устройства.

13.5 При ручной прокладке кабеля количество электромонтажников должно быть таким, чтобы на каждого из них приходился участок кабеля массой не более 15 кг.

13.6 При массе кабеля более 1 кг на 1 м его подъем и крепление с приставных лестниц или лестниц-стремянков запрещаются.

13.7 Запрещается ходить по смонтированным опорным и несущим конструкциям, садиться на них, а также перелезать через ограждения.

13.8 На трассах прокладки кабелей, имеющих повороты, запрещается размещаться внутри углов поворота кабеля, поддерживать кабель на углах поворота, а также оттягивать его вручную. На прямолинейных участках трассы монтажникам следует находиться по одной

стороне кабеля.

13.9 При работе в колодцах, коллекторах и других подземных сооружениях следует выполнять следующие требования безопасности:

а) для освещения рабочих мест следует применять светильники напряжением 12 В или аккумуляторные фонари, а для работы - электроинструмент напряжением не выше 42 В соответствующего исполнения по категориям помещений по электро- пожаро- и взрывобезопасности;

б) при открывании колодцев необходимо применять искробезопасный инструмент, а также избегать ударов крышки о горловину люка;

в) во избежание повреждения рук или ног снимать крышки необходимо с помощью захватов;

г) перед допуском людей руководитель работ должен проверить отсутствие загазованности колодца и при необходимости обеспечить вентилирование рабочего места;

д) при работе в колодцах двое рабочих должны находиться вне колодца, страховать непосредственных исполнителей работы с помощью страховочных канатов, прикрепленных клямочным предохранительным поясам, работающих в колодце;

е) у открытого люка колодца следует установить ограждение или предупреждающий знак.

При температуре в каналах, колодцах и туннелях 40-50 °С работа должна производиться не более 20 мин. Работа при высокой температуре должна производиться в теплой одежде и обуви.

Если температура превышает 50 °С, то монтажные работы должны быть прекращены.

13.10 При производстве земляных работ над кабелями применение отбойных молотков, ломов для рыления грунта и землеройных машин для его выемки допускается только на глубину 0,4 м до положения кабелей.

Рытье траншей должно производиться под надзором персонала, эксплуатирующего кабели. Траншею необходимо оградить и установить предупредительные знаки.

13.11 При необходимости крепления траншеи применяются доски толщиной 4-5 см.

13.12 При появлении вредных газов работы должны быть немедленно прекращены, а рабочие удалены из опасной зоны до создания нормальных условий работы.

13.13 Перемещение, сдвиг кабелей и переноска муфт могут производиться только после отключения кабеля.

13.14 Прежде чем приступить к вскрытию муфт и резанию кабеля, необходимо убедиться в том, что работы будут производиться на нужном кабеле и что этот кабель отключен и выполнены технические мероприятия. Работы по ремонту кабелей производятся только по наряду.

13.15 Отсутствие напряжения на ремонтируемом кабеле проверяется, как правило, оперативным персоналом в присутствии допускающего и производителя работ.

13.16 У кабелей, приложенных в земле, отсутствие напряжения проверяется специальным прокалывающим приспособлением. Рукоятка приспособления должна быть отделена от прокалывающей иглы вставкой из изоляционного материала. Металлическая часть приспособления перед производством прокола заземляется.

13.17 Лицо, производящее прокол, должно работать в диэлектрических перчатках, предохранительных очках, стоя на изолирующем основании. Кабель у места прокола должен быть закрыт экраном.

Прокол кабеля производится ответственным руководителем в присутствии допускающего и производителя работ.

13.18 Испытания электрических проводов

13.18.1 Проверку изоляции проводов в процессе строительства разрешается производить одному лицу, имеющему квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, получив от производителя работ необходимые указания по безопасности работ.

13.18.2 Испытания изоляции мегаомметром на проводках, при наличии на общих кабельных трассах смежных проводов и кабелей под напряжением от действующих установок, проводить по наряду-допуску.

13.19 Электробезопасность

13.19.1 Общие требования электробезопасности приведены в СНиП 12-03, а также в Межотраслевых правилах по охране труда (правилах безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001, а также в ГОСТ Р 50571.3.

13.19.2 В строительной-монтажной организации должен быть назначен инженерно-технический работник, имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV, ответственный за безопасную эксплуатацию электрохозяйства организации (независимо от того, имеются или нет в составе организации обслуживаемые ей действующие электроустановки).

13.19.3 Ответственность за безопасное производство конкретных работ с использованием электроустановок возлагается на инженерно-технических работников, руководящих производством этих работ.

13.19.4 Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов и жил кабелей на действующих установках, должны выполняться электротехническим персоналом, обслуживающим эту установку.

13.19.5 Присоединение к электрической сети электрических машин и светильников при помощи штепсельных соединений, разрешается выполнять персоналу, допущенному к работе с ними. Установка предохранителей и электрических ламп должна производиться электромонтером.

13.19.6 Монтажные и ремонтные работы на электрических сетях и электроустановках должны производиться после полного снятия с них напряжения по наряду-допуску от владельца электроустановки.

13.19.7 Наружные электропроводки временного электроснабжения должны быть выполнены изолированным проводом и размещены над уровнем земли, пола, настила не менее, м:

2,5 - над рабочими местами;

3,5 - над проходами;

6,0 - над проездами.

13.20 Строительно-монтажные работы в охранной зоне действующей линии электропередачи следует производить под непосредственным руководством инженерно-технического работника, ответственного за безопасность производства работ при наличии письменного разрешения владельца линии и оформления наряда-допуска.

13.21 Прочие требования безопасности при выполнении монтажных работ - согласно ИОТ 11233753-002-97 [4].

Приложение А (справочное)

Стрела провеса для проводов медных, биметаллических и стальных, а также стальных тросов тросовой подвески кабеля. (Климатические зоны - по СНиП 23-01-99)

Температура, °С для зоны			Стрела провеса, см, при длине пролета, м							
I	II	III	35	40	50	60	80	100	120	150
-55	-40	-25	8	10	16	24	42	61	88	138
-50	-35	-20	9	11	17	26	45	65	93	144
-45	-30	-15	9	12	18	28	48	69	98	152
-40	-25	-10	10	13	20	30	52	73	104	158
-35	-20	-5	11	14	22	33	56	78	110	166
-30	-15	0	13	16	24	35	59	83	116	172
-25	-10	5	14	17	26	38	63	88	122	180
-20	-5	10	16	19	28	41	68	93	128	188
-15	0	15	18	21	31	45	73	98	134	194
-10	5	20	20	24	34	49	78	104	140	200
-5	10	25	22	27	37	53	82	110	146	208
0	15	30	25	30	41	56	87	114	152	214
5	20	35	28	32	44	60	92	120	158	222
10	25	40	30	35	48	65	97	126	164	230
15	30	45	33	38	51	69	102	132	170	238
20	35	50	36	41	54	73	106	136	176	244
25	40	55	38	44	57	77	110	142	182	250
30	45	60	41	47	60	81	114	146	188	256

Примечание. Значения стрел провеса до 30 см могут иметь допуск до 0,5 см, а свыше 30 см - до 1 см.

Приложение Б
(Обязательное)

Перечень и состав скрытых работ

Прокладка подземного кабеля: глубина траншеи, устройство постели, (если оно предусмотрено проектом), защита кабеля (плитами, кирпичом), наличие «змейки» на крутых склонах и берегах рек.

Монтаж муфт: глубина, правильность укладки кабеля в котлованах, достаточность запаса, качество сращивания сердечника кабеля, способ и качество монтажа оболочек и защитных покровов, наличие защитных чугунных муфт. Качество их заливки массой.

Монтаж проводов в недоступных для постоянного обслуживания местах, например, установка компенсационных проводов к поверхностной термопаре на трубах пароперегревателя внутри котлоагрегата. (Марка провода, способ и места крепления, при необходимости исполнительные чертежи).

Проводки, проложенные в полах, стенах (в бетоне, под штукатуркой, во внутренних каналах конструкций)

Приложение В
(Информационное)

Оборудование и материалы для выполнения маркировочных надписей

Оборудование и материалы фирмы DYMO



**Этикет-принтер Dymo Omega <http://komus.ru>
Арт. 50058
Характеристики
ручной механический, кириллица**



**Электронный ленточный принтер Dymo Pocket,
артикул 5236 www.maxlan.ru**

- Предназначен для быстрой печати букв и цифр на пленке.
- Печатает прописные и строчные буквы.
- Имеет 8 разрядный ЛСД дисплей для просмотра напечатанного текста.
- Возможны 3 размера шрифта, горизонтальная и вертикальная печать.
- Имеет 191 встроенный символ и знак.
- Карманный ленточный принтер - помещается в ладони;
- Размер 156 x 98 x 50 мм;
- Легкий вес 385 гр.;
- Работает от 6-ти пальчиковых батареек AAA.
- Восьмиразрядный дисплей;
- Шрифт Times, 3 размера;
- Горизонтальная и вертикальная печать;



- Автоматическое центрирование текста;
- 191 встроенных знаков и символов.
- Последняя запись длиной до 100 символов сохраняется в памяти.
- Подходят ленты для электронных ленточных принтеров Dymo шириной 9 и 12 мм.
- Язык: Кириллица и Латинский

Ширина ленты 9 мм и 12 мм.
Включает символы и знаки Кириллицы и латинского алфавита

Электронный ленточный принтер Dymo 3500, артикул 36012 www.maxlan.ru

Раскладка клавиатуры соответствует компьютерной.

Портативная машина с закрывающейся защитной панелью.

Имеет 6 размеров шрифтов, возможна горизонтальная и вертикальная печать.

Шрифты: Standart, Bold, Italic.

Печатает на 2-х типах лент.

Возможность печати двух строк на этикетке.

Язык: Кириллица

Печатает на 2-х типах лент: 9 мм и 12 мм

С крышкой, предохраняющей клавиатуру от пыли;

Размер 166 x 56 x 105 мм;

Работает от 6-ти батареек AA или от сети;

Восьмиразрядный дисплей;

Кириллица - модель 3500R

Латиница - модель 3500L

Шрифт Times Bold, 6 размеров;

Курсив;

Подчеркивание и обрамление надписи;

Горизонтальная и вертикальная печать;

174 встроенных знаков и символов;

Клавиатура, идентичная компьютерной.

Подходят ленты для электронных ленточных принтеров Dymo шириной 9 и 12 мм с системой нанесения перфорации для упрощения отделения этикеток.

ЛЕНТОЧНЫЙ ПРИНТЕР LABELMANAGER 100+ www.maxlan.ru

Настольная модель для ежедневного использования.

Современный эргономичный дизайн.

Простота и удобство в использовании в офисе, домашнем офисе, в торговле, на складе и производстве.

- Работает от 6 батареек типа AA
- Печать прописных и заглавных букв
- Печать разнообразных символов
- 6 размеров шрифта
- Печать в 2 строки
- Вертикальная печать
- Подчеркивание/обрамление
- Курсив и выделение текста
- Расширенная память





ЛЕНТОЧНЫЕ ПРИНТЕРЫ LETRATAG

www.maxlan.ru

Новые усовершенствованные модели ленточных принтеров.

Ленточные принтеры DYMO LETRATAG отличаются функциональностью и удобством в обращении.

- Ленточные принтеры работают от 6 батареек АА.
- Печать прописных и заглавных букв.
- Печать различных символов.
- Обрамление и подчеркивание
- 4 размера шрифта
- Печать в 2 строки
- Язык: Кириллица и Латинский

Включает символы и знаки Кириллицы и латинского алфавита

- Этикетки для ленточного принтера DYMO LETRATAG
- Прочные погодоустойчивые этикетки
- 12 мм x 4 м
- Этикетки, металлик
- Этикетки, пластик
- Лента однотонная
- Этикетки, пластик
- Лента с узорами
- Этикетки, бумага

Пластиковые самоклеящиеся ленты Dymo в кассетах www.maxlan.ru

Свойства Лент Dymo:

- Приклеиваются практически ко всем гладким поверхностям (бумаге, пластику, металлу, дереву, стеклу)
- Надпись не стирается, не смывается, не выгорает на солнце
- Устойчивы к воздействию окружающей среды: маслу, жиру, не сильно активным химическим и органическим соединениям
- Термоустойчивы от -30 °С до +150 °С.

Ленты для ручных моделей DYMO 1700 и DYMO 1855

(упаковка из трех кассет с лентами):

Цвет шрифта\фона	Лента 9 мм x 2 м
белый\красный	Арт. 524051
белый\синий	Арт. 524051
белый\черный	Арт. 524051

Ленты для электронных моделей DYMO Pocket и DYMO 3500

Цвет шрифта	Цвет фона	Лента 9 мм x 7 м	Лента 12 мм x 7 м
черный	прозрачный	Арт. 540910	Арт. 545010
черный	белый	Арт. 540913	Арт. 545013
голубой	белый	Арт. 540914	Арт. 545014
красный	белый	Арт. 540915	Арт. 545015

черный	голубой	Арт. 540916	Арт. 545016
черный	красный	Арт. 540917	Арт. 545017
черный	желтый	Арт. 540918	Арт. 545018
белый	черный		Арт. 545021

Библиография

- 1 ИМ 14-17-2003 Номенклатурный справочник. Электрические кабели, часть 1, 2, 3. Предприятие НОРМА-СА. 2003 г.
- 2 ТИ 2.25304.15000. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы. Технологическая инструкция. ПКИ «Уралпроектмонтажавтоматика». 1984 г.
- 3 СТМ 4-25-92 ч.3 Способы установки несущих и опорных конструкций электрических и трубных проводок. Одиночные трубы и кабели. ГПКИ ПМА 1992 г.
- 4 ИОТ 11233753-002-97 Инструкция по охране труда для организаторов производства (работодателей) и ИТР по специальным монтажным и наладочным работам. АООТ «Ассоциация «Монтажавтоматика» 1997 г.
- 5 РМ14-177-05 ч. 1 Инструкция по монтажу электрических проводок систем автоматизации. Опорные, несущие и защитные конструкции. ОАО «Ассоциация «Монтажавтоматика». 2005 г.
- 6 РТМ 36.22.2-97 Инструкция для монтажного персонала по организации монтажных работ при монтаже систем автоматизации и связи. АООТ «Ассоциация «Монтажавтоматика». 1997 г.

Содержание

- 1 Введение
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Определения и сокращения
 - 4 Виды электропроводок и рекомендуемые способы их выполнения
 - 5 Цветовая идентификация жил проводов и кабелей
 - 6 Подготовительные работы
 - 7 Общие требования к прокладке проводов и кабелей
 - 8 Монтаж проводов и кабелей в непожаро- невзрывоопасных зонах
 - 8.1 Прокладка проводов и кабелей в защитных трубах, (металлорукавах) и в замкнутых каналах
 - 8.2 Прокладка проводов и кабелей по кабельным конструкциям
 - 8.3 Прокладка проводов и кабелей в коробах
 - 8.4 Прокладка проводов и кабелей на лотках
 - 8.5 Прокладка проводов и кабелей по строительным основаниям
 - 8.6 Прокладка кабелей на тросах
 - 8.7 Прокладка кабелей в грунте
 - 8.8 Прокладка нагревательных кабелей
 - 8.9 Механизация прокладки проводов и кабелей
 - 8.10 Маркировка электропроводок
 - 9 Монтаж проводов и кабелей во взрыво- и пожароопасных зонах
 - 10 Заземление оболочек проводов и кабелей
 - 11 Проверка и испытание проводок
 - 12 Контроль качества выполняемых работ
 - 13 Требования безопасности
- Приложение А Стрела провеса для медных, биметаллических и стальных проводов, а также стальных тросов тросовой подвески кабеля
- Приложение Б Перечень и состав скрытых работ
- Приложение В Оборудование и материалы для выполнения маркировочных надписей
- Библиография