

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ВО
ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ
PM 4-223-89
ПОСОБИЕ К ВСН 205-84/ММСС СССР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

Разработан Государственным ордена Трудового Красного Знамени проектным и конструкторским институтом "Проектмонтажавтоматика".

Исполнитель - главный специалист отдела А.Х. Дубровский.

Заместитель директора М.А. Чудинов.

Срок введения установлен с 01.05.1989.

Введен впервые.

Настоящий материал является пособием по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов во взрывоопасных производствах, проектно-сметная документация которых выполняется в объеме требований ВСН 281-75 (Минприбор СССР "Временных указаний по проектированию систем автоматизации технологических процессов").

Пособие разработано в развитие ВСН 205-84/ММСС СССР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов". В него включены указания и рекомендации по выбору приборов, аппаратов, средств автоматизации и установочных изделий, выполнению систем электропитания, электрических проводок, щитов и пультов, щитовых помещений, зануления (защитного заземления).

При этом, исходя из методических соображений, ставилась задача сосредоточить в одном материале (в одном месте) не только действующие нормативные требования и комментарии к ним, но также вспомогательные и справочные материалы с тем, чтобы пособие в целом представляло собой систематизированный сборник данных, необходимых для проектирования электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных производствах.

Нормативная часть пособия полностью базируется на требованиях главы 7.3 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) шестого издания и раздела 6 ВСН 205-84/ММСС СССР.

Справочная часть включает: указания по определению взрывоопасных зон, категорий зданий и помещений по взрывопожарной опасности, категорий и групп взрывоопасных смесей; рекомендации по выбору видов взрывозащиты приборов и аппаратов, а также конкретных типов приборов, аппаратов, коробок с зажимами, проводов, кабелей, защитных труб; методику расчетов по выбору аппаратов управления и защиты, выбору сечений проводников схем электропитания; требования к установке приборов и аппаратов на щитах и пультах, установке щитов в пределах взрывоопасных зон и в щитовых помещениях; рекомендации по выполнению зануления (заземления) в электроустановках систем автоматизации взрывоопасных производств; технические циркуляры Главмонтажавтоматики Минмонтажспецстроя СССР.

Приведенные в пособии номенклатурные сведения по приборам, аппаратам, кабельным изделиям, коробкам, защитным трубам и т.п. даны по состоянию на 01.01.1989. При использовании этих данных следует учитывать возможные изменения, вносимые заводами-изготовителями в номенклатуру выпускаемой продукции.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Пособие предназначено для использования при проектировании электроустановок систем автоматизации технологических процессов во взрывоопасных зонах (в помещениях и наружных установках).

В пособии рассматриваются электроустановки систем автоматизации напряжением до 380 В переменного и 440 В постоянного тока.

Требования и рекомендации, приведенные в пособии, не распространяются на электроустановки систем автоматизации предприятий по производству, применению и хранению взрывчатых веществ, шахт, рудников, опытных и специальных объектов, а также на электрические приборы, аппараты, средства автоматизации, расположенные внутри технологических аппаратов (наряду с терминами "приборы, аппараты, средства автоматизации, установочные изделия" далее по тексту будут применяться также термины "электрооборудование, изделие").

1.2. Электроустановки систем автоматизации технологических процессов во взрывоопасных зонах должны отвечать требованиям главы 7.3 ПУЭ шестого издания, раздела 6 ВСН 205-84/ММСС СССР, а также действующим в различных отраслях

промышленности отраслевых правил и норм проектирования и эксплуатации взрывоопасных производств. На электроустановки систем автоматизации во взрывоопасных зонах распространяются также требования других глав и разделов ПУЭ и ВСН 205-84/ММСС СССР в той мере, насколько они не изменены главой 7.3 ПУЭ и разделом 6 ВСН 205-84/ММСС СССР (последнее относится и к настоящему пособию).

Главное требование, предъявляемое к выполнению электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных зонах, состоит в том, что примененные приборы, аппараты, средства автоматизации, установочные изделия, другие компоненты систем автоматизации не должны служить источником возникновения взрывов.

Это, в свою очередь, накладывает определенные дополнительные требования (по сравнению с невзрывоопасными производствами) на выбор элементной базы систем автоматизации, выполнение электрических проводок, систем электропитания, щитов и пультов, щитовых помещений, зануления (защитного заземления).

1.3. Классификация взрывоопасных зон для выбора электрооборудования установлена главой 7.3 ПУЭ. При этом следует иметь в виду, что согласно пункту 7.3.38 ПУЭ класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации. Разработчики систем автоматизации технологических процессов классификацию взрывоопасных зон должны получить в задании на проектирование объекта. Однако принцип классификации взрывоопасных зон, характеристики классов зон проектировщики должны знать досконально (Приложение 1).

Помимо классификации взрывоопасных зон по ПУЭ (для выбора электрооборудования) СНиП 2.09.02-85 "Производственные здания" дает классификацию производственных зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, которая необходима для разработки технологической и строительной частей проекта.

СНиП 2.09.02-85 подразделяет производственные здания и помещения на категории А, Б, В, Г, Д в зависимости от размещаемых в них технологических процессов и свойств находящихся (обращающихся) веществ и материалов.

Категория зданий и помещений по СНиП 2.09.02-85 (Приложение 2) устанавливается в технологической части проекта в соответствии с общесоюзными нормами технологического проектирования ОНТП 24-86 "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности".

Пункт 7.3.39 ПУЭ устанавливает связь между классификацией взрывоопасных зон по ПУЭ и категорией зданий и помещений по СНиП 2.09.02-85.

В нем говорится, что в помещениях с производствами категорий А и Б электрооборудование должно удовлетворять требованиям главы 7.3 ПУЭ к электроустановкам во взрывоопасных зонах соответствующих классов.

1.4. При выборе элементной базы систем автоматизации во взрывоопасных зонах, решении вопросов прокладки электрических проводок и других вопросов необходимо знать категории и группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, характеристики взрывоопасных пылей, а также классификацию и маркировку взрывозащищенного электрооборудования.

Классификация взрывоопасных смесей установлена ГОСТ 12.1.011-78 "Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытания".

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования установлена ГОСТ 12.2.020-76 "Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка".

В Приложении 3 приведены основные сведения по выбору взрывозащищенного электрооборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.020-70, а также определению категорий и групп взрывоопасных смесей горючих газов и паров с воздухом по ГОСТ 12.1.011-78.

Учитывая, что в разное время в стране действовали разные правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования, в Приложении 3 помещена также сопоставительная таблица маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ, ПИВРЭ и ГОСТ 12.2.020-76.

2. ВЫБОР ПРИБОРОВ, АППАРАТОВ, СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

2.1. Электрические приборы, аппараты, средства автоматизации во всех случаях следует стремиться выносить за пределы взрывоопасных зон, если это допустимо по условиям эксплуатации и не влечет за собой неоправданных затрат.

2.2. При необходимости размещения приборов, аппаратов и средств автоматизации во взрывоопасных зонах должны быть выполнены требования, изложенные в главе 7.3 ПУЭ (пункты 7.3.54 - 7.3.65, 7.3.68 - 7.3.72), а сами приборы и аппараты, вносимые во взрывоопасные зоны, должны удовлетворять требованиям действующих стандартов на изготовление взрывозащищенного электрооборудования (перечень этих стандартов дан в Приложении 5).

Кроме того, взрывозащищенное электрооборудование, используемое в химически агрессивных, влажных или пыльных средах, должно быть также защищено от воздействия агрессивной среды, сырости, пыли, а взрывозащищенное электрооборудование, устанавливаемое в наружных установках, должно быть пригодно для работы на открытом воздухе или иметь защиту от атмосферных воздействий (дождя, снега, солнечного излучения и т.п.). В Приложении 4 рассмотрен характер влияния отдельных факторов окружающей среды на нормальную работу приборов, аппаратов, проводниковых и конструкционных изделий, применяемых в

промышленных системах автоматизации технологических процессов.

2.3. Устанавливаемые во взрывоопасных зонах приборы и аппараты в зависимости от класса зоны должны иметь уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки по ГОСТ 14255-69, отвечающие требованиям табл. 7.3.11 ПУЭ (табл. 1 пособия).

Таблица 1

Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических аппаратов и приборов в зависимости от класса взрывоопасной зоны

-----Т-----

Класс	Уровень взрывозащиты или степень защиты
-------	---

взрывоопасной |

зоны	
------	--

-----+-----

Стационарные установки

- В-I |Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное
- В-Ia, В-Iг |Повышенной надежности против взрыва - для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80 °С.
|Без средств взрывозащиты - для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80 °С. Оболочка со степенью защиты не менее IP54
- В-Iб |Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44
- В-II |Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63 ПУЭ), особовзрывобезопасное
- В-IIa |Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63 ПУЭ). Оболочка со степенью защиты менее IP54

Установки передвижные или являющиеся частью передвижных и ручные переносные

- В-I, В-Ia |Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное
- В-Iб, В-Iг |Повышенной надежности против взрыва
- В-II |Взрывобезопасное (при соблюдении требований 7.3.63 ПУЭ), особовзрывобезопасное
- В-IIa |Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63 ПУЭ). Оболочка со степенью защиты не менее IP54 <*>

<*> Степень защиты оболочки аппаратов и приборов от проникновения воды (2-я цифра обозначения) допускается изменять в зависимости от условий среды, в которой они устанавливаются.

2.4. Вид взрывозащиты приборов и аппаратов, обеспечивающий требуемый в соответствии с табл. 1 уровень взрывозащиты, выбирается по стандартам на конкретные виды взрывозащищенного электрооборудования для необходимых категорий и групп взрывоопасных смесей. Конкретные указания по этому поводу приведены в Приложении 5.

2.5. Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIа рекомендуется применять электрооборудование, предназначенное для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом.

При отсутствии такого электрооборудования допускается во взрывоопасных зонах класса В-II применять взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы в средах с взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом, а в зонах класса В-IIа электрооборудование общего назначения (без взрывозащиты), но имеющее соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли.

Применение взрывозащищенного электрооборудования, предназначенного для работы в средах взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, и электрооборудования общего назначения с соответствующей степенью защиты оболочки допускается при условии, если температура поверхности электрооборудования, на которую могут осесть горючие пыли или волокна (при работе электрооборудования с номинальной нагрузкой и без наслоения пыли), будет не менее чем на 50 °С ниже температуры тления пыли для тлеющих пылей или не более двух третей температуры самовоспламенения для нетлеющих пылей.

2.6. Следует иметь в виду, что взрывозащищенное электрооборудование, выполненное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом, сохраняет свои свойства, если находится в среде с взрывоопасной смесью тех категорий и групп, для которых выполнена его взрывозащита, или находится в среде с взрывоопасной смесью, отнесенной к менее опасным категориям и группам (классификация взрывоопасных смесей приведена в Приложении 3).

2.7. Допускается при необходимости обоснованная замена взрывозащищенного электрооборудования, указанного в табл. 1, электрооборудованием с более высоким уровнем взрывозащиты и более высокой степенью защиты оболочки. Например, вместо электрооборудования уровня "повышенная надежность против взрыва" может быть установлено электрооборудование уровня "взрывобезопасное" или "особовзрывобезопасное".

В зонах, взрывоопасность которых определяется горючими жидкостями, имеющими температуру вспышки выше 61 °С, может применяться любое взрывозащищенное электрооборудование для любых категорий и групп с температурой нагрева поверхности, не превышающей температуру самовоспламенения данного вещества.

2.8. Электрические приборы и аппараты с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" в средах с взрывоопасными смесями категории ПС должны быть установлены так, чтобы взрывонепроницаемые фланцевые зазоры не примыкали вплотную к какой-либо поверхности, а находились от нее на расстоянии не менее 50 мм.

2.9. Электрические аппараты с масляным заполнением оболочки с токоведущими частями допускается применять в местах, где отсутствуют толчки или приняты меры против выплескивания масла из аппарата.

2.10. Применение во взрывоопасных зонах переносных электроприемников (машин, аппаратов, светильников и т.п.) следует ограничивать случаями, когда они необходимы для нормальной эксплуатации.

2.11. Сборки зажимов (коробки зажимов) следует, как правило, выносить за пределы взрывоопасных зон. При технической необходимости установки сборок зажимов в пределах взрывоопасных зон их исполнение должно удовлетворять требованиям, изложенным в табл. 1 для стационарно установленных приборов, не искрящих при работе и не подверженных нагреву выше 80 °С.

Из этого следует, что сборки зажимов (коробка зажимов) для взрывоопасных зон классов В-I и В-II должны иметь уровень взрывозащиты "взрывобезопасное" или "особовзрывобезопасное". Поскольку такие коробки зажимов промышленностью не выпускаются, то можно считать, что применение коробок зажимов во взрывоопасных зонах классов В-I и В-II недопустимо.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iа, В-Iг и В-IIа допускается применение коробок зажимов невзрывозащищенного исполнения со степенью защиты IP54, а во взрывоопасной зоне класса В-Iб - коробка со степенью защиты IP44. Следует учитывать также, что коробки зажимов, устанавливаемые во взрывоопасных зонах с химически агрессивными, влажными, пыльными средами или в наружных установках, должны быть устойчивы в работе в условиях указанных окружающих сред. При этом в технических условиях на коробки должны содержаться прямые указания на возможность их применения во взрывоопасных зонах. Последнее требование связано с тем, что в практике встречаются коробки с высокой степенью защиты (например, IP54), которые в силу горючести зажимов установленных в них, либо использования в конструкции корпуса коробки горючих материалов, во взрывоопасных зонах использованы быть не могут.

В качестве коробок зажимов для соединений и ответвлений кабелей во взрывоопасных зонах классов В-Iа, В-Iб, В-Iг, В-IIа рекомендуется применять коробки, технические характеристики которых приведены в Приложении 6.

2.12. Коммутационная и защитная аппаратура схем электропитания систем автоматизации (выключатели, предохранители и др.) должна устанавливаться вне взрывоопасных зон.

2.13. При применении аппаратов и приборов с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" нужно руководствоваться следующим:

1. Индуктивность и емкость искробезопасных цепей в том числе и присоединительных кабелей (емкость и индуктивность которых определяются по характеристикам, расчетом или измерением), не должны превосходить максимальных значений, оговоренных в технической документации на эти цепи. Если документацией предписываются конкретный тип кабеля (провода) и его

максимальная длина, то их изменение возможно только при наличии заключения испытательной организации по ГОСТ 12.2.021-76.

2. В искробезопасные цепи могут включаться изделия, которые предусмотрены технической документацией на систему и имеют маркировку "В комплекте...". Допускается включать в эти цепи серийно выпускаемые датчики общего назначения, не имеющие собственного источника тока, индуктивности и емкости и удовлетворяющие подпункту 4 настоящего пункта. К таким датчикам относятся серийно выпускаемые общего назначения термометры сопротивления, термопары, терморезисторы, светодиоды и подобные им изделия, встроены в защитные оболочки.

3. Цепь, состоящая из серийно выпускаемых общего назначения термопары и гальванометра (милливольтметра), является искробезопасной для любой взрывоопасной среды при условии, что гальванометр не содержит других электрических цепей, в том числе подсвета шкалы.

4. В искробезопасные цепи могут включаться серийно выпускаемые общего назначения переключатели, ключи, сборки зажимов и т.п. при условии, что выполняются следующие требования:

- а) к ним не подключены другие, искроопасные цепи;
- б) они закрыты крышкой и опломбированы;
- в) их изоляция рассчитана на трехкратное номинальное напряжение искробезопасной цепи, но не менее чем на 500 В.

При использовании в цепях приборов и аппаратов с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" штепсельных разъемов следует учитывать требования п. 7.3.69 ПУЭ, в котором содержится указание на то, что искробезопасные цепи могут коммутироваться соединителями общего назначения.

При этом, однако, надо иметь в виду, что в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.5-78 (пункты 1.12.1, 1.12.2 и 1.12.3) штепсельные разъемы, предназначенные для подключения внешних искробезопасных цепей, должны отличаться от других штепсельных разъемов и быть невзаимозаменяемыми с ними.

В штепсельных разъемах, предназначенных для подключения внешних искробезопасных, не связанных между собой цепей, пути и электрические зазоры между токоведущими частями, к которым подключены разные цепи, должны удовлетворять требованиям табл. 5 указанного стандарта.

Для подключения внешних искробезопасных и искроопасных цепей, в том числе и сетевых, должны применяться штепсельные разъемы, в которых пути утечки и электрические зазоры между токоведущими частями (штифтами или гнездами) удовлетворяют требованиям табл. 5 стандарта, а электрические зазоры между зажимами для подсоединения кабелей или проводов указанных цепей, а также между изолированными участками присоединительных проводов должны составлять не менее 50 мм. Если эти зажимы разделены изоляционной или заземленной металлической перегородкой, то кратчайшее расстояние между низкоизолированными соединительными проводами с учетом высоты перегородки, должно составлять не менее 50 мм. Электрические зазоры между зажимами для присоединения искробезопасной цепи и заземленными частями должны удовлетворять требованиям табл. 5 стандарта.

В Приложении 7 дан перечень и приведены краткие характеристики приборов и аппаратов взрывозащищенных исполнений наиболее часто применяемых в системах автоматизации технологических процессов.

3. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

3.1. Выбор напряжения, источников питания, схем электропитания, выбор и размещение аппаратов управления и защиты, выбор сечений проводников в системах автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств должны осуществляться в соответствии с требованиями ВСН 205-84/ММСС СССР, раздела 2 "Системы электропитания" с учетом дополнительных требований (изменений) для взрывоопасных зон, изложенных в настоящем разделе.

3.2. Эти изменения состоят в следующем:

1. Во взрывоопасных установках питающая и распределительная сети системы электропитания в соответствии с требованиями пп. 3.1.10 и 7.3.94 ПУЭ относятся к сетям, защищаемым от перегрузки, за исключением взрывоопасных зон классов В-Іб и В-Іг.

Таким образом, провода и кабели питающей и распределительной сетей во взрывоопасных зонах классов В-І, В-Іа, В-ІІ, В-Іаа должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок, а в зонах классов В-Іб и В-Іг - только от коротких замыканий.

Номинальные токи аппаратов защиты в сетях, защищаемых от перегрузки, выбираются, как и в сетях, защищаемых только от коротких замыканий, по расчетным токам цепей с учетом отстройки от кратковременных перегрузок (пусковых токов, токов самозапуска и т.д.). Причем, при питании от систем электроснабжения с глухозаземленной нейтралью для надежного отключения аварийных участков питающей и распределительной сетей во взрывоопасных установках ток однофазного короткого замыкания должен превышать (согласно п. 7.3.139 ПУЭ) не менее чем: в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя; в 6 раз номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику.

Если защита сетей выполнена автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсеку) с номинальным током до 100 А, то ток однофазного короткого замыкания должен превышать ток уставки отсеки не менее, чем в 1,4 раза.

Указанные значения кратностей токов однофазного короткого замыкания по отношению к токам защитных аппаратов во взрывоопасных зонах превышают аналогичные кратности токов в невзрывоопасных установках, что обеспечивает более надежное срабатывание аппаратов защиты. Проверка указанных кратностей токов короткого замыкания является обязательной и во

взрывоопасных зонах.

2. Выбор сечений проводников в сетях, защищаемых от перегрузки, так же, как и в сетях, защищаемых только от коротких замыканий, производится по расчетному току, определяемому как большая величина из двух условий: условия нагревания проводников длительным током (определяется по табл. 1 - 4 Приложения 8) и допустимой кратностью номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводов и кабелей. Последнее условие и вносит различие в определение расчетного тока для выбора проводников в сетях, защищаемых только от коротких замыканий и в сетях, защищаемых от перегрузки.

Для сетей, защищаемых от перегрузки, допустимая кратность номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводов и кабелей согласно п. 3.1.11 ПУЭ должна быть не более:

80% номинального тока плавкой вставки или тока уставки автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно действующий расцепитель (отсечку) - для проводников с поливинилхлоридной, резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией; для проводников, прокладываемых в невзрывоопасных производственных помещениях промышленных предприятий, допускается 100%;

125% тока трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратнoзависимой от тока характеристикой для кабелей с бумажной изоляцией и с изоляцией из вулканизированного полиэтилена;

100% номинального тока плавкой вставки или тока уставки автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно действующий расцепитель (отсечку) - для кабелей с бумажной изоляцией;

100% номинального тока расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратнoзависимой от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки) - для проводников всех марок;

100% тока трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратнoзависимой от тока характеристикой - для проводников с поливинилхлоридной, резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией.

Проводники (с резиновой, поливинилхлоридной или бумажной изоляцией) ответвлений к короткозамкнутым электродвигателям исполнительных механизмов и электроприводов задвижек во взрывоопасных зонах должны иметь допустимую длительную токовую нагрузку не менее 125% номинального тока электродвигателя (для невзрывоопасных зон - 100%).

Для практических расчетов, как и в случае расчетов сетей, защищаемых только от коротких замыканий, удобно пользоваться выражениями (9), (10) и табл. 5 Приложения 8, в которой значение коэффициента $K_{\text{з}}$ предусмотрено и для сетей, защищаемых от перегрузки.

В качестве примера определим расчетный ток линий по условию допустимой кратности номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току провода или кабеля по выражению (10) и табл. 5.

При защите линии плавкой вставкой только от коротких замыканий коэффициент $K_{\text{з}}$ по табл. 5 составляет 0,33, а при защите от перегрузки во взрывоопасных зонах - 1,25.

Тогда длительно допустимый ток линии, который определит выбор сечения проводов или кабеля данной линии при одном и том же номинальном токе плавкой вставки, защищающей линию, в первом случае составит

$$I_{\text{дл. доп}} \geq 0,33 I_{\text{н}}, \text{ а во втором - } I_{\text{дл. доп}} \geq 1,25 I_{\text{н}},$$

где $I_{\text{н}}$ - номинальный ток или ток срабатывания защитного аппарата.

Во взрывоопасных зонах классов В-Иб и В-Иг выбор сечений и защита проводов и кабелей в питающей и распределительной сетях системы электропитания должны производиться, как для невзрывоопасных установок.

3. Во взрывоопасных зонах класса В-И в двухпроводных однофазных питающих и распределительных сетях аппараты защиты от токов короткого замыкания должны устанавливаться в фазном и нулевом рабочем проводах. Для одновременного отключения фазного и нулевого рабочего проводников должны применяться двухполюсные выключатели. Во всех других взрывоопасных зонах аппараты защиты должны устанавливаться в соответствии с требованиями установки аппаратов защиты в невзрывоопасных зонах. Последнее относится и к установке в сетях системы электропитания аппаратов управления.

4. Применяя изложенные в настоящем пункте требования, следует иметь также в виду п. 2.12 настоящего пособия, где указывается на то, что аппараты защиты и управления схем электропитания систем автоматизации должны устанавливаться только за пределами взрывоопасных зон. Поэтому, когда выше, например, в подпункте 3 настоящего пункта, говорится о том, что во взрывоопасных зонах класса В-И в двухпроводных однофазных питающих и распределительных сетях аппараты защиты должны устанавливаться в фазном и нулевом проводниках, то это означает, что защитные аппараты находятся в невзрывоопасной зоне, а в саму взрывоопасную зону класса В-И входят только питающие или распределительные цепи схемы электропитания.

В Приложении 8 приведены расчеты по выбору аппаратов управления и защиты, а также выбору сечений проводников схем электропитания систем автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств.

4. ЩИТЫ И ПУЛЬТЫ. ТРЕБОВАНИЯ К ЩИТОВЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ

4.1. В пособии щиты, пульты и щитовые помещения взрывоопасных производств рассматриваются только под углом зрения требований Правил устройства электроустановок, предъявляемых к конструкции щитов, установке на них электрических приборов и аппаратов, выполнению электрических проводок и зануления (заземления), размещению щитов и пультов в производственных и щитовых помещениях, выполнению самих щитовых помещений.

Эти требования направлены на обеспечение безопасности обслуживания и надежности работы систем автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств.

Под щитовыми помещениями в пособии понимаются операторские, аппаратные и диспетчерские помещения.

4.2. Оперативные и неоперативные щиты систем автоматизации во взрывоопасных установках рекомендуется, как правило, устанавливать в щитовых помещениях с условиями окружающей среды нормальных помещений.

В случаях необходимости непосредственной установки щитов во взрывоопасных зонах приборы и аппараты, размещаемые на них, должны иметь исполнение, отвечающее данному классу взрывоопасной зоны. При этом сами щиты по своим техническим характеристикам должны соответствовать условиям окружающей среды и быть рассчитаны на установку во взрывоопасных зонах (щиты по ОСТ 36.13-76 "Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Общие технические условия" для установки во взрывоопасных зонах не предназначены; они могут устанавливаться только в щитовых помещениях с нормальными условиями окружающей среды, соответствующими ОСТ 36.13-76, из которых осуществляется управление технологическими процессами взрывоопасных производств).

Запрещается во всех случаях установка в пределах взрывоопасных зон щитов питания систем автоматизации с аппаратами защиты и управления.

4.3. Не рекомендуется на щитах, устанавливаемых непосредственно во взрывоопасных зонах предусматривать сборки зажимов. Присоединение внешних электрических проводок к аппаратам и приборам, установленным на этих щитах, должно, как правило, выполняться путем непосредственного ввода проводков или кабелей в корпуса приборов, в соответствии с указаниями заводо-изготовителей.

В случае необходимости установки на щитах сборок зажимов они должны быть заключены в оболочки (корпусы), имеющие уровень и вид взрывозащиты или степень защиты, соответствующие классу взрывоопасной зоны, где данный щит устанавливается.

4.4. На щитах, устанавливаемых непосредственно во взрывоопасных зонах, не рекомендуется предусматривать розетки для питания электрифицированного инструмента и переносного освещения. При необходимости электропитание переносного освещения и электрифицированного инструмента должно осуществляться от распределительной электрической сети автоматизируемого объекта (с соблюдением требований, предъявляемых к исполнению инструмента и требований техники безопасности при производстве ремонтных и профилактических работ, действующих в различных взрывоопасных производствах).

4.5. Для электрических проводков щитов, устанавливаемых во взрывоопасных зонах или в специальных щитовых помещениях взрывоопасных производств, должны применяться медные проводки сечением не менее 1 мм² с поливинилхлоридной изоляцией или другой равноценной (запрещается применение проводков с горючей изоляцией из полиэтилена).

Допускается применение медных проводков меньших сечений (но не ниже минимально допустимых значений, указанных в п. 5.14 пособия), если вводные устройства и контактные зажимы взрывозащищенных аппаратов и приборов рассчитаны на присоединение проводков сечений, меньших чем 1 мм², и на это есть указание заводо-изготовителей, одобренное Государственной контрольной организацией.

4.6. На щитах (пультах), устанавливаемых во взрывоопасных зонах или в специальных щитовых помещениях взрывоопасных установок, не допускается совместная прокладка в одном коробе электрических проводков и других проводков.

4.7. Наряду с требованиями пунктов 4.2 - 4.6 на щиты и пульты, устанавливаемые в щитовых помещениях взрывоопасных производств, а также непосредственно во взрывоопасных зонах, распространяются также ряд общих требований, касающихся установки приборов и аппаратов на щитах и пультах, выполнения электрических проводков, зануления (заземления) щитовых металлоконструкций, установки щитов и пультов в производственных и щитовых помещениях, изложенных в нормативно-технических документах НПО "Монтажавтоматика" (см. Указатель ИМ 4-7-89).

4.8. При устройстве и выборе места расположения щитовых помещений систем автоматизации во взрывоопасных производствах необходимо учитывать следующие основные требования.

Щитовые помещения (операторные, диспетчерские, аппаратные и т.п.) во взрывоопасных установках должны размещаться в соответствии с принятыми в различных взрывоопасных производствах нормами строительного проектирования и принципами компоновки технологического оборудования.

Рекомендуется щитовые помещения размещать в отдельных зданиях.

При соблюдении приведенных в пп. 4.9 и 4.10 требований допускается, в случае необходимости, щитовые помещения систем автоматизации выполнять примыкающими к взрывоопасным зонам двумя или тремя стенами, либо только одной стеной, если это допустимо по условиям безопасного обслуживания данного взрывоопасного производства.

4.9. Щитовые помещения систем автоматизации допускается выполнять примыкающими двумя или тремя стенами к

взрывоопасным зонам с легкими горючими газами и ЛВЖ классов В-Ia и В-Iб и к взрывоопасным зонам классов В-II и В-IIa. Запрещается их примыкание двумя или тремя стенами к взрывоопасной зоне класса В-I, а также к взрывоопасным зонам с тяжелыми и сжиженными горючими газами классов В-Ia и В-Iб.

Допускается выполнять примыкание щитовых помещений одной стеной к взрывоопасным зонам с легкими горючими газами и ЛВЖ классов В-I, В-Ia, В-Iб и зонам классов В-II и В-IIa.

Щитовые помещения систем автоматизации взрывоопасных установок с тяжелыми или сжиженными горючими газами должны, как правило, сооружаться отдельно стоящими, на расстояниях от стен помещений, к которым примыкают взрывоопасные зоны классов В-I и В-Ia и от наружных взрывоопасных установок в соответствии с требованиями п. 7.3.84 (табл. 7.3.13) ПУЭ. При невозможности или технико-экономической нецелесообразности строительства отдельно стоящего щитового помещения допускается выполнять его примыкающим одной стеной к взрывоопасной зоне с тяжелыми или сжиженными горючими газами. При этом уровень пола в щитовом помещении, а также дно кабельных каналов (если они имеются в этом помещении) должны быть выше уровня пола смежного помещения с взрывоопасной зоной, к которому примыкает щитовое помещение, или поверхности окружающей земли не менее чем на 0,15 м; кроме того, должны быть также выполнены требования п. 4.10.

Расстояния от отдельно стоящих щитовых помещений до наружных взрывоопасных установок или стен помещений, к которым примыкают взрывоопасные зоны всех классов, должны приниматься в соответствии с требованиями п. 7.3.87 ПУЭ.

Щитовые помещения систем автоматизации запрещается размещать непосредственно над и под помещениями с взрывоопасными зонами любого класса.

4.10. Щитовые помещения, примыкающие двумя или тремя стенами либо только одной стеной к взрывоопасной зоне, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) в щитовых помещениях должна быть собственная, не зависящая от помещений с взрывоопасными зонами, приточно-вытяжная вентиляция, выполненная таким образом, чтобы через вентиляционные отверстия в щитовое помещение не проникали взрывоопасные смеси;

б) в щитовых помещениях, примыкающих одной стеной к взрывоопасной зоне В-I, а также к взрывоопасным зонам с тяжелыми или сжиженными горючими газами классов В-Ia и В-Iб, должна быть предусмотрена приточная вентиляция с механическим побуждением с пятикратным обменом воздуха в час, обеспечивающая в щитовом помещении небольшое избыточное давление, исключающее попадание в него взрывоопасных смесей; забор воздуха для создания избыточного давления должен осуществляться снаружи из мест, где исключено образование взрывоопасных смесей;

в) стены щитовых помещений, к которым примыкают взрывоопасные зоны, должны выполняться из негорючих материалов и иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч, быть пылегазонепроницаемыми, не иметь дверей и окон;

г) в стенах щитовых помещений, к которым примыкают взрывоопасные зоны с легкими горючими газами и ЛВЖ классов В-Ia и В-Iб, а также зоны классов В-II и В-IIa, допускается устраивать отверстия для ввода кабелей и защитных труб электропроводок в щитовое помещение. Вводные отверстия должны быть плотно заделаны негорючими материалами. Ввод кабелей и защитных труб электропроводок в щитовое помещение из взрывоопасных зон с тяжелыми или сжиженными горючими газами классов В-Ia и В-Iб должен выполняться через наружные стены или через смежные стены помещений без взрывоопасных зон;

д) выходы из щитового помещения должны выполняться в соответствии с требованиями противопожарных норм проектирования зданий и сооружений в различных отраслях промышленности;

е) расстояния по горизонтали и вертикали от наружных дверей и окон щитовых помещений до находящихся во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia и В-II наружных дверей и окон помещений должны быть не менее 4 м до неоткрывающихся окон и не менее 3 м до дверей и открывающихся окон; расстояние до окон, заполненных стеклблоками толщиной 10 см и более, не нормируется.

Приведенная выше редакция пп. 4.8, 4.9 и 4.10 является измененной редакцией пп. 6.15, 6.16 и 6.17 ВСН 205-84/ММСС СССР. Новая редакция указанных пунктов была введена в действие 1 ноября 1987 года "Изменением N 1" к ВСН 205-84/ММСС СССР.

4.11. Расстояние от взрывоопасных наружных технологических установок (взрывоопасных зон класса В-Iг) и помещений с взрывоопасными зонами В-I, В-Ia и В-II до отдельно стоящего здания щитового помещения должны приниматься по табл. 7.3.13 ПУЭ (табл. 2 пособия). Расстояния от помещений с взрывоопасными зонами класса В-Iб и В-IIa до отдельно стоящего здания щитового помещения следует принимать в соответствии со строительными нормами и правилами по проектированию генеральных планов промышленных предприятий в зависимости от степени огнестойкости зданий и сооружений.

Таблица 2

Наименьшие допустимые расстояния от отдельно стоящих зданий щитовых помещений до взрывоопасных наружных технологических установок (взрывоопасных зон класса В-Iг) и помещений с взрывоопасными зонами класса В-I, В-Ia, В-II

-----Т-----	
Взрывоопасные установки	Расстояние до
	здания щитового

помещения, м

-----+-----	
1. С тяжелыми и сжиженными горючими газами:	
помещения с выходящей в сторону здания щитового	10
помещения несгораемой стеной без проемов и устройств для выброса воздуха из системы вытяжной вентиляции	
помещения с выходящими в сторону здания щитового помещения стеной с проемами;	40
наружные взрывоопасные установки, установленные у стен зданий (в том числе емкости)	60
резервуары (газгольдеры)	80
2. С легкими горючими газами и ЛВЖ, с горючими пылью или волокнами:	
помещения с выходящей в сторону здания щитового помещения несгораемой стеной без проемов и устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции	не нормируется
помещения с выходящими в сторону здания щитового помещения стеной с проемами;	6
наружные взрывоопасные установки, установленные у стен зданий	12
сливно-наливные эстакады с закрытым сливом или наливом ЛВЖ	15
сливно-наливные эстакады с открытым сливом или наливом ЛВЖ	30
резервуары с ЛВЖ	30
резервуары (газгольдеры) с горючими газами	40
-----+-----	

Примечание. Руководствуясь данной таблицей, следует учитывать также примечания к табл. 7.3.13 ПУЭ.

В отдельно стоящих щитовых помещениях, расположенных за пределами расстояний, указанных в табл. 2, от установок с тяжелыми и сжиженными горючими газами, а также во всех случаях в отдельно стоящих щитовых помещениях взрывоопасных установок с легкими газами и ЛВЖ, не требуется выполнять подъем полов и предусматривать приточную вентиляцию, если это не требуется по каким-либо другим соображениям.

Если же в отдельно стоящем щитовом помещении поднят уровень пола не менее, чем на 0,15 м над уровнем пола помещения с взрывоопасными зонами и предусмотрена приточная вентиляция с пятикратным обменом воздуха в час, обеспечивающая в щитовом помещении небольшое избыточное давление, исключающее попадание в него взрывоопасных смесей, то такое щитовое помещение может быть расположено на любом расстоянии от помещений с взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок, но не меньшем расстоянии, предусмотренного в строительных нормах по проектированию генеральных планов промышленных предприятий. При этом расстояние от наружных дверей и окон помещений с взрывоопасными зонами до окон и дверей щитового помещения должно быть: не менее 4 м до неоткрывающихся окон и не менее 6 м до открывающихся окон и до дверей.

Помимо приведенных выше требований при проектировании щитовых помещений во взрывоопасных установках дополнительно необходимо учитывать также ряд общих требований, предъявляемых к щитовым помещениям, которые приведены в Приложении 9.

Устройство и расположение анализаторных помещений регламентируется "Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств", издательство "Металлургия", 1989 г., которыми руководствуются при разработке технологических процессов (в том числе и систем автоматизации) в указанных отраслях промышленности.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ

Выбор способа выполнения электропроводок

5.1. Электропроводки систем автоматизации во взрывоопасных зонах должны выполняться кабелями и изолированными проводами (защищенными и незащищенными), как правило, следующими способами:

1. Бронированными кабелями в зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa:

- а) на кабельных конструкциях;
- б) на лотках (кроме зон классов В-II и В-IIa);
- в) в стальных коробах с открываемыми крышками (кроме зон классов В-II и В-IIa);
- г) по технологическим и кабельным эстакадам (в зоне класса В-Iг);
- д) в каналах;
- е) в траншеях (в зоне класса В-Iг).

2. Небронированными кабелями:

- а) в зоне класса В-I - в стальных водогазопроводных трубах;
- б) в зоне класса В-II - в стальных водогазопроводных трубах, в каналах пылеуплотненных (покрытых асфальтом или засыпанных песком);
- в) в зоне класса В-Ia - в стальных водогазопроводных трубах; в стальных коробах с открываемыми крышками;
- г) в зоне класса В-IIa - в стальных водогазопроводных трубах; в каналах пылеуплотненных (покрытых асфальтом или засыпанных песком); на кабельных конструкциях при отсутствии опасности механических повреждений и химических воздействий;
- д) в зонах классов В-Iб, В-Iг - в стальных водогазопроводных трубах; в стальных коробах с открываемыми крышками; на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений и химических воздействий.

3. Проводами в зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa:

- а) в стальных водогазопроводных трубах;
- б) в стальных коробах с открываемыми крышками - измерительные цепи напряжением не выше 12 В в зонах класса В-Iг и по наружным открытым технологическим эстакадам с трубопроводами для горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей.

5.2. В приведенных в п. 5.1 требованиях содержится запрещение, касающееся прокладки бронированных кабелей в зонах классов В-II и В-IIa на лотках и в коробах (в табл. 7.3.14 ПУЭ такого запрещения нет). Вызвано это тем, что в процессе эксплуатации технологических установок в указанных зонах на лотках и в коробах скапливается взрывоопасная пыль, которую трудно удалить. Кроме того, бронированные кабели не требуют, как правило, дополнительной механической защиты, которую выполняют короба. Поэтому целесообразно во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIa избегать применения лотков и коробов, а прокладывать бронированные кабели на кабельных конструкциях.

Для электропроводок систем автоматизации действует допущение о прокладке в зоне класса В-Iг в коробах проводов с измерительными цепями до 12 В, что относится, главным образом, к прокладке больших потоков проводов от термопреобразователей (термометров сопротивления) и преобразователей термоэлектрических (термопар) по технологическим эстакадам (табл. 7.3.14 ПУЭ допускает прокладку проводов в зонах всех классов только в стальных водогазопроводных трубах).

5.3. Для искробезопасных цепей в зонах всех классов разрешаются все перечисленные выше способы прокладки проводов и кабелей.

При этом должны быть выполнены следующие требования:

- а) искробезопасные цепи должны быть отделены от цепей другого назначения с соблюдением требований ГОСТ 22782.5-78;
- б) использование одного кабеля или одного пучка проводов для искробезопасных и искроопасных цепей не допускается;
- в) провода искробезопасных цепей высокой частоты не должны иметь петель;
- г) изоляция проводов искробезопасных цепей должна иметь отличительный синий цвет (допускается маркировать синим цветом только концы проводов);

- д) провода искробезопасных цепей должны быть защищены от наводок, нарушающих их искробезопасность;
- е) допускается совмещение в одном кабеле разных искробезопасных цепей, гальванически не связанных между собой;
- ж) на сборках зажимов искробезопасных цепей должна быть надпись "искробезопасная цепь".

5.4. Во взрывоопасных зонах всех классов не допускается совместная прокладка электрических проводов с другими проводками в одних коробах, на лотках, кабельных конструкциях.

5.5. Во взрывоопасных зонах производственных помещений кабели на кабельных конструкциях, в коробах, на лотках должны прокладываться, как правило, по стенам и конструкциям зданий и сооружений; кабели и провода в защитных трубах - открыто и скрыто.

5.6. В наружной взрывоопасной зоне класса В-Г кабели на кабельных конструкциях, в коробах, на лотках, в защитных трубах, а также провода в защитных трубах и коробах должны прокладываться, как правило, по стенам и конструкциям зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам.

5.7. Наружную прокладку кабелей между взрывоопасными зонами, а также между наружной взрывоопасной зоной и производственным помещением или операторной рекомендуется выполнять по эстакадам (технологическим и кабельным), по стенам и конструкциям зданий и сооружений, избегая, по возможности, подземной прокладки кабелей в каналах и траншеях.

5.8. При прокладке кабелей во взрывоопасных зонах классов В-Г и В-Га с тяжелыми или сжиженными горючими газами следует избегать устройства кабельных каналов; при необходимости устройства каналов они должны быть засыпаны песком.

5.9. По технологическим эстакадам с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ помимо кабелей, предназначенных для управления задвижками указанных трубопроводов, допускается прокладывать по 30 кабелей и стальных защитных труб с проводами или кабелями электропроводок систем автоматизации. На указанных эстакадах небронированные кабели должны прокладываться в стальных защитных водогазопроводных трубах или в стальных коробах с открываемыми крышками; бронированные кабели - на кабельных конструкциях, лотках, в стальных коробах с открываемыми крышками. При этом кабельные конструкции, защитные трубы, лотки и короба следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

Если возникает необходимость в прокладке более 30 кабелей и защитных труб с проводами или кабелями, то следует предусматривать специальные кабельные эстакады.

Данные требования справедливы при условии, что по указанным технологическим эстакадам не прокладываются силовые и контрольные кабели или защитные трубы электропроводок, не относящихся к электропроводкам систем автоматизации. Если по эстакадам совместно с кабелями и защитными трубами электропроводок систем автоматизации прокладываются силовые и контрольные кабели или защитные трубы электропроводок другого назначения, то сумма кабелей и защитных труб электропроводок всех назначений (помимо кабелей управления задвижками трубопроводов) не должна также превышать 30.

Устройство технологических и кабельных эстакад, а также условия прокладки на них кабелей должны отвечать требованиям ПУЭ, глав 2.3 и 7.3. Кроме этого по вопросам прокладки электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах Главмонтажавтоматика выпустила технический циркуляр N 28-6-1/И14 от 28.03.1988 "О прокладке электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах промышленных предприятий" (Приложение 10), требования которого также должны учитываться в процессе проектирования и при производстве монтажных работ.

5.10. Наружные кабельные каналы допускается прокладывать не ближе 1,5 м от стен помещений с взрывоопасными зонами. В месте входа во взрывоопасное помещение каналы должны засыпаться песком по длине не менее 1,5 м.

В кабельных каналах, проходящих по взрывоопасной зоне класса В-Г или по наружной территории от одной взрывоопасной зоны до другой, через каждые 100 м должны быть установлены песчаные перемычки длиной не менее 1,5 м.

5.11. Сооружение кабельных туннелей на предприятиях с взрывоопасными установками не рекомендуется. При вынужденной необходимости сооружение кабельных туннелей должно выполняться в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок.

5.12. Через взрывоопасные помещения и снаружи по их стенам запрещается прокладывать не относящиеся к данному технологическому процессу (производству) транзитные кабели и защитные трубы электропроводок.

Выбор проводов и кабелей

5.13. Во взрывоопасных зонах классов В-Г и В-Га должны применяться провода и кабели с медными жилами. Для взрывоопасных зон классов В-В, В-Ва, В-Вб, В-Вг допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами, при условии, что аппараты и приборы взрывозащищенных исполнений имеют одобренные Государственной контрольной организацией вводные устройства и контактные зажимы, позволяющие присоединить алюминиевые проводники.

Во всех случаях при выборе материала жил проводов и кабелей (медных или алюминиевых), прокладываемых во взрывоопасных зонах, следует учитывать также рекомендации заводов-изготовителей приборов, аппаратов и средств автоматизации по выполнению их электрических проводок.

5.14. Минимально допустимые сечения жил проводов и кабелей электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных

зонах всех классов составляют: 1 мм² для медных и 2,5 мм² для алюминиевых проводников.

По рекомендации заводов-изготовителей аппаратов, приборов и других средств автоматизации допускается применение медных проводов и кабелей меньших сечений (но не ниже минимально допустимых: 0,35 мм² - для многопроволочных (гибких) жил; 0,5 мм² - для однопроволочных медных жил), если вводные устройства и контактные зажимы аппаратуры рассчитаны на присоединение проводников сечением меньше, чем 1 мм², и это одобрено Государственной контрольной организацией.

5.15. Во взрывоопасных зонах всех классов должны применяться:

провода с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией;

кабели с поливинилхлоридной, бумажной, резиновой изоляцией, поливинилхлоридной или свинцовой оболочкой (применение кабелей с алюминиевой оболочкой в зонах классов В-I и В-Ia запрещается).

Применение проводов с полиэтиленовой изоляцией и кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой запрещается во взрывоопасных зонах всех классов.

Во всех случаях используемые во взрывоопасных зонах провода и кабели должны также соответствовать условиям окружающей среды и принятому способу прокладки.

5.16. Изоляция проводов и кабелей должна соответствовать параметрам электрических цепей. При номинальном напряжении до 400 В переменного и постоянного токов провода и кабели должны иметь изоляцию, выполненную на номинальное напряжение не ниже указанных значений; изоляция цепей с рабочим напряжением не выше 60 В, в которых применяются полупроводниковые, электронные элементы, аппаратура связи, телемеханики, должна соответствовать нормам для этих устройств.

Нулевые рабочие и защитные проводники должны иметь изоляцию, равноценную фазным проводникам.

5.17. Кабели, прокладываемые во взрывоопасных зонах всех классов открыто (на конструкциях, стенах, в каналах, туннелях и т.п.), не должны иметь наружных покрытий и покрытий из сгораемых материалов (джут, битум, хлопчатобумажную оплетку).

В качестве конкретных типов проводов и кабелей для прокладки во взрывоопасных зонах могут быть рекомендованы провода с полихлорвиниловой изоляцией по ГОСТ 20520-80, кабели контрольные по ГОСТ 1508-78 (кабели с учетом указаний, содержащихся в стандарте). Основные технические данные указанных проводов и кабелей приведены в Приложении 11.

Электропроводки в стальных защитных трубах

5.18. Для электропроводок в защитных трубах во взрывоопасных зонах всех классов должны применяться обыкновенные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75 и условным проходом 15, 20, 25, 32, 40, 50 мм, толщиной стенки труб (соответственно) - 2,8; 2,8; 3,2; 3,2; 3,5; 3,5 мм и соединительные части к ним.

Электросварные трубы и некондиционные водогазопроводные трубы применять во взрывоопасных зонах не допускается.

Для открытой прокладки в цехах с химически активной средой, разрушающе действующей на сталь, должны применяться трубы с соответствующим антикоррозионным покрытием.

Трубы для открытой прокладки должны быть окрашены внутри и снаружи. При скрытой прокладке трубы следует окрашивать только внутри. Окраска открыто прокладываемых защитных труб должна по цвету отличаться от окраски технологических трубопроводов.

5.19. Соединение труб между собой и с аппаратурой должно выполняться только на трубной цилиндрической резьбе, отвечающей требованиям ГОСТ 6357-81. Для соединения труб должны, как правило, применяться соединительные стальные прямые муфты по ГОСТ 8966-75 и контргайки по ГОСТ 8968-75. Допускается, как исключение, применять чугунные муфты по ГОСТ 8954-75. Соединения труб могут быть неразъемными и разъемными, что определяется главным образом длиной нарезаемой на трубах резьбы (в первом случае на обоих соединяемых трубах - короткая резьба, во втором случае на одной трубе - короткая, на другой - длинная резьба).

Соединение труб различных диаметров между собой или соединение труб с вводными устройствами аппаратов и приборов, имеющих диаметр вводного отверстия, отличный от диаметра вводимой трубы, необходимо выполнять футорками по ГОСТ 8960-75.

Особо следует подчеркнуть, что для выполнения соединений и присоединений труб запрещается применение сварки.

Присоединение труб к приборам, аппаратам, вводным устройствам электроприводов задвижек и т.п. всегда следует выполнять разъемным, допускающим замену приборов и аппаратов без демонтажа труб.

5.20. При монтаже защитных труб электропроводок во взрывоопасных зонах применяются проходные, ответвительные и разделительные коробки. Проходные коробки предназначены для создания нормальных условий протяжки проводов на трассе труб большой длины или сложной конфигурации; ответвительные (тройниковые, крестовые и др.) - для ответвления (без разрыва жил проводов) части проводов от общей трассы; разделительные - для выполнения разделительных уплотнений.

В качестве коробок для монтажа труб (проходных, ответвительных и разделительных) во взрывоопасных зонах всех классов могут быть применены коробки чугунные взрывозащищенные по ТУ 36-1739-82 типов:

КПП - коробки проходные прямые для протяжки проводов;

КПД - коробки проходные через дно для протяжки проводов с проходом в дно;

КТО - коробки тройниковые ответвительные для протяжки и ответвления проводов;

КТД - коробки тройниковые с ответвлением через дно для протяжки проводов и ответвлений;

ККО - коробки крестовые ответвительные для протяжки и ответвления проводов;

КПЛ - коробки проходные для выполнения разделительных уплотнений с локальным испытанием.

Коробки изготавливаются заводами НПО "Электромонтаж".

Маркировка коробок по взрывозащите - В4Т5. Климатическое исполнение - VI. Коробки рассчитаны на соединение труб с

условным проходом 20, 25, 40, 50 мм с трубной резьбой (соответственно) $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 дюйма.

Во всех случаях количество монтажных коробок во взрывоопасных зонах должно быть по возможности минимальным.

5.21. Открыто прокладываемые защитные трубы электропроводок в зонах классов В-I и В-Ia при совместной прокладке с технологическими трубопроводами, несущими легковоспламеняющиеся продукты, рекомендуется располагать:

- а) ниже технологических трубопроводов с легкими горючими газами и ЛВЖ;
- б) выше технологических трубопроводов с тяжелыми или сжиженными горючими газами.

Прокладку защитных труб электропроводок в зонах классов В-II и В-IIa следует выполнять так, чтобы скопление взрывоопасной пыли на трубах и конструкциях было наименьшим. Для этого нужно:

- а) защитные трубы прокладывать, как правило, в один ряд с зазорами между ними и от стен не менее 20 мм;
- б) крепление защитных труб осуществлять на конструкциях с узкими горизонтальными поверхностями.

Защитные трубы электропроводок взрывоопасных зон класса В-Iг при совместной прокладке с технологическими трубопроводами на эстакадах следует располагать со стороны, свободной от трубопроводов с легковоспламеняющимися продуктами. При этом должна быть исключена возможность попадания технологических продуктов на защитные трубы электропроводок.

Защитные трубы электропроводок, прокладываемые открыто в сырых, особо сырых помещениях, а также в помещениях с резким изменением температуры, где в трубах может образоваться конденсат, должны иметь монтажный уклон не менее 3 мм на 1 м к специально устанавливаемым для сбора конденсата трубкам-водосборникам.

При прокладке в полах защитные трубы должны быть заглублены и защищены слоем цементного раствора толщиной не менее 20 мм. Установка в полу проходных, ответвительных и разделительных коробок не допускается.

Расстояние между местами крепления открыто проложенных труб как на горизонтальных, так и на вертикальных участках не должно превышать 2,5 м для труб диаметром 20 мм и 3 м для труб диаметром 25 - 50 мм.

При прокладке защитных труб на высоте менее 2,5 м над машинами, механизмами, транспортерами и другим вращающимся или движущимся оборудованием расстояние между местами крепления должно быть не более 2,5 м независимо от диаметра труб.

Защитные трубы должны закрепляться от мест ввода в электрические аппараты и электродвигатели на расстоянии не более 0,8 м, а в коробки - 0,3 м.

Крепление защитных труб во взрывоопасных зонах всех классов должно выполняться скобами или хомутами; крепление защитных труб без скоб путем непосредственной их приварки к металлическим основаниям (фермам и другим конструкциям), а также крепление к технологическим трубопроводам не допускается.

5.22. Отверстия и проемы в местах прохода защитных труб сквозь полы, стены и междуэтажные перекрытия взрывоопасных зон должны быть плотно заделаны негоряемыми материалами по всей толщине прохода.

При проходе сквозь стену нескольких труб рекомендуется применять стальную раму с приваренными к ней стальными патрубками; после установки рамы проем в стене должен быть плотно заделан кирпичом на цементном растворе.

Трубы, собранные в пакеты или блоки в местах прохода через стены, полы и междуэтажные перекрытия, следует располагать в один-два ряда с расстоянием между трубами, обеспечивающим свободный доступ к ним при заделке проходов и выполнении разделительных уплотнений.

5.23. Разделительные уплотнения предназначены для предотвращения перехода по защитной трубе взрывоопасной смеси из одного помещения в другое, а также для отделения и ограничения объемов взрывозащищенного электрооборудования.

Разделительные уплотнения проводов и кабелей, проложенных в трубах, выполняются в коробках типа КПЛ. Использование проходных и ответвительных коробок КПП, КПД, КТО, КТД, ККО для выполнения разделительных уплотнений не допускается.

При переходе труб электропроводки из помещения с взрывоопасной зоной класса В-I или В-Ia в помещение с нормальной средой, или во взрывоопасную зону другого класса, с другой категорией или группой взрывоопасной смеси, или наружу труба с проводами в местах прохода через стену должна иметь разделительное уплотнение.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-II и В-IIa установка разделительных уплотнений не требуется.

Разделительные уплотнения устанавливаются:

- а) в непосредственной близости от места входа трубы во взрывоопасную зону;
- б) при переходе трубы из взрывоопасной зоны одного класса во взрывоопасную зону другого класса - в помещении взрывоопасной зоны более высокого класса;
- в) при переходе трубы из одной взрывоопасной зоны в другую такого же класса - в помещении взрывоопасной зоны с более высокими категорией и группой взрывоопасной смеси.

Допускается установка разделительных уплотнений со стороны невзрывоопасной зоны или снаружи, если во взрывоопасной зоне установка разделительных уплотнений невозможна.

Разделительные уплотнения должны быть размещены так, чтобы они не препятствовали естественному стоку конденсирующейся в трубах влаги к водосборным трубкам. Установка каких-либо соединительных частей (муфт) на участке защитных труб между разделительным уплотнением и местом выхода трубы из пола или стены во взрывоопасную зону не допускается.

Ввод проложенных в трубе проводов в приборы и аппараты должен выполняться совместно с трубой, при этом в трубе на вводе должно быть установлено разделительное уплотнение, если в вводном устройстве прибора или аппарата такое уплотнение отсутствует.

Разделительные уплотнения, установленные на защитных трубах электропроводки, испытываются на плотность избыточным давлением.

Кабельные электропроводки

5.24. Основные цеховые трассы кабелей должны располагаться на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания; по возможности рекомендуется трассы располагать на высоте 2,5 - 4 м.

Открыто прокладываемые кабели должны быть удалены от задвижек, вентилях, обратных клапанов и другой технологической арматуры не менее чем на 150 мм; трасса прокладки кабелей должна выбираться таким образом, чтобы на кабели не попадали химически активные продукты из технологических трубопроводов.

Трассы открыто прокладываемых кабелей в зонах классов В-I и В-Ia при совместной прокладке с технологическими трубопроводами, несущими легковоспламеняющиеся продукты, рекомендуется располагать:

- а) ниже технологических трубопроводов, несущих легкие горючие газы и ЛВЖ;
- б) выше технологических трубопроводов с тяжелыми или сжиженными горючими газами.

При пересечении кабельных трасс с технологическими трубопроводами и трубопроводами с горючими жидкостями, а также при их параллельной прокладке расстояние от ближайшего кабеля до трубопроводов во всех направлениях должно быть не менее 0,5 м.

Кабели на эстакадах во взрывоопасных зонах класса В-Iг при совместной его прокладке с технологическими трубопроводами следует располагать со стороны эстакад, свободных от трубопроводов с легковоспламеняющимися продуктами.

В зонах классов В-II и В-IIa прокладка кабелей должна выполняться по кабельным конструкциям, имеющим узкие горизонтальные поверхности, или по лоткам, установленным на ребро на расстоянии от стены не менее 20 мм. Одиночные кабели диаметром до 20 мм допускается прокладывать без зазора непосредственно по строительным основаниям.

Если кабели, в том числе и бронированные, располагаются в местах, где возможны механические повреждения (в результате передвижения транспорта, механизмов или эти места доступны необученному персоналу), то необходимо предусматривать их защиту по высоте не менее 2 м от уровня пола или земли. Места возможных механических повреждений, а также переходов кабелей через трубопроводы всех назначений в любом направлении, защищаются коробами, угловой сталью, трубами на всем участке сближения плюс по 0,5 м с каждой стороны трубопроводов; устройства защиты кабелей должны жестко прикрепляться к строительным конструкциям.

5.25. Во взрывоопасных зонах всех классов внутри и вне помещений устанавливать соединительные кабельные муфты на кабелях запрещается.

При прокладке кабелей через температурные и осадочные швы следует предусмотреть их свободный провес.

5.26. Проходы одиночных кабелей сквозь внутренние стены и междуэтажные перекрытия в зонах классов В-I, В-Ia и В-II выполняются в отрезках водогазопроводных труб, заделанных цементным раствором. Кабель в трубе уплотняется путем заполнения трубы специальным составом (на расстоянии 100 - 120 мм от конца трубы) с набивкой кабельного джута или асбестового шнура. Отношение диаметра кабеля к внутреннему диаметру трубы должно быть равно или меньше 0,5.

Вместо специального состава для уплотнения кабелей в трубе допускается применять сальники.

Проходы группы кабелей до 5 штук сквозь внутренние стены взрывоопасных зон классов В-I, В-Ia, В-II рекомендуется выполнять аналогично проходам одиночных кабелей в отрезках водогазопроводных труб, предварительно приваренных к металлическим рамам.

Проход группы кабелей более 5 штук сквозь внутренние стены взрывоопасных зон выполняется в специальных стальных

коробах, засыпаемых песком.

Проходы кабелей в отрезках водогазопроводных труб сквозь стены и перекрытия во взрывоопасных зонах классов В-1б и В-Па могут выполняться с уплотнением кабелей набивкой в трубу (на глубину 120 - 150 мм) легкопробиваемых негорючих составов.

Проходы кабелей сквозь наружные стены взрывоопасных зон всех классов выполняются с применением съемных (разборных) плит, устанавливаемых с обеих сторон проема. Пространство между плитами заполняется негорючими теплоизоляционными материалами.

Если во взрывоопасной зоне кабель проложен в стальной трубе, то при переходе трубы с кабелем из этой зоны в невзрывоопасную зону или в помещение с взрывоопасной зоной другого класса либо с другими категорией или группой взрывоопасной смеси в месте перехода через стену должно быть предусмотрено разделительное уплотнение, выполненное в соответствии с требованиями, приведенными выше для разделительных уплотнений защитных труб. Разделительное уплотнение не ставится, если: труба с кабелем выходит наружу и кабели прокладываются далее открыто; труба служит для защиты кабеля в местах возможных механических воздействий и оба конца ее находятся в пределах одной взрывоопасной зоны.

5.27. Вводы кабелей в приборы и аппараты должны выполняться при помощи вводных устройств. Места вводов должны быть уплотнены. Ввод электропроводок в стальных защитных трубах в приборы и аппараты, имеющие вводные устройства только для кабелей, запрещается.

5.28. Коробки с зажимами для соединений и ответвлений кабелей, если возникает необходимость их установки в пределах взрывоопасных зон, должны иметь исполнение, отвечающее требованиям п. 2.11 и табл. 2.1 (для стационарно установленных приборов, не искрящих по условиям работы) пособия.

6. ЗАНУЛЕНИЕ (ЗАЗЕМЛЕНИЕ)

6.1. Во взрывоопасных установках к устройству зануления (заземления) предъявляют повышенные требования. Это связано с тем, что возникновение потенциалов по отношению к земле на корпусах электрооборудования может вызвать появление искрения и связанных с ним опасных последствий. Таким образом, во взрывоопасных установках зануление (заземление) не только защищает людей от поражения электрическим током, но и предотвращает в какой-то степени возможность возникновения взрыва. Искрение с возможностью воспламенения окружающей среды может возникнуть при весьма малых напряжениях. Поэтому в соответствии с требованиями п. 7.3.134 ПУЭ электрооборудование во взрывоопасных зонах следует занулять (заземлять) при всех напряжениях переменного и постоянного токов.

6.2. При решении вопроса зануления (заземления) искробезопасных цепей следует руководствоваться ГОСТ 22782.5-78, пп. 1.1.11 и 1.1.12. По требованию этого стандарта искробезопасная цепь не должна зануляться (заземляться), если этого не требуют условия работы искробезопасного прибора; выполнение зануления (заземления) в этом случае (в одной точке или в двух точках) должно отвечать требованиям заводской инструкции.

6.3. Зануление (заземление) электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных зонах всех классов должно выполняться в соответствии с общими требованиями выполнения зануления (заземления) в электроустановках (Приложение 12) с учетом дополнительных требований, изложенных в настоящем разделе (пп. 6.1 - 6.6).

6.4. Во взрывоопасных зонах в качестве зануляющих (заземляющих) проводников используются только проводники, специально предназначенные для этой цели. Зануление (заземление) взрывозащищенного электрооборудования следует, как правило, выполнять путем присоединения специальной нулевой защитной жилы кабеля или провода к заземляющему контакту электрооборудования; при этом дополнительного присоединения корпусов электрооборудования к магистрали зануления (например, открыто проложенными стальными проводниками) не требуется. Использование в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников металлических конструкций зданий, стальных защитных труб электропроводок, металлических оболочек и брони кабелей, лотков, коробов и т.п. допускается только как дополнительная мера (перечисленные элементы сами подлежат занулению или заземлению как элементы, на которых в результате пробоя изоляции проводов или кабелей может появиться опасное для жизни напряжение).

6.5. В электроустановках систем автоматизации, питающихся от электроустановок до 1000 В с глухозаземленной нейтралью, зануление должно выполняться в двух- и трехфазных цепях, а также во всех однофазных цепях с применением специальной третьей или четвертой жилы кабеля или провода. Приборы и аппараты, установленные на зануленных (заземленных) металлических конструкциях, которые в невзрывоопасных зонах разрешается не занулять (заземлять), во взрывоопасных зонах должны быть занулены (заземлены) отдельно. Это требование не относится к приборам и аппаратам, установленным внутри зануленных (заземленных) корпусов щитов.

6.6. Нулевые защитные проводники должны прокладываться совместно с фазными в общей оболочке, трубе, коробе и т.п. В электроустановках с изолированной нейтралью заземляющие проводники допускается прокладывать как в общей оболочке с фазными, так и отдельно от них.

Сечение нулевых защитных (заземляющих) проводников выбирается в соответствии с требованиями, рассмотренными в Приложении 12 пособия. Кратности токов короткого замыкания во взрывоопасных зонах, обеспечивающие надежную работу зануления, должны быть не менее указанных в п. 3.2 пособия.

Проходы специально проложенных нулевых защитных (заземляющих) проводников через стены помещений с взрывоопасными зонами должны производиться в отрезках труб или в проемах. Отверстия труб и проемов должны быть уплотнены несгораемыми

материалами. Соединения нулевых защитных (заземляющих) проводников в местах проходов не допускается.

6.7. Защита установок от статического электричества в соответствии с пунктом 7.3.143 ПУЭ должна выполняться по требованиям действующих нормативных документов.

Приложение 1

Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН ПО ПУЭ

Помещения и наружные установки, в которых по условиям технологического процесса могут образоваться взрывоопасные смеси, относятся к взрывоопасным.

Правила устройства электроустановок пятого и шестого издания вместо понятий "взрывоопасное помещение" и "взрывоопасная наружная установка" ввели понятие "взрывоопасная зона".

Взрывоопасная зона - это помещение или ограниченное пространство в помещении и наружной установке, в которых имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Внесенное изменение имеет существенное значение для правильного и экономного выбора взрывозащищенной электрической аппаратуры и приборов, так как понятие "зона" более точно определяет границы, в пределах которых его надо устанавливать.

Взрывоопасные зоны подразделяются на классы, при определении которых исходят из следующих основных положений:

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

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

в) взрывоопасная зона в наружных установках ограничена определенными размерами пространства, значения которых приведены ниже.

При определении взрывоопасных зон следует иметь в виду, что объемы взрывоопасных газо- и паровоздушных смесей, а также время образования паровоздушной смеси определяются по требованиям ОНТП 24-86 "Определение категорий помещений и зданий по взрывоопасной и пожарной опасности".

ПУЭ устанавливают следующие классы взрывоопасных зон.

1. Зоны класса В-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях и т.д.

2. Зоны класса В-Ia - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от величины нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

3. Зоны класса В-Iб - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

- горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-76 (например, машинные зоны аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок);

- помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения и имеющие взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона в данном случае условно принимается от отметки 0,75

общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше подкранового пути, если он имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции); указанное не распространяется на электромашинные помещения турбогенераторов с водородным охлаждением, если эти помещения оборудованы вытяжной вентиляцией с естественным побуждением; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду;

- лабораторные помещения и другие помещения, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в зоне в небольших количествах, недостаточных для создания в зоне взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и работа в которых с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени; эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа в них производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

4. Зоны класса В-Iг - пространства: у наружных технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок); у надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеров); у эстакад для слива и налива ЛВЖ; у открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.д., у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа, В-II (исключение - проемы окон, заполненные стеклоблоками); у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха систем вытяжной вентиляции из помещений с взрывоопасными зонами всех классов или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Взрывоопасная зона в наружных установках устанавливается в пределах:

до 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа, В-II;

до 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения с взрывоопасными зонами любого класса;

до 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов, содержащих горючие газы или ЛВЖ; от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;

до 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеров); при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования;

до 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующих категорий и группы взрывоопасной смеси.

5. Зоны класса В-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

6. Зоны класса В-IIа - зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные для зон класса В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

К невзрывоопасным зонам (в части выбора электрооборудования) относятся:

1. Зоны в помещениях или наружных установках, в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором имеются или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс в котором идет с применением открытого огня, либо в аппарате имеются раскаленные части или поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон. За пределами указанной 5-метровой зоны классификация зон помещений или наружных установок устанавливается в зависимости от характера технологического процесса.

2. Зоны в помещениях или наружных установках, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания. Однако в помещениях отопительных котельных, встроенных в здания и работающих на газообразном или жидком топливе с температурой вспышки 61 °С и ниже, электродвигатели вентиляторов, включаемые перед началом работы котельной установки, их пускатели, выключатели и другая аппаратура и приборы, установленные внутри помещения, должны быть взрывозащищенными, соответствующими категории и группе взрывоопасной смеси.

Электрическая проводка к вентиляционному электрооборудованию, приборам и аппаратам должна также соответствовать классу взрывоопасной зоны.

При проектировании и монтаже систем автоматизации окрасочных линий, а также установок вытяжной и приточной вентиляции, обслуживающих взрывоопасные зоны любых классов, необходимо руководствоваться следующими требованиями.

В случае применения для окраски материалов, которые могут образовать взрывоопасные смеси, когда окрасочные и сушильные камеры располагаются в общем технологическом потоке производства, при соблюдении требований ГОСТ 12.3.005-75 зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов камер, если общая площадь этих камер не превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади помещения более 2000 м².

При бескамерной окраске изделий в общем технологическом потоке на открытых площадках при условии соблюдения требований ГОСТ 12.3.005-75 зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от края решетки и от

окрашиваемых изделий, если площадь решеток не превышает 200 м2 при общей площади помещения до 2000 м2 или 10% при общей площади помещения более 2000 м2.

Если общая площадь окрасочных и сушильных камер или решеток превышает 200 м2 при общей площади помещения до 2000 м2 или 10% при общей площади помещения более 2000 м2, размер взрывоопасной зоны определяется в зависимости от объема взрывоопасной смеси согласно п. 7.3.39 ПУЭ. Класс взрывоопасности зон определяется по пп. 7.3.40 - 7.3.42 ПУЭ. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Зоны внутри окрасочных и сушильных камер следует приравнять к зонам, расположенным внутри технологических аппаратов. Требования ПУЭ на эти зоны не распространяются.

Для вентиляторов, установленных за наружными ограждающими конструкциями и обслуживающих взрывоопасные зоны классов В-I, В-Ia, В-II, электродвигатели применяются как для взрывоопасной зоны класса В-Iг, а для вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны классов В-Iб и В-IIa, - согласно табл. 7.3.10 ПУЭ для этих классов.

Зоны в помещениях приточных вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны любого класса, не относятся к взрывоопасным, если приточные воздуховоды оборудованы самозакрывающимися обратными клапанами, не допускающими проникновения взрывоопасных смесей в помещения приточных вентиляторов при прекращении подачи воздуха. При отсутствии обратных клапанов помещения приточных вентиляторов имеют взрывоопасные зоны того же класса, что и обслуживаемые ими зоны.

Взрывоопасные зоны, содержащие легкие несжиженные горючие газы или ЛВЖ, при наличии признаков класса В-I, допускается относить к классу В-Ia при условии выполнения следующих мероприятий:

1. Устройства системы вентиляции с установкой нескольких вентиляционных агрегатов. При аварийной остановке одного из них остальные агрегаты должны полностью обеспечить требуемую производительность системы вентиляции, а также достаточную равномерность действия вентиляции по всему объему помещения, включая подвалы, каналы и их повороты;

2. Устройства автоматической сигнализации, действующей при возникновении в любом пункте помещения концентрации горючих газов или паров ЛВЖ, не превышающей 20% нижнего концентрационного предела воспламенения, а для вредных взрывоопасных газов - также при приближении их концентрации к предельно допустимой по ГОСТ 12.1.005-76. Количество сигнальных приборов, их расположение, а также система их резервирования должны обеспечить безотказное действие сигнализации.

В производственных помещениях без взрывоопасной зоны, отделенных стенами (с проемами или без них) от взрывоопасной зоны смежных помещений, следует принимать взрывоопасную зону, класс которой определяется в соответствии с табл. 7.3.9 ПУЭ (табл. 1 Приложения 1); размер зоны - до 5 м по горизонтали и вертикали от проема двери.

Таблица 1

Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения

-----Т-----		
Класс	Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной	
взрывоопасной	другого помещения и отделенного от него	
зоны	+-----Т-----	
	стеной (перегородкой)	стеной (перегородкой) без
	с дверью, находящейся	проемов или с проемами,
	во взрывоопасной зоне	оборудованными тамбур-шлюзами
		или с дверями, находящимися
		вне взрывоопасной зоны
-----+-----+-----		
В-I	В-Ia	Не взрыво- и не пожароопасная
В-Ia	В-Iб	Не взрыво- и не пожароопасная
В-Iб		Не взрыво- и не пожароопасная
В-II	В-IIa	Не взрыво- и не пожароопасная
В-IIa		Не взрыво- и не пожароопасная
-----+-----+-----		

Требования табл. 1 не распространяются на операторские, диспетчерские и щитовые помещения систем автоматизации, смежные с помещениями со взрывоопасными зонами. Требования к расположению и выполнению указанных помещений во взрывоопасных технологических установках приведены в разделе 4 настоящего пособия.

Приложение 2

Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО СНиП 2.09.02-85 "ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ"

Таблица 1

Классификационная таблица категорий зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности

Т	
Категория	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении (обращающихся) в помещении
1	2

А | Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости взрывопожаро-|с температурой вспышки не более 28 °С в таком опасная |количестве, что могут образовывать взрывоопасные |парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых |развивается расчетное избыточное давление взрыва в |помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, |способные взрываться и гореть при взаимодействии с |водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком |количестве, что расчетное избыточное давление |взрыва в помещении превышает 5 кПа

Б | Горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся взрывопожаро-|жидкости с температурой вспышки более 28 °С, опасная |горючие жидкости в таком количестве, что могут |образовывать взрывоопасные пылевоздушные или |паровоздушные смеси, при воспламенении которых |развивается расчетное избыточное давление взрыва |в помещении, превышающее 5 кПа

- В | Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие
пожароопасная и трудногорючие вещества и материалы (в том числе
пыли и волокна), вещества и материалы, способные
при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или
друг с другом только гореть, при условии, что
помещения, в которых они имеются в наличии или
обращаются, не относятся к категориям А или Б
- Г | Негорючие вещества и материалы в горячем,
раскаленном или расплавленном состоянии, процесс
обработки которых сопровождается выделением
лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы,
жидкости и твердые вещества, которые сжигаются
или утилизируются в качестве топлива
- Д | Негорючие вещества и материалы в холодном
состоянии
- +-----

Приложение 3

Справочное

ВЫБОР ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ГОСТ 12.2.020-76

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ И ГРУПП ВЗРЫВООПАСНЫХ СМЕСЕЙ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ПАРОВ С ВОЗДУХОМ ПО ГОСТ 12.1.011-78

СОПОСТАВИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА МАРКИРОВКИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ПИВЭ, ПИВРЭ И ГОСТ 12.2.020-76

Под термином "взрывозащищенное электрооборудование" (электротехническое устройство) понимается электрооборудование, в котором предусмотрены меры, устраняющие или затрудняющие возможность воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

Взрывозащищенное электрооборудование имеет установленную классификацию по исполнению и маркировке. Область применения различных исполнений взрывозащищенного электрооборудования во взрывоопасных зонах В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-IIa определяется Правилами устройства электроустановок.

Разработка взрывозащищенного электрооборудования ведется по требованиям специальных Правил (стандартов). Испытание и разрешение на производство проводится и выдается Всесоюзным научно-исследовательским проектно-конструкторским и технологическим институтом взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ВНИИВЭ).

В разное время в стране действовали разные правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования. В связи с этим в эксплуатации, а также номенклатурных справочниках и каталогах имеется взрывозащищенное электрооборудование с различной маркировкой, что создает определенные трудности при его выборе и применении.

До 1969 г. взрывозащищенное электрооборудование разрабатывалось и изготавливалось по требованиям "Правил изготовления взрывозащищенного электрооборудования" (ПВЭ), с 1969 г. - по требованиям "Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования" (ПВРЭ). С 1980 г. введены в действие ГОСТ 12.2.020-76 "Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка" и ГОСТ 12.1.011-78 "Смеси взрывоопасные. Классификация", которые установили новую классификацию электрооборудования и взрывоопасных смесей, а также новую маркировку взрывозащищенного электрооборудования, значительно отличающуюся от ранее принятой. Требования указанных стандартов исходят из рекомендаций МЭК (Международной электротехнической комиссии) и СЭВ (Совета экономической взаимопомощи).

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020-76

По указанному стандарту взрывозащищенное электрооборудование классифицируется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Под взрывозащитой понимаются специальные конструктивные средства и меры, которые обеспечивают невоспламенение окружающей взрывоопасной газо-, паро-, пылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей электрооборудования.

Уровень взрывозащиты - это степень взрывозащиты электрооборудования при установленных нормативными документами условиях; вид взрывозащиты - совокупность средств взрывозащиты электрооборудования, установленная нормативными документами. При этом следует иметь в виду, что нормы и требования к средствам взрывозащиты, установленные нормативными документами на виды взрывозащиты, рассчитаны только для условий, предусмотренных этими документами; для других условий нормы и требования к средствам взрывозащиты определяются испытательной организацией (ВНИИВЭ) и согласовываются Главгосэнергонадзором СССР.

Установлены следующие три уровня взрывозащиты: электрооборудование повышенной надежности против взрыва, взрывобезопасное электрооборудование и особовзрывобезопасное электрооборудование.

Уровень взрывозащиты "Электрооборудование повышенной надежности против взрыва" охватывает взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме работы; условный знак уровня в маркировке электрооборудования - 2. Признанный нормальный режим работы приводится, когда это необходимо, в стандартах на виды взрывозащиты электрооборудования.

Уровень взрывозащиты "Взрывобезопасное электрооборудование" охватывает взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты; условный знак этого уровня в маркировке электрооборудования - 1. Признанные вероятные повреждения электрооборудования приведены, когда это необходимо, в стандартах на виды взрывозащиты электрооборудования.

Уровень взрывозащиты "Особовзрывобезопасное электрооборудование" охватывает взрывозащищенное электрооборудование, в котором по отношению к взрывобезопасному электрооборудованию приняты дополнительные средства взрывозащиты, предусмотренные стандартами на виды взрывозащиты; условный знак этого уровня в маркировке электрооборудования - 0.

По видам взрывозащиты электрооборудование подразделяется на семь видов:

с взрывонепроницаемой оболочкой, выдерживающей давление взрыва внутри ее и предотвращающей распространение взрыва из оболочки в окружающую взрывоопасную среду; условный знак этого вида взрывозащиты в маркировке электрооборудования буква "d";

с искробезопасной электрической цепью, выполненной таким образом, что электрический разряд или ее нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания; условный знак - буква "i";

с защитой вида "е", заключающейся в том, что в электрооборудовании или его части, не имеющем нормально искрящихся частей, принят ряд мер, дополнительно к используемым в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, электрических искр и дуг; условный знак - буква "е";

с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением, осуществляемым чистым воздухом или инертным газом; условный знак - буква "р";

с масляным заполнением оболочки, осуществляемым маслом или жидким негорючим диэлектриком; условный знак - буква "о";

с кварцевым заполнением оболочки; условный знак - буква "q";

со специальным видом взрывозащиты, основанном на принципах иных, чем перечисленные выше виды взрывозащиты, но признанных достаточными для обеспечения взрывозащиты; условный знак - буква "s".

Подразделение взрывозащищенного электрооборудования по группам производится в зависимости от области его применения. Предусмотрено две группы: группа I - рудничное взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу или пыли и группа II - взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки (кроме рудничного взрывозащищенного).

Электрооборудование группы II используется в системах автоматизации технологических процессов взрывоопасных

производств.

В свою очередь электрооборудование группы II, имеющее виды взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и (или) "искробезопасная электрическая цепь" подразделяется на три группы: ПА, ПВ, ПС, соответствующие категориям взрывоопасных смесей по ГОСТ 12.1.011-78.

Классификация взрывозащищенного электрооборудования по температурным классам также связана с классификацией взрывоопасных смесей.

Согласно ГОСТ 12.1.011-78 все взрывоопасные смеси классифицируются по категориям и группам.

Категория взрывоопасной смеси устанавливается в зависимости от величины безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ - максимальный зазор между фланцами оболочки, через который не происходит передача взрыва из оболочек в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе) согласно табл. 1 настоящего приложения.

Таблица 1

Категории взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом

-----Т-----	
Категории и наименования взрывоопасных смесей	Величина БЭМЗ, мм
	↓
-----+-----	
I - рудничный метан	↓более 1,0
II - промышленные газы и пары:	↓
ПА	↓более 0,9
ПВ	↓более 0,5 до 0,9 включ.
ПС	↓до 0,5
-----+-----	

На группы взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются в зависимости от величины температуры самовоспламенения согласно табл. 2.

Таблица 2

Группы взрывоопасных смесей

-----Т-----	
Группы взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения, °С
	↓
-----+-----	
T1	↓более 450
T2	↓- " - 300 до 450 включ.
T3	↓- " - 200 до 300 - " -
T4	↓- " - 135 до 200 - " -
T5	↓- " - 100 до 135 - " -
T6	↓- " - 85 до 100 - " -
-----+-----	

Первая колонка цифр в табл. 2 показывает предельную температуру поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, безопасную в отношении воспламенения окружающей взрывоопасной среды. Распределение различных промышленных веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, по категориям и группам, которое установлено ГОСТ 12.1.011-78 и ПУЭ, приведено в табл. 3.

Таблица 3

Распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам

-----Т-----	
Категория	Вещества, образующие с воздухом
взрывоопасности	взрывоопасную смесь
и группа	
взрывоопасных	
смесей	
-----+-----	
1	2
-----+-----	
I-T1	Метан на подземных горных работах*
IIA-T1	Аммиак, аллил хлористый, ацетон, ацетонитрил
	Бензол, бензотрифторид
	Винил хлористый, винилиден хлористый
	1,2-дихлорпропан, дихлорэтан, диэтиламин,
	диизопропиловый эфир, доменный газ
	Изобутилен, изобутан, изопропилбензол
	Кислота уксусная, ксилол
	Метан (промышленный)**, метилацетат,
	метилстирол, метилхлористый, метилизоцианат,
	метилхлорформиат, метилциклопропилкетон,
	метилэтилкетон
	Окись углерода
	Пропан, пиридин
	Растворители: P-4, PC-1, разбавитель PЭ-1
	Сольвент нефтяной, стирол, спирт диацетоновый
	Толуол, трифторхлорпропан, трифторпропен,
	трифторэтан, трифторхлорэтилен, триэтиламин
	Хлорбензол
	Циклопентадиен
	Этан, этил хлористый
IIA-T2	Алкилбензол, амилацетат, ангидрит уксусный,
	ацетилацетон, ацетил хлористый, ацетопропилхлорид

|Бензин Б95/130, бутан, бутилацетат, бутилпропионат
|Винилацетат, винилиден фтористый
|Диатол, диизопропиламин, диметиламин,
|диметилформамид
|Изопентан, изопрен, изопропиламин, изооктан
|Кислота пропионовая
|Металамин, метилизобутилкетон, метилметакрилат,
|метилмеркаптан, метилтрихлорсилан, 2-метилтиофен,
|метилфуран, моноизобутиламин,
|метилхлорметилдихлорсилан
|Окись мезитила
|Пентадиен-1,3, пропиламин, пропилен
|Растворители: N 646, N 647, N 648, N 649, РС-2,
|БЭФ, АЭ
|Разбавители: РДВ, РКБ-1, РКБ-2
|Спирты: бутиловый нормальный, бутиловый,
|третичный, изоамиловый, изобутиловый,
|изопропиловый, метиловый, этиловый
|Трифторпропилметилдихлорсилан, трифторэтилен,
|трихлорэтилен
|Хлористый изобутил
|Этиламин, этилацетат, этилбутират, этилендиамин,
|этиленхлоргидрин, этилизобутират, этилбензол
|Циклогексанол, циклогексанон

ПА-Т3 |Бензины: А-72, А-76, "Галоша", Б-70,
|экстракционный по МРТУ 12Н-20-63
|Бутилметакрилат
|Гексан, гентан
|Диизобутиламин, дипропиламин
|Изовалериановый альдегид, изооктилен
|Камфен, керосин
|Морфомин
|Нефть
|Петролейный эфир, полиэфир ТГМ-3, пентан
|Растворитель N 651
|Скипидар, спирт амиловый
|Триметиламин, топливо: Т-1, ТС-1
|Уайт-спирит
|Циклогексан, циклогексиламин
|Этилдихлортиофосфат, этилмеркаптан

ПА-Т4 |Ацетальдегид, альдегид изомасляный, альдегид
|масляный, альдегид пропионовый

	Декан
	Тетраметилдиаминметан, 1-, 1,3-триэтоксибутан
ПА-Т5	-
ПА-Т6	-
ПВ-Т1	Коксовый газ
	Синильная кислота
ПВ-Т2	Дивинил, 4,4-диметилдиоксан, диметилдихлорсилан, диоксан, диэтилдихлорсилан Камфорное масло, кислота акриловая Метилларилат, метилвинилхлорсилан Нитрил акриловой кислоты, нитроциклогексан Окись пропилена, окись-2-метилбутена-2, окись этилена Растворители: АМР-3, АКР Триметилхлорсилан
ПВ-Т2	Формальдегид, фуран, фурфурол Эпихлоргидрин, этилтрихлорсилан, этилен
ПВ-Т3	Акролеин Винилтрихлорсилан Сероводород Тетрагидрофуран, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан Топливо дизельное (зимнее) Формальгликоль Этилдихлорсилан, этилцеллозольв
ПВ-Т4	Дибутиловый эфир, диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля
ПВ-Т5	-
ПВ-Т6	-
ПС-Т1	Водород, водяной газ Светильный газ Водород 75% + азот 25%
ПС-Т2	Ацетилен Метилдихлорсилан
ПС-Т3	Трихлорсилан
ПС-Т4	-
ПС-Т5	Сероуглерод
ПС-Т6	-

-----+-----
Примечание. В таблице категория взрывоопасности взрывоопасных смесей определена по величине БЭМЗ.

Группы, подгруппы и температурные классы электрооборудования, их условные знаки в маркировке и соответствующие категории и группы взрывоопасных смесей, для которых это электрооборудование является взрывозащищенным, даны в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Группы и подгруппы взрывозащищенного электрооборудования

Знак группы	Знак подгруппы	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудования	электрооборудование является взрывозащищенным
II	-	IIA, IIB, IIC	
-	IIA	IIA	
-	IIA	IIA, IIB	
-	IIC	IIA, IIB, IIC	

Таблица 5

Температурные классы взрывозащищенного электрооборудования

Знак температурного класса	Предельная температура, °C	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудования	электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1	
T2	300	T1, T2	
T3	200	T1, T2, T3	
T4	135	T1, T2, T3, T4	
T5	100	T1, T2, T3, T4, T5	
T6	85	T1, T2, T3, T4, T5, T6	

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования образуется последовательной записью (в одну строку) следующих знаков, располагаемых в прямоугольнике.

На первом месте - знак уровня взрывозащиты: 2 - для электрооборудования повышенной надежности против взрыва; 1 - для взрывобезопасного электрооборудования; 0 - для особовзрывобезопасного электрооборудования.

На втором месте - знак Ex, указывающий на то, что электрооборудование соответствует ГОСТ 12.2.020-76 и стандартам на виды взрывозащиты.

На третьем месте - знак вида взрывозащиты: d - взрывонепроницаемая оболочка; i - искробезопасная электрическая цепь; e - защита вида "е"; o - масляное заполнение оболочки; p - заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением; q - кварцевое заполнение оболочки; s - специальный вид взрывозащиты.

На четвертом месте - знак группы или подгруппы электрооборудования: II - для электрооборудования, не подразделяющегося на подгруппы; IIА, IIВ, IIС - для электрооборудования, подразделяющегося на подгруппы (указывается один из знаков).

На пятом месте - знак температурного класса электрооборудования по табл. 5.

Таким образом, маркировка электрооборудования $\boxed{\text{IEx d IIAT3}}$ расшифровывается следующим образом. Знак I указывает на то, что это электрооборудование имеет уровень взрывозащиты "взрывобезопасное электрооборудование"; знак Ex - соответствие ГОСТ 12.2.020-76; знак d - вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка"; знак IIА - электрооборудование подгруппы IIА; знак Т3 - электрооборудование температурного класса Т3.

В маркировке взрывозащищенного электрооборудования могут иметь место дополнительные знаки и надписи, если они предусмотрены стандартами на электрооборудование с отдельными видами взрывозащиты.

В табл. 6 приведены примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020-76.

Таблица 6

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020-76

Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты	Группа (подгруппа)	Маркировка
Повышенной надежности против взрыва	Защита вида "е"	Группа II, температурный класс Т6	2ExeIIТ6
То же	Защита вида "е" и взрывонепроницаемая оболочка	Подгруппа IIВ, температурный класс Т3	2ExedIIВТ3
То же	Искробезопасная электрическая цепь	Подгруппа IIС, температурный класс Т6	2ExiIIСТ6
То же	Продувка оболочки под избыточным давлением	Группа II, температурный класс Т6	2ExpIIТ6
То же	Взрывонепроницаемая оболочка	Подгруппа IIВ, температурный класс Т5	2ExdiIIВТ5

|оболочка и |температурный |L-----

|искробезопасная |класс T5 |

|электрическая цепь | |

| | |-----

Взрыво- |Взрывонепроницаемая |Подгруппа ПА, ||1ExdIIAT3|

безопасное |оболочка |температурный |L-----

| |класс T3 |

| | |-----

То же |Искробезопасная |Подгруппа ПС, ||1ExiIICT6|

|электрическая цепь |температурный |L-----

| |класс T6 |

| | |-----

То же |Заполнение оболочки |Группа II, ||1ExpIIT6|

|под избыточным |температурный |L-----

|давлением |класс T6 |

| | |-----

То же |Масляное заполнение |То же ||ExoIIT6|

| | |L-----

| | |-----

То же |Кварцевое заполнение |То же ||1ExqIIT6|

| | |L-----

| | |-----

То же |Специальный |То же ||1ExsIIT6|

| | |L-----

| | |-----

То же |Специальный и |Подгруппа ПА, ||1ExsdIIAT6|

|взрывонепроницаемая |температурный |L-----

|оболочка |класс T6 |

| | |-----

То же |Специальный, |Подгруппа ПВ, ||1ExsidIIBT4|

|искробезопасная |температурный |L-----

|электрическая цепь и |класс T4 |

|взрывонепроницаемая | |

|оболочка | |

| | |-----

Особовзрыво- |Искробезопасная |Подгруппа ПС, ||0ExiIICT6|

безопасное |электрическая цепь |температурный |L-----

| |класс T6 |

| | |-----

То же |Искробезопасная |Подгруппа ПА, ||0ExidIIAT6|

|электрическая цепь и |температурный |L-----

|взрывонепроницаемая |класс T4 |

	оболочка		
То же	Специальный и	Подгруппа ПС,	ExIIAT4
	искробезопасная	температурный	L-----
	электрическая цепь	класс Т4	
То же	Специальный	Группа II,	ExIIAT4
		температурный	L-----
		класс Т4	

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ

По ПИВЭ взрывозащищенное электрооборудование классифицировалось только по видам (исполнениям) взрывозащиты, а маркировалось - по видам взрывозащиты, категории и группе взрывоопасной смеси.

Виды взрывозащиты: взрывонепроницаемое (в маркировке обозначается русской буквой В), повышенной надежности против взрыва (Н), маслонеполненное (М), продуваемое под избыточным давлением (П), искробезопасное (буква И с наименованием газа или пара, в котором испытано это электрооборудование), специальное (С).

Категории взрывоопасной смеси: в зависимости от величины зазора между поверхностями фланцев шириной 25 мм, при которой частота передачи взрывов составляет 50% общего числа взрывов при объеме оболочки 2,5 л, все взрывоопасные смеси разбиты на четыре категории, обозначаемые арабскими цифрами - 1, 2, 3, 4.

Группы взрывоопасной смеси: в зависимости от температуры самовоспламенения все взрывоопасные смеси разбиты на четыре группы, обозначаемые прописными буквами русского алфавита - А, Б, Г, Д.

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ образуется последовательной записью (в одну строчку) следующих знаков. Вначале ставится буква, обозначающая вид взрывозащиты (исполнение). Далее следует обозначение категории взрывоопасной смеси (только для взрывонепроницаемого исполнения); для остальных исполнений вместо соответствующей цифры ставится 0 (нуль). Затем идет буква, обозначающая группу взрывоопасной смеси. Для искробезопасного исполнения указывается не группа, а наименование протестированной смеси, в которой это электрооборудование испытано (в знаменателе). Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ приведены в табл. 7.

Таблица 7

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ПИВЭ

Вид взрывозащиты	Категория и группа	Маркировка
электрoоборудования	взрывоопасной смеси, для	взрывозащиты
	которых предназначено	
	электрoоборудование	
Взрывонепроницаемое	Категория 1; группа А	В1А
То же	Категории 1, 2, 3;	В3Г
	группы А, Б, Г	
Маслонеполненное	Категории 1, 2, 3; группа А	М3А
с взрывонепроницаемыми		
элементами		

Повышенной надежности |Все категории; группы А, Б, Г |Н0Г
 против взрыва | |
 Продуваемое под |Все категории и группы |ПОД
 избыточным давлением | |
 Искробезопасное со |Категории 1, 2, 3; | ИЗГ
 взрывонепроницаемыми |группы А, Б, Г |-----
 элементами | |серный эфир
 Специальное |Все категории; группы А, Б, Г |СОГ
 -----+-----+-----

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ

По ПИВРЭ взрывозащищенное электрооборудование классифицировалось и маркировалось по уровням и видам взрывозащиты, категориям и группам взрывоопасных смесей.

Уровни взрывозащиты: повышенная надежность против взрыва (в маркировке обозначается буквой Н); взрывобезопасное (В); взрывобезопасное при любых количествах повреждений (О).

Виды взрывозащиты: взрывонепроницаемая оболочка (в маркировке обозначается буквой В); кварцевое заполнение (К); искробезопасность (И); повышенная надежность против взрыва (Н); продуваемое под избыточным давлением (П); маслonaполненное (М); специальное (С).

Категории взрывоопасной смеси: в зависимости от величины зазора между поверхностями фланцев шириной 25 мм, при которой частота передачи взрывов составляет 50% общего числа взрывов при объеме оболочки 2,5 л, все взрывоопасные смеси разбиты на четыре категории, обозначаемые цифрами - 1, 2, 3, 4.

Группы взрывоопасной смеси: в зависимости от температуры самовоспламенения все взрывоопасные смеси разбиты на пять групп, обозначаемые - Т1, Т2, Т3, Т4, Т5.

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ записывается в прямоугольной и круглой рамках.

В прямоугольной рамке на первом месте записывается уровень взрывозащиты - Н, В, О; на втором месте - категория взрывоопасной смеси (1, 2, 3, 4); на третьем месте - группа взрывоопасной смеси (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5).

В круглой рамке обозначается вид (или виды) взрывозащиты: В, П, И, К, М, Н, С.

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ приведены в табл. 8.

Таблица 8

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ

-----Т-----Т-----Т-----

Уровень |Вид взрывозащиты|Категория и группа | Маркировка
 взрывозащиты | | взрывоопасной | взрывозащиты
 электрообо- | | смеси, для которых |
 рудования | | предназначено |
 | | электрооборудование|
 -----+-----+-----

Повышенная |Повышенная |Все категории | Рисунок
 надежность |надежность |и группы |

против взрыва и		
взрыва	искробезопасная	
	электрическая	
	цепь	
Взрыво- безопасное	Взрывонепроницаемая оболочка	Категории 1, 2; Рисунок
		группы Т1, Т2, Т3
То же	Искробезопасная	Все категории Рисунок
	электрическая	и группы
	цепь	
То же	Масляное	Все категории Рисунок
	заполнение	и группы
	оболочки	
Взрыво- безопасное	Искробезопасная	Все категории Рисунок
	электрическая	Все категории
при любом	цепь	и группы
количестве		
повреждений		
-----+-----+-----+-----		

В табл. 9 дана маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020-76 и соответствующая ему по взрывозащите маркировка электрооборудования, изготовленного по ПИВРЭ и ПИВЭ.

Таблица составлена по материалам ВНИИВЭ. Во всех случаях, когда возникает необходимость определения соответствия маркировки взрывозащищенного электрооборудования, изготовленного по ПИВРЭ и ПИВЭ, новой маркировке по ГОСТ 12.2.020-76, нужно обращаться во ВНИИВЭ.

Таблица 9

Сопоставительная таблица маркировок взрывозащищенного электрооборудования

--Т-----Т-----Т-----Т-----
N Уровень Вид взрыво- Группа, Маркировка взрывозащиты
взрыво- защиты подгруппа,
защиты темпера- +-----Т-----Т-----
электро- турный по ГОСТ по ПИВРЭ по ПИВЭ,
оборудо- класс 12.2.020-76 ОАА.684.053-67 утвержденным
вания электро- в 1963 г.
оборудо-
вания
--+-----+-----+-----+-----+-----

1 |Повышенной|Защита вида|Группа II,| Рисунок | Рисунок |Н0Д

|надежности|"е" |темпера | | |

- {против {повышенная}{турный | | | |
- {взрыва {надежность {класс T5 | | | |
- | |против | | | | |
- | |взрыва) | | | | |
- 2 |То же |Защита вида|Подгруппа | Рисунок | Рисунок |НЗГ или НЗБ
- | |"е" и |ПВ, тем- | | | | (см.
- | |взрывоне- |пературный| | | |примеч. 5)
- | |проницаемая|класс T3 | | | |
- | |оболочка | | | | |
- 3 |- " - |Искробез- |Подгруппа | Рисунок |см. примеч. 1 |см.
- | |опасная |ИС, тем- | | | |примеч. 1
- | |электричес-|пературный| | | |
- | |кая цепь |класс T6 | | | |
- 4 |- " - |Продувка |Группа II,| Рисунок | Рисунок |НПП
- | |оболочки |темпера- | | | |
- | |под |турный | | | |
- | |избыточным |класс T4 | | | |
- | |давлением | | | | | 2И
- 5 |- " - |Взрывоне- |Подгруппа | Рисунок | Рисунок |НЗД-----
- | |проницаемая|ПВ, тем- | | | |серный эфир
- | |оболочка и |пературный| | | |
- | |искробез- |класс T5 | | | |
- | |опасная | | | | |
- | |электричес-| | | | |
- | |кая цепь | | | | |
- 6 |Взрыво- |Взрывоне- |Подгруппа | Рисунок | Рисунок |В2Г или В2Б
- |безопасное|проницаемая|ПА, тем- | | | | (см.
- | |оболочка |пературный| | | |примеч. 5)
- | | | |класс T3 | | | |
- 7 |То же |Искробез- |Подгруппа | Рисунок | Рисунок | И0
- | |опасная |ИС, | | | |-----
- | |электричес-|темпера- | | | |водород
- | |кая цепь |турный | | | |
- | | | |класс T5 | | | |
- 8 |- " - |Продувка |Группа II,| Рисунок | Рисунок |ПОБ или ПОА
- | |оболочки |темпера- | | | | (см.
- | |под |турный | | | |примеч. 4)
- | |избыточным |класс T2 | | | |
- | |давлением | | | | |
- 9 |- " - |Масляное |Группа II,| Рисунок |см. примеч. 1 |см.
- | |заполнение |темпера- | | | |примеч. 1
- | |оболочки |турный | | | |

| | |класс Т6 | | |
 10|- " - |Кварцевое |То же |Рисунок |см. примеч. 1 |см.
 | |заполнение | | |примеч. 1
 | |оболочки | | |
 11|- " - |Специальный|Группа П, |Рисунок |Рисунок |СОГ
	темпера-		
	турный		
	класс Т4		
12	Взрыво-	Специальный	Подгруппа
безопасное	и взрывоне-	ПА, тем-	
	проницаемая	пературный	
	оболочка	класс Т5	
13	То же	Специаль-	Подгруппа
	ный, искро-	ПВ, тем-	
	безопасная	пературный	
	электричес-	класс Т4	
	кая цепь и		
	взрывоне-		
	проницаемая		
	оболочка		
14	Особовзры-	Искробез-	Подгруппа
вбезопас-	опасная	ПС, тем-	
ное	электричес-	пературный	
	кая цепь	класс Т5	
15	То же	Искробез-	Подгруппа
	опасная	ПА, тем-	
	электричес-	пературный	
	кая цепь и	класс Т4	
	взрывоне-		
	проницаемая		
	оболочка		
16	- " -	Специальный	Подгруппа
	и искробез-	ПС, тем-	
	опасная	пературный	
	электричес-	класс Т4	
	кая цепь		
17	- " -	Специальный	Группа П,
	темпера-		
	турный		
	класс Т4		

-----+

Примечания. 1. Соответствующие маркировки по ПИВРЭ и ПИВЭ отсутствуют, так как по этим правилам взрывоопасные смеси с температурой самовоспламенения ниже 100 °С и 120 °С (соответственно) не классифицируются.

2. Соответствующие маркировки по ПИВРЭ отсутствуют, так как с указанными видами взрывозащиты электрооборудование с особовзрывобезопасным уровнем взрывозащиты не изготавливается.

3. С особовзрывобезопасным уровнем взрывозащиты электрооборудование по ПИВЭ не изготавливается.

4. Электрооборудование с маркировкой П0А может применяться во взрывоопасных смесях группы Т2 по ГОСТ 12.1.011-78, температура самовоспламенения которых выше +360 °С.

5. Электрооборудование с маркировкой НЗБ и ВЗБ может применяться во взрывоопасных смесях группы Т3 по ГОСТ 12.1.011-78, температура самовоспламенения которых выше +240 °С.

Приложение 4

Справочное

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАБОТУ ПРИБОРОВ, АППАРАТОВ, ПРОВОДНИКОВЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В приложении рассмотрен характер влияния отдельных факторов окружающей среды на нормальную работу приборов, аппаратов, проводниковых и конструкционных изделий, применяемых в установках автоматизации.

Температура. Отвод тепла от электрических приборов, аппаратов, проводов и кабелей, проложенных на воздухе, осуществляется воздушной охлаждающей средой, которая обладает подвижностью, хорошей теплоемкостью и теплопроводностью. Благодаря этим свойствам воздушной среды при повышении температуры электрооборудования (или отдельных его частей) выше температуры окружающего воздуха тепло начинает переходить от нагретого элемента в окружающее пространство. Отвод тепла, как известно, происходит до тех пор, пока температура данного элемента и температура среды не сравняются. Это состояние наступает тем быстрее, чем интенсивнее охлаждение (теплопередача идет путем теплопроводности, лучеиспускания и конвекции).

Нормальная работа аппаратуры во многом зависит от условий отвода тепла или, другими словами, от той температуры, до которой происходит ее нагрев. Допустимые пределы нагрева электрооборудования определяются рядом факторов и в том числе: способностью изоляции сохранять свои изоляционные и механические свойства; надежной работой контактных соединений (при перегреве возможны появления окислов на контактных поверхностях или ослабление нажатия контактов из-за остаточной деформации после расширения и последующего сжатия металла); способностью конструкции в целом сохранять первоначальную механическую прочность.

Максимальная температура, до которой может быть допущен нагрев электрооборудования, зависит от материалов, из которых оно изготовлено, и называется предельно допустимой температурой. При этой температуре приборы, аппараты, провода, кабели и т.д. могут надежно работать в течение расчетного срока эксплуатации, устанавливаемого соответствующими стандартами или техническими условиями, без понижения электрических и механических свойств. Однако допустимая нагрузка, которую может нести электрооборудование, зависит не от абсолютной температуры, а от разницы между его абсолютной температурой и температурой окружающей среды. Эта разница называется перегревом или превышением температуры тела над температурой среды.

Например, провода с резиновой и другой равноценной изоляцией имеют предельную температуру нагрева 65 °С. Это означает, что превышение температуры провода над температурой окружающего воздуха, если последняя равна 25 °С, может составлять 40 °С.

Обычно нагрузочная способность электрооборудования дается при определенной температуре окружающей среды. Для проводов, проложенных на воздухе, эта температура принята 25 °С. При этой температуре для каждого сечения проводника в зависимости от условий его прокладки устанавливается величина длительно допустимого тока, который не должен перегревать проводник свыше предельной температуры нагрева 65 °С.

Если действительная температура окружающей среды больше 25 °С, то необходимо снижать длительно допустимый ток для данного сечения проводника (однако делать это следует только при значительных отклонениях температуры среды от 25 °С). Отсюда видно, что чем выше температура окружающей среды, тем в худших условиях находятся провода и кабели. Это положение справедливо не только для проводников: чем выше температура окружающей среды, тем хуже условия работы электрооборудования.

В действующих стандартах и технических условиях на отдельные виды изделий приводится диапазон температур, в котором данное изделие может длительно работать. Учет этой характеристики окружающей среды при выборе электрооборудования является одним из условий, обеспечивающих его нормальную работу.

Влага. Находящаяся в воздухе влага при определенных условиях способна выпадать в виде осадка и оседать на проводах, обмотках и других частях электрооборудования. Это может произойти в тех случаях, когда по какой-либо причине температура электрооборудования окажется ниже температуры окружающего воздуха, либо при повышении содержания растворенных в воздухе водяных паров выше так называемой точки росы.

Выпадение капель воды создает благоприятные условия для корродирования металлических частей и может также из-за понижения сопротивления изоляции привести к перекрытию контактов и других открытых токоведущих частей, либо к пробое изолированных обмоток.

Большая часть приборов, аппаратов и других средств автоматизации рассчитана для работы при относительной влажности, не превышающей 75 - 80%. Такая аппаратура может применяться в сухих и влажных помещениях. В сырых и особо сырых помещениях, в которых относительная влажность находится в пределах от 75 до 100%, устанавливать эту аппаратуру нельзя.

Повышенная влажность, пары, брызги кислот и солей приводят к коррозии металлических и изоляционных материалов, применяемых в конструкции оборудования. Поэтому приборы, аппараты и другие средства автоматизации, выбираемые для производств с химически активными веществами, помимо уплотнения и герметизации кожухов, закрывающих ответственные элементы аппаратуры, должны быть выполнены из материалов, способных противостоять коррозионному воздействию среды.

Пыль. Ряд производственных помещений характеризуется повышенной запыленностью. Различается пыль, не проводящая электрический ток, и пыль токопроводящая.

Пыль, не проводящая электрический ток, сама по себе обычно не ухудшает качество изоляции. Однако, будучи гигроскопичной и оседая на изоляции и токоведущих частях, способствует увлажнению ее и, следовательно, повышает возможность повреждения электрического оборудования.

Еще более неблагоприятна работа оборудования в среде с пылью, проводящей ток, а также в тех случаях, когда осевшая пыль трудноудаляема и как бы схватывается с поверхностью элементов электрооборудования. Для пыльной среды должна применяться аппаратура, предназначенная для работы в пыльных средах.

Смеси газов, паров и пыли с воздухом. Газы, пары и пыль часто бывают горючими и при определенных условиях образуют с воздухом взрывоопасные смеси. В ряде производств, где выделяются горючая пыль или горючие пары, возникает опасность не взрыва, а пожара.

К взрывоопасным смесям относятся смеси горючих газов, паров, легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих пылей или волокон с воздухом, которые, достигнув определенной концентрации, способны взорваться при возникновении источника инициирования взрыва. При этом горючие пыли и волокна относятся к взрывоопасным, если их нижний концентрационный предел воспламенения (об этом понятии см. далее) не превышает 65 г/м³. К взрывоопасным относятся также смеси горючих газов и паров ЛВЖ с кислородом или другими окислителями (например, хлором).

К легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ) относятся жидкости, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющие температуру вспышки не выше 61 °С (о температуре вспышки см. далее); к горючим - жидкостям, способным самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющие температуру вспышки выше 61 °С. ЛВЖ относятся к взрывоопасным, если температура вспышки их паров не превышает 61 °С, а давление паров при температуре 20 °С менее 100 КПа (1 Ат); горючие жидкости с температурой выше 61 °С относятся к пожароопасным, но если в процессе производства они нагреваются до температуры вспышки и выше, то они относятся к взрывоопасным.

К газам, образующим с воздухом взрывоопасные смеси, относятся, например, метан, водород, сероуглерод, окись углерода и др.; к парам ЛВЖ - бензин, бензол, спирт, эфир, ацетон и др.; к пылям и волокнам - волокна, органические вещества, уголь, сера и др.

Взрывоопасные смеси газов и паров ЛВЖ с воздухом, а также взрывоопасные пылевые смеси обладают рядом физико-химических свойств, характеризующих их опасность с точки зрения возможности возникновения взрыва. К таким свойствам относятся: температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура тления, нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения, токсичность, плотность.

Температурой вспышки называется самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхнуть от источника зажигания, но скорость образования которых недостаточна для последующего горения.

Температурой воспламенения называется температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары или газы, с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурой самовоспламенения называется самая низкая температура горючего вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температурой тления называется самая низкая температура вещества (материала, смеси), при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся возникновением тления.

Концентрационным пределом воспламенения (верхним и нижним соответственно) называется максимальная и минимальная величина концентрации горючих газов, паров ЛВЖ, пыли, волокон в воздухе, выше и ниже которых взрыва не произойдет, даже при возникновении источника инициирования взрыва.

Концентрация горючих газов и паров ЛВЖ в воздухе принимается в процентах к объему воздуха; концентрация пыли и волокон в воздухе - в граммах на кубический метр к объему воздуха.

Взрывоопасные газы и пары часто являются и токсичными. Если токсичные концентрации значительно меньше концентраций,

соответствующих нижнему пределу взрываемости, то при наличии соответствующих сигнализаторов обслуживающий персонал предупреждается о недопустимом повышении содержания газов или паров в воздухе производственного помещения и, следовательно, о возможности образования взрывоопасных концентраций.

Строительными нормами и правилами для предотвращения отравления людей во вредных производствах устанавливается максимально допустимая концентрация токсичных газов и паров, величина которой в большинстве случаев ниже нижнего предела взрывоопасной концентрации. Это достигается, в частности, устройством надлежащей вентиляции, что в свою очередь снижает вероятность образования в производственных помещениях концентраций, близких к взрывоопасным.

Газы и пары в зависимости от плотности (плотность их определяется по отношению к воздуху, вес которого принимается за единицу) делятся на тяжелые и легкие. К легким относятся газы, которые при температуре окружающей среды 20 °С и давлении 100 кПа (1 ат) имеют плотность по отношению к воздуху, равную или менее 0,8; к тяжелым - газы, которые при температуре окружающей среды 20 °С и давлении 100 кПа (1 ат), имеют плотность по отношению к воздуху более 0,8. Горючие газы относятся к взрывоопасным при любых температурах окружающей среды.

Тяжелые газы и пары располагаются, как правило, в нижней зоне производственных помещений, где находятся аппараты, приборы и другие средства автоматизации; легкие газы свободно поднимаются вверх и могут скапливаться в верхней части здания.

Как уже отмечалось в Приложении 3, взрывоопасные смеси в промышленных установках классифицируются по ГОСТ 12.1.011-78.

Коррозия. Под коррозией понимается разрушение металлов и их сплавов от химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой.

Коррозии в электроустановках подвергаются главным образом проводниковые и конструкционные металлы. Обычно скорость коррозии определяется по потере веса образца за некоторый промежуток времени, отнесенный к единице площади, либо по глубинному показателю, выраженному в миллиметрах в год.

Допустимость применения в электроустановках корродирующего металла определяется в основном величиной уменьшения пропускной способности токопроводящих частей и величиной уменьшения механической прочности. Во всех случаях следует по возможности ограничивать применение металлов, не защищенных от коррозии.

На работу электроустановок систем автоматизации главным образом оказывают влияние атмосферная и почвенная коррозия.

Скорость атмосферной коррозии зависит от степени увлажненности и загрязненности атмосферы. Атмосферная коррозия имеет место при относительной влажности от 60 до 100%. При относительной влажности 60% и ниже - коррозия весьма незначительна или вовсе не наблюдается. В практике преимущественно имеет место влажная атмосферная коррозия (различают также мокрую и сухую атмосферные коррозии). При влажной атмосферной коррозии образуется обычно тонкая мономолекулярная пленка влаги, при которой кислород имеет практически свободный доступ к поверхности металла, и процесс протекает в основном с катодной кислородной деполаризацией (атмосферная коррозия носит электрохимический характер; с механизмом электрохимической деполаризации можно ознакомиться в специальной литературе).

Периодическая конденсация влаги с последующим испарением вызывает особенно сильную коррозию.

Атмосфера промышленных районов по своей характеристике благоприятная для интенсивной электрохимической коррозии металлов. В этих районах воздух содержит ощутимое количество коррозионно-активных газов и пыли, сильно влияющих на ход коррозионного процесса. Наиболее часто воздух здесь загрязнен дымовыми газами, содержащими много сернистого ангидрида, образующегося при сжигании каменного угля. В воздухе сернистый ангидрид окисляется до серного ангидрида, образующего серную кислоту, действующую на металлы.

В районах химических заводов в воздухе могут содержаться аммиак, хлор, фтор, хлористый и фтористый водород и другие агрессивные газы.

В приморских районах, особенно при ветре, в воздухе присутствуют капельки морской воды, несущей различные соли.

Внутри производственных помещений атмосферная коррозия подчиняется тем же законам, что и на открытом воздухе. Основным фактором, который определяет возможность коррозии в помещении, является относительная влажность, зависящая не только от влажности наружной атмосферы, но также и от характера производственного помещения.

При проектировании систем автоматизации необходимо учитывать указанные выше особенности атмосферы данного промышленного района и атмосферные условия производственных помещений, влияющие на коррозионную стойкость примененных средств автоматизации и конструкционных материалов.

Ниже рассмотрены условия работы некоторых наиболее распространенных в электроустановках систем автоматизации материалов, с точки зрения их коррозионной стойкости.

1. Сталь. Из стали изготавливаются щиты и пульты, конструкции для установки и крепления отдельно стоящих приборов и других средств автоматизации, поддерживающие конструкции электропроводок и т.д.; стальными являются также защитные трубы, используемые для прокладки проводов, и броня кабелей.

Широко применяемые стали Ст.3, Ст.0 и др. являются коррозионно нестойкими в условиях почти любой атмосферы.

Атмосферная коррозия стали, благодаря электрохимическому механизму ее протекания идет очень интенсивно. Условия работы стали в атмосфере усугубляются еще и тем, что обычно ее продукты коррозии пористы и металл не защищают. К тому же они гигроскопичны, что еще более ускоряет коррозию. Только в щелочных растворах с концентрацией, не превышающей 30%,

железоуглеродистые сплавы образуют на поверхности плотно сцепляющуюся с металлом нерастворимую защитную пленку. Поэтому в этих растворах сталь устойчива. При концентрациях, больших чем 30%, защитное действие продуктов коррозии уменьшается. Сталь практически не корродирует в растворах фосфорнокислых, углекислых и цианистокислых солей. В то же время в присутствии солей закисных соединений железа сталь интенсивно корродирует.

Наиболее агрессивным для стали является сернистый ангидрид. Присутствие его в воздухе, даже в небольших количествах, резко повышает скорость коррозии стали.

Интенсивная коррозия стали наблюдается не только на открытом воздухе, но при определенных условиях также и в помещениях и даже при относительной влажности несколько ниже 60%.

Поэтому в электроустановках сталь без защитных покрытий применяться не должна. Для защиты стали от коррозии в атмосферных условиях могут применяться лакокрасочные покрытия и металлизация.

Защитными свойствами обладают также и окисные пленки, получаемые термическим способом (воронение, синение).

2. Медь и ее сплавы. Широко применяется в электроустановках в качестве проводниковых материалов. На открытом воздухе медь образует тонкую защитную пленку и вследствие этого достаточно стойка против атмосферной коррозии. Присутствие в атмосфере сернистых газов усиливает коррозию меди.

При взаимодействии с кислородом либо с другими окислителями защитная окисная пленка на поверхности меди не образуется, и в такой атмосфере она довольно интенсивно корродирует.

В азотной кислоте всех концентраций медь растворяется. В растворах фосфорной, уксусной и других подобных кислот медь достаточно стойка.

Медь обладает высокой коррозионной стойкостью в воде, нейтральных растворах и в растворах сульфидов.

Сплавы с содержанием более 62,6% меди имеют высокую коррозионную стойкость в любых атмосферных условиях. Это бронзы: оловянистые, бериллиевые, фосфористые. В приморской атмосфере обладают высокими антикоррозийными свойствами так называемые морские латуни, которые содержат в небольших количествах мышьяк и сурьму.

3. Алюминий и его сплавы. Наряду с медью широко применяется как проводниковый материал. Распространению алюминия в электроустановках способствуют не только экономические причины, но и хорошие технические свойства, в частности высокая коррозионная стойкость.

В воздушной среде на поверхности алюминия образуется пленка с высокими защитными свойствами. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов определяется стойкостью его защитной пленки.

Алюминий и его сплавы устойчивы в газовых окислительных средах и в средах с присутствием сернистых соединений (сернистый ангидрид, сероводород и др.).

Коррозионная стойкость алюминия зависит от его химической чистоты. Чем меньше в нем примесей (в особенности меди и железа), тем выше его коррозионная стойкость.

Алюминий стоек в сухом хлористом водороде и газообразном аммиаке.

Щелочные растворы растворяют защитную пленку, и алюминий теряет свои защитные свойства.

Коррозия алюминия на открытом воздухе незначительна. Для алюминия благоприятно периодическое омывание поверхности металла дождями, так как они смывают продукты коррозии, которые в какой-то степени образуются на открытом воздухе.

На открытом воздухе и во влажных помещениях при соприкосновении алюминия с другими металлами возможны электрохимические процессы, приводящие к окислению поверхности алюминия. Это наиболее сказывается при соприкосновении с медью и ее сплавами. Электрохимическое действие соприкосновения алюминия с различными металлами более сильно в приморской атмосфере.

Основным препятствием к применению алюминия в электротехнике до недавнего времени было недоверие к стабильности его болтовых контактных соединений. Многолетний опыт применения алюминия показал, что болтовые соединения, несмотря на меньшую прочность алюминия по сравнению с медью, могут быть вполне стабильны, если было обеспечено достаточное внимание к конструкции соединения. Необходимо особо отметить, что как алюминий, так и медь в равной мере требуют хорошей техники соединения.

В настоящее время имеются достаточно хорошие способы выполнения не только болтовых соединений алюминия, но и соединений сваркой, опрессовкой и пайкой.

Таким образом, алюминий может применяться практически в любой атмосфере. Необходимость в защите поверхности алюминиевых проводников либо других частей электрооборудования может возникнуть только на отдельных химических предприятиях с производством газов, интенсивно разрушающих алюминий. В качестве защитных покрытий алюминия могут использоваться: органические покрытия (например, краски, в состав которых входит алюминиевый порошок); анодирование; покрытия кадмием или цинком при помощи специальных пульверизаторов и др.

4. Подземная коррозия кабелей. Почвенная коррозия металлов и, в частности, кабелей, проложенных в грунте, хотя и носит электрохимический характер, весьма отличается от атмосферной коррозии металлов. В основном это связано с тем, что почва как коррозионная среда обладает неоднородностью строения и свойств (крупные включения, различные микроструктурные частицы, газовые пустоты, влага). Из-за неоднородности структуры физико-химические свойства почвы в сильной мере зависят от ее уплотненности и влажности. Кроме того, в почве практически отсутствует механическое перемешивание и конвекция, что влияет на

скорость проницаемости кислорода в глубину почвы. Эти факторы в основном и отличают коррозионный процесс в почве от коррозионного процесса в атмосфере.

По некоторым опубликованным данным средние скорости коррозии свинцовой оболочки и стальной брони в глинистой почве соответственно составляют: 272 мг/дм² и 2260 мг/дм² в год (при глубине заложения кабелей 90 - 120 см, влажности от 15 до 21%, концентрации водородных ионов от 7,4 до 7,6, удельном сопротивлении грунта 30 - 750 м х м, характер разрушения свинцовой оболочки равномерный, брони - неравномерный; приведенные данные являются усредненными и составлены на основании лабораторных испытаний).

Оболочки электрических кабелей, прокладываемых по территории промышленных предприятий, помимо разрушения их электрохимической почвенной коррозией, могут подвергаться разъеданию блуждающими токами электрических установок постоянного тока.

Наиболее мощным источником блуждающих постоянных токов является рельсовый электрифицированный транспорт городов, промышленных предприятий и магистральных железных дорог. Разрушения незащищенных металлических оболочек кабелей из-за близости электрифицированного транспорта, как правило, являются наиболее значительными и намного превосходят разрушения от электрохимической коррозии.

При прокладке кабелей в земле должны учитываться коррозионная активность почв и предусматриваться меры по защите свинцовых и алюминиевых оболочек и брони кабелей.

Приложение 5

Справочное

ВЫБОР ВИДОВ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ПРИБОРОВ И АППАРАТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

Виды взрывозащиты, обеспечивающие различные уровни взрывозащиты, предусмотренные ГОСТ 12.2.020-76 и табл. 7.3.11 ПУЭ (табл. 1 пособия) устанавливаются следующими стандартами:

ГОСТ 22782.0-81. Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22782.1-77. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "масляное заполнение оболочки". Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22782.2-77. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "кварцевое заполнение оболочки". Технические требования и методы испытания

ГОСТ 22782.3-77. Электрооборудование взрывозащищенное со специальным видом взрывозащиты. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22728.4-78. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением". Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22728.5-78. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь". Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22728.6-81. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка". Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22728.7-81. Электрооборудование взрывозащищенное с защитой вида "е". Технические требования и методы испытаний.

Стандарты устанавливают технические требования и методы испытаний отдельных видов взрывозащищенного электрооборудования. Предусмотренные стандартами виды взрывозащиты различаются средствами и мерами обеспечения взрывобезопасности.

Уровень взрывозащиты "Электрооборудование повышенной надежности против взрыва" может обеспечиваться:

- искробезопасной электрической цепью, выполненной для уровня "ic" по ГОСТ 22782.5-78;
- заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением по ГОСТ 22782.4-78 с устройством сигнализации о недопустимом снижении давления;
- защитой вида "ес", выполненной в соответствии с требованиями для повышенной надежности против взрыва;

- взрывонепроницаемой оболочкой, выдержавшей испытание для вида взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" повышенной надежности против взрыва;
- масляным заполнением по ГОСТ 22782.1-77 для повышенной надежности против взрыва;
- специальным видом взрывозащиты по ГОСТ 22782.3-77.

Уровень взрывозащиты "Взрывобезопасное электрооборудование" может обеспечиваться:

- искробезопасной электрической цепью, выполненной для уровня "ic" по ГОСТ 22728.5-78;
- заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением по ГОСТ 22728.4-78 с устройством автоматического отключения при недопустимом снижении давления;
- защитой вида "ев", выполненной в соответствии с требованиями для взрывобезопасного электрооборудования;
- взрывонепроницаемой оболочкой, выдержавшей испытания для вида взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" взрывобезопасного электрооборудования;
- специальным видом взрывозащиты по ГОСТ 22728.3-77;
- кварцевым заполнением оболочки по ГОСТ 22728.2-77 для взрывобезопасного электрооборудования;
- видом взрывозащиты "ес", выполненным в соответствии с требованиями для повышенной надежности против взрыва и заключенную во взрывонепроницаемую оболочку повышенной надежности против взрыва;
- видом взрывозащиты "еэ", выполненным в соответствии с требованиями повышенной надежности против взрыва и заключенным в оболочку по ГОСТ 22782.4-78 с сигналом на отключение.

Уровень взрывозащиты "Особовзрывобезопасное электрооборудование" может обеспечиваться:

- искробезопасной электрической цепью, выполненной для уровня "ia" по ГОСТ 22782-78;
- специальным видом взрывозащиты по ГОСТ 22782.3-77;
- взрывобезопасным электрооборудованием с видами взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и "кварцевое заполнение оболочки" с дополнительными средствами взрывозащиты (например, заключением искробезопасных частей, залитых компаундом или погруженных в жидкий или сыпучий диэлектрик, во взрывонепроницаемую оболочку, или продуванием взрывонепроницаемой оболочки чистым воздухом под избыточным давлением при наличии устройств, отключающих напряжение при недопустимом снижении давления или при повреждении взрывонепроницаемой оболочки). При этом для отходящих соединений должна обеспечиваться искробезопасность "ia" по ГОСТ 22782-78.

Допускается питание электрооборудования искробезопасными цепями от индивидуального источника ограниченной мощности, необходимой для нормального функционирования изделия. При этом электрические цепи должны быть защищены от всех видов повреждений с действием на отключение защитных устройств (например, от однофазных замыканий на землю при системе электроснабжения с изолированной нейтралью).

Приложение 6

Справочное

ВЫБОР КОРОБОК ЗАЖИМОВ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Для выполнения соединений и разветвлений открыто проложенных кабелей электропроводок систем автоматизации с токовыми нагрузками до 16 А и напряжением до 660 В переменного тока во взрывоопасных зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-IIa могут быть применены коробки типа У614А, У615А (ТУ 36-12-80) и КЗН (ТУ 36-2685-85), изготавливаемые заводами НПО "Электромонтаж" Минмонтажспецстроя СССР.

Основные технические характеристики указанных коробок приведены в табл. 1 настоящего приложения.

В коробках У614А, У615А и КЗН можно производить соединение медных и алюминиевых жил кабелей сечением 1,5 - 6 мм².

Таблица 1

Технические характеристики коробок У614А, У615А и КЗН

Тип	Степень защиты	Климатическое исполнение	Количество наружных клемм	Количество сальников	Тип коробки	Примечание
У614А	IP54	У2; Т2	10	8 - 16	2	Коробки
			16 - 22	1		У614А,
			22 - 32	1		У615А
У615А	IP54	У2; Т2	20	8 - 16	2	поставля-
			16 - 22	3		ются с
			22 - 32	2		сальниками
КЗН08У2	IP65	У2	8	8 - 16	4	У262У2 В комплект
			14 - 22	1		У263У2 поставки
КЗН08Х-УТ1	IP65	УТ1	8	8 - 16	4	У262Х-УТ1 коробок
			14 - 22	1		У263Х-УТ1 КЗН саль-
КЗН16У2	IP65	У2	16	8 - 16	6	У262У2 ники не
			14 - 22	1		У263У2 входят.
КЗН16Х-УТ1	IP65	УТ1	16	8 - 16	6	У262Х-УТ1 Они должны
			14 - 22	1		У263Х-УТ1 заказы-
КЗН32У2	IP65	У2	32	8 - 16	7	У262У2 ваться
			14 - 22	2		У263У2 отдельно.
			21 - 32	1		У667У2 Сальники
КЗН32Х-УТ1	IP65	УТ1	32	8 - 16	7	У262Х-УТ1 изготов-
			14 - 22	2		У263Х-УТ1 ливаются
			21 - 32	1		У667Х-УТ1 по ТУ 36-
КЗН48У2	IP65	У2	48	8 - 16	8	У262У2 1952-81
			14 - 22	2		У263У2 и ТУ 36-

			21 - 32 1	Y667Y2	2357-81
			29 - 40 1	Y668Y2	
КЗН48Х-УТ1 1Р65 УТ1 48 8 - 16 8 У262Х-УТ1					
			14 - 22 2	У263Х-УТ1	
			21 - 32 1	У667Х-УТ1	
			29 - 40 1	У668Х-УТ1	

Приложение 7

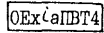
Справочное

ПРИБОРЫ И АППАРАТЫ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ИСПОЛНЕНИЙ

В приложении даны краткие сведения о взрывозащищенных приборах и аппаратах, дающие проектировщику предварительную информацию об их назначении, области применения, уровне и виде взрывозащиты, принципе действия.

Выбор приборов и аппаратов для применения их в системах автоматизации технологических процессов должен производиться на основании действующей технической документации - заводских технических описаний и инструкций по эксплуатации, технических условий, стандартов, номенклатурных перечней заводов-изготовителей.

Сведения о приборах и аппаратах даны в приложении в том виде, как они сформулированы в заводских инструкциях. Это позволяет сохранить точность с подлинниками документов, на основании которых данное приложение составлено.

По тексту приложения в маркировке взрывозащищенных приборов по ГОСТ 12.2.020-76 опущены прямоугольные рамки и квадратные скобки, а в маркировке приборов по ПИВРЭ опущены прямоугольные и круглые рамки: вместо  записано

 записано Ex Ia IIC; вместо  записано ВЗТЗ-С-В.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Взрывозащищенность термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических достигается за счет заключения электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и совместно с электрическими средствами защиты исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТСП-75-01, ТСМ-75-01

Термопреобразователи ТСП-75-01, ТСМ-75-01 эксплуатируются во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках класса В-Iг (по водороду), в которых по условиям работы могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом 1, 2, 3, 4 категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ.

Термопреобразователи имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и маркировку "В4ТЗ-В".

Термопреобразователи сопротивления ТСП-75-01, ТСМ-75-01 предназначены для измерения температуры жидкого и газообразного аммиака, азотоводородной смеси, природного газа, конвертированного газа, моноэтанола-аминового раствора.

Измерение температуры с помощью термопреобразователей основано на свойстве платины или меди изменять электрическое

сопротивление с изменением температуры.

Термопреобразователи рассчитаны на эксплуатацию во всех макроклиматических районах на суше.

Диапазон измеряемых температур:

от -50 до +200 °С для ТСП-75-01;

от -50 до +150 °С для ТСМ-75-01.

Условное давление измеряемой среды - 6,4 и 0,4 МПа.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТСП-5081-01 и ТСП-8051

Термопреобразователь сопротивления ТСП-5081-01 предназначен для измерения температуры среды во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках В-Ig, в которых по условиям работы могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ПИВРЭ, а также для измерения температуры в системах автоматизации стационарных холодильных машин и систем кондиционирования воздуха в глубоких шахтах.

Термопреобразователь ТСП-8051 предназначен для измерения температуры жидкой и газообразной среды, которая содержит метан, гелий, азот и другие компоненты природного газа и в которой по условиям работы могут образоваться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ.

Диапазон измерений:

от -50 до 200 °С для ТСП-5081-01;

от -200 до 500 °С для ТСП-8051.

Условное давление измеряемой среды - 32 МПа (для ТСП-5081-01) и 6,4 МПа (для ТСП-8051).

Термопреобразователи устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха от -50 до 50 °С при относительной влажности до 80%, а также относительной влажности 98% при температуре 35 °С.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТИПА ТСМ-4042

Маркировка по взрывозащите "ВЗТЗ-С-В".

Термопреобразователь сопротивления ТСМ-4042 предназначен для измерения температуры нефти и нефтепродуктов.

Может применяться во взрывоопасных помещениях (зонах) всех классов и в наружных установках, в которых образуются взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ.

Диапазон измерений от -50 до +150 °С.

Условное давление измеряемой среды - 0,25 МПа.

Термопреобразователь устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха от -50 до +50 °С при относительной влажности до 80%.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТСМ-275-01, ТСМ-277-01

Термопреобразователи эксплуатируются во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках класса В-Ig, в которых по условиям работы могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом 1, 2, 3, 4 категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ.

Термопреобразователи имеют уровень взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и маркировку "В4ТЗ-В".

Термопреобразователи предназначены для измерения температуры природного газа в газопроводах и технологических установках на предприятиях газовой промышленности.

Термопреобразователи рассчитаны на эксплуатацию во всех макроклиматических районах на суше.

Диапазон измеряемых температур - от -50 до +150 °С.

Условное давление измеряемой среды - 6,4 МПа.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТХА-775, ТХК-775

Термопреобразователи имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и маркировку "В4ТЗ-В".

Преобразователи термоэлектрические ТХА-775, ТХК-775 предназначены для измерения температуры азотоводородной смеси и газов после сгорания природного газа, газообразного и жидкого аммиака, природного газа, конвертированного газа, моноэтаноламинового раствора, турбинных масел в системе смазки подшипников в производстве аммиака во взрывоопасных зонах всех классов помещений и наружных установок, в которых по условиям работы могут образоваться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом категорий ПА, ПВ, ПС, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ГОСТ 12.1.011-78 (1, 2, 3, 4 категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ).

Измерение температуры с помощью термопреобразователей основано на возникновении термоэлектродвижущей силы в цепи их термометрических чувствительных элементов (термопар) при разности температур рабочего и свободного концов термопар.

По измеряемому значению термо-э.д.с. определяется температура.

Термопреобразователи рассчитаны на эксплуатацию в климатических условиях УХЛЗ по ГОСТ 15150-69.

Диапазон измеряемых температур при длительном применении:

от 0 до 800 °С для ТХА-775;

от 0 до 600 °С для ТХК-775.

Условное давление измеряемой среды - 25 МПа и 50 МПа.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТХК-0083

Преобразователи термоэлектрические ТХК-0083 предназначены для измерения температуры в емкостях и трубопроводах во взрывоопасных зонах помещений всех классов и наружных установок, в которых по условиям работы могут образоваться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом категорий I, ПА, ПВ, групп Т1, Т2, Т3, Т4 по ГОСТ 12.1.011-78.

Диапазон измеряемых температур от 0 до 300 °С.

Условное давление измеряемой среды - 20 МПа.

Принцип работы термопреобразователей основан на преобразовании тепловой энергии в термоэлектродвижущую силу элемента при наличии разности температур между его свободными концами и горячим спаем.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ Ш703И, Ш705И

Преобразователи измерительные Ш703И, Ш705И выполняются в искробезопасном исполнении, имеют маркировку "ExiaПС" и должны устанавливаться вне взрывоопасных зон.

Предназначены для преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в унифицированные сигналы постоянного тока (0 - 5) или (4 - 20) мА или напряжения постоянного тока (0 - 10) В и могут быть использованы в системах регулирования технологическими процессами в энергетике, металлургии, химической, стекольной, нефтяной, газовой и других отраслях промышленности.

Преобразователи измерительные Ш703И должны работать с термопреобразователями типов ТСП и ТСМ, а Ш705И - с преобразователями термоэлектрическими типов ТХК, ТХА, ТПП, ТПР, ТВР.

Термопреобразователи сопротивления, термопреобразователи электрические, работающие в комплекте с преобразователями измерительными, должны быть пригодны для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

УСТРОЙСТВА ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТУДЭ

Взрывозащищенность приборов ТУДЭ-8 - ТУДЭ-12 достигается за счет заключения электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и совместно с электрическими средствами защиты исключает передачу взрыва в окружающую среду.

Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Приборы ТУДЭ-8 - ТУДЭ-12 выполнены во взрывонепроницаемой оболочке, имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты, маркировку по взрывозащите "ВЗТ4-В", применяются во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ПИВРЭ.

Устройства терморегулирующие дилатометрические электрические предназначены для регулирования температуры жидких и газообразных сред в системах автоматического контроля и регулирования при статическом давлении до 4 кгс/см² (6,4 МПа).

Диапазон температур регулируемой среды ТУДЭ-8 - ТУДЭ-12 от 0 до 250 °С.

Приборы устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха от -30 до 70 °С и относительной влажности до 98% при 35 °С.

Действие прибора основано на пропорциональном изменении разности приращивания длин чувствительной трубки и стержня в зависимости от температуры регулируемой среды. Полученное приращение преобразуется в действие контактного механизма, с помощью которого замыкаются (размыкаются) контакты.

ПРИБОРЫ РЕГИСТРИРУЮЩИЕ РП160-14, РП160-15

Приборы имеют входные искробезопасные измерительные цепи уровня "iv", маркировку ExivIIC и предназначены для установки вне взрывоопасных зон.

Приборы применяются для измерения и регистрации напряжения постоянного тока, а также неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы постоянного тока (токовые и напряжения) или активное сопротивление.

Приборы рассчитаны на работу с термопреобразователями сопротивления, преобразователями термоэлектрическими и источниками выходных сигналов постоянного тока.

Серийно выпускаемые термопреобразователи сопротивления и преобразователи термоэлектрические, подключаемые к искробезопасному входу прибора, могут устанавливаться во взрывоопасных зонах в соответствии с требованиями ПУЭ.

Взрывозащищенность прибора обеспечивается: введением модуля искрозащиты во входные цепи прибора и заливкой модуля искрозащиты изоляционным компаундом; выполнением силового трансформатора и монтажа электрических цепей прибора в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.5-78.

Вид климатического исполнения приборов - УХЛ4,2.

Пределы измерений приборов: 0 - 10 мВ, 0 - 20 мВ, 0 - 50 мВ, 0 - 100 мВ.

Подключение термопреобразователей к приборам производится по 4-проводной схеме.

Допускаемое сопротивление каждого провода линии связи - не более 500 Ом.

Принцип действия прибора основан на сравнении двух сигналов напряжения постоянного тока: выходного сигнала первичного преобразователя и сигнала обратной связи, который снимается с подвижного контакта реохорда.

ПРИБОР РЕГИСТРИРУЮЩИЙ ДИСК-250И

Приборы ДИСК-250И имеют входные искробезопасные цепи уровня "ia" и выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.5-78. Приборы устанавливаются только вне взрывоопасных зон и имеют маркировку "ExiaIIC".

Приборы ДИСК-250И могут работать с серийно выпускаемыми датчиками, не имеющими собственного источника питания, индуктивности, емкости, которые могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями ПУЭ.

В приборе ДИСК-250И входной сигнал от датчика поступает в блок искрозащиты, предохраняющий датчик от опасного повышения тока и напряжения, которые могут возникнуть в аварийном режиме (например, при коротком замыкании) внутри прибора.

Искробезопасность входной цепи прибора ДИСК-250И обеспечивается ограничением напряжений и токов в цепях первичного преобразователя до искробезопасных значений.

Приборы показывающие и регистрирующие ДИСК-250И предназначены для измерения силы и напряжения постоянного тока, а также неэлектрических величин, преобразованных в указанные сигналы и активное сопротивление.

Приборы имеют следующие выходные устройства: устройство преобразования входных сигналов в выходной непрерывный электрический сигнал 0 - 5 или 4 - 20 мА по ГОСТ 26.011-80;

пропорционально-интегральное регулирующее;

регулирующее с бесконтактным выходом для формирования 3-позиционного закона регулирования;

два 2-позиционных устройства сигнализации с релейным выходом.

Приборы предназначены для работы в закрытых помещениях без агрессивных сред при температуре окружающего воздуха от 5 до 50 °С и верхнем значении относительной влажности 80% при 35 °С.

В основу работы прибора положен принцип электромеханического следящего уравнивания. Входной сигнал от датчика предварительно усиливается и лишь после этого производится уравнивание его сигналом компенсирующего элемента.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ САФИР-22-Ex

Преобразователи Сафир-22-Ex выполняются с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особовзрывобезопасный".

Преобразователи, работающие с БПС-24, имеют маркировку по взрывозащите "0ExiaIICT6 в комплекте с БПС-24", соответствуют требованиям ГОСТ 22782.5-78. Предназначены для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями ПУЭ.

Блоки преобразования сигналов БПС-24 всех исполнений имеют маркировку по взрывозащите "ExiaIIС в комплекте с Сафир-22-Ex".

Искробезопасность электрических цепей преобразователей Сафир достигается ограничением тока и напряжения в его электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет выполнения конструкции всего преобразователя в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.5-78.

Ограничение тока и напряжения в электрических цепях преобразователя до искробезопасных значений достигается наличием в блоке преобразования сигналов БПС-24 барьера защиты и гальванического разделения сигнальной цепи и цепи питания.

Преобразователь измерительный взрывозащищенный предназначен для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами взрывоопасных производств и обеспечивает непрерывное преобразование значения измеряемого параметра - абсолютного давления (Сафир-22ДА-Ex); избыточного давления (Сафир-22ДИ-Ex); разрежения (Сафир-22ДВ-Ex); давления-разрежения (Сафир-22ДИВ-Ex); разности давлений (Сафир-22ДД-Ex) - нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи.

Преобразователи разности давлений могут использоваться для преобразования значений уровня жидкости, расхода жидкости или газа, а преобразователи гидростатического давления - для преобразования значений уровня жидкости в унифицированный токовый выходной сигнал.

Преобразователи относятся к изделиям ГСП.

По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи в зависимости от исполнения соответствуют:

климатическому исполнению УХЛ категорий 3, 1, но для работы при температуре от -1 до +50 °С;

климатическому исполнению У категории 2, но для работы при температуре от -30 до +50 °С;

климатическому исполнению Т категории 3, но для работы при температуре от -10 до +55 °С или от -20 до 80 °С.

Преобразователи предназначены для работы при барометрическом давлении от 84,4 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Преобразователи устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха (95 +/- 3)% при +35 °С и более низких температурах без конденсации влаги.

Степень защиты преобразователей от воздействия пыли и воды - IP54 по ГОСТ 14254-80.

ДАТЧИКИ-РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ Т21ВМ, ДАВЛЕНИЯ Д21ВМ, РАЗНОСТИ ДАВЛЕНИЙ Д231ВМ

Приборы имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и маркировку "РВ-1В", "1ExdIIВТ4".

Взрывозащищенность датчиков-реле достигается за счет заключения переключающего механизма и кабельного ввода во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Взрывонепроницаемость корпуса обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Приборы предназначены для работы в холодильных установках угольных шахт, взрывоопасных зонах всех классов помещений и наружных установках в соответствии с маркировкой по взрывозащите и требованиями ПУЭ.

Датчики-реле предназначены для контроля, сигнализации и двухпозиционного регулирования величины разности давлений, давления и температуры жидких и газообразных сред, не агрессивных к стали и латуни.

Пределы уставок контролируемых параметров:

для Т21ВМ от -20 до +130 °С;

для Д21ВМ от 0,07 до 3,0 МПа;

для Д231ВМ от 0,02 до 0,6 МПа.

Допустимая температура окружающей среды от -30 до +50 °С.

Допустимая влажность окружающей среды не более 80%.

Принцип действия приборов основан на сравнении усилий, создаваемых давлением контролируемой среды и иной упругой деформации пружины диапазона.

МАНОМЕТРЫ, МАНОВАКУУММЕТРЫ И ВАКУУММЕТРЫ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ ДВУХПОЗИЦИОННЫЕ ВО ВЗРЫВОНЕПРОНИЦАЕМОМ КОРПУСЕ ВЭ-16Р6

Приборы предназначены для работы во взрывоопасных помещениях, где возможно образование взрывоопасных сред 3 категории, группы Г. Служат для измерения давления жидкостей и газов, не действующих разрушающе на медные сплавы и стали.

Манометры с латунной трубчатой пружиной имеют пределы измерения от 0 до 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100 кгс/см².

Манометры со стальной трубчатой пружиной имеют пределы измерения от 0 до 160; 250; 400; 600; 1000; 1600 кгс/см².

Работа приборов при температуре окружающего воздуха от 0 до +60 °С.

Мановакуумметры с латунной трубчатой пружиной имеют пределы измерения: 760 мм рт. ст. - 0 - 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25 кгс/см², вакуумметры с латунной трубчатой пружиной - 0 - 760 мм рт. ст.

РАСХОДОМЕРЫ МАЗУТА ТМ2С

Расходомеры мазута ТМ2С состоят из преобразователя расхода и преобразователя измерительного.

Преобразователь расхода имеет маркировку по взрывозащите "0ЕхIаIIBT4 в комплекте ТМ2С", соответствует требованиям ГОСТ 22782.5-78, предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно требованиям ПУЭ.

Преобразователь измерительный с входными искробезопасными цепями уровня "ia" выполнен в соответствии с ГОСТ 22782.5-78, имеет маркировку "ЕхIаIIB в комплекте ТМ2С" и предназначен для установки вне взрывоопасных зон помещений.

В качестве регистрирующих приборов для контроля частоты и выходного сигнала могут использоваться приборы с маркировкой по взрывозащите "Вход $\frac{I}{3Г4}$ " или "ЕхIаIIB".

Искробезопасность цепей преобразователя расхода обеспечивается путем ограничения напряжений и токов в цепях питания электронного узла преобразователя расхода до искробезопасных значений модулем искрозащиты.

Расходомеры мазута ТМ2С предназначены для измерения расхода мазута в различных отраслях промышленности, в том числе в комплексе системы оптимального управления нагревом металла в печах прокатного стана металлургических комбинатов.

Преобразователь расхода предназначен для эксплуатации в условиях, установленных для исполнения УХЛ категории 2 по ГОСТ 15150-69, но при температуре окружающего воздуха от +5 до +50 °С.

Преобразователь измерительный предназначен для эксплуатации в условиях, установленных для исполнения УХЛ категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150-69, но при температуре окружающего воздуха от +10 до +40 °С.

Пределы расходов измеряемой жидкости: 0,24 - 1,2 м³/ч; 3,2 - 16 м³/ч.

Рабочее давление - 6,4 МПа.

Температура измеряемой жидкости от +50 до +125 °С.

СЧЕТЧИКИ ТУРБИННЫЕ НОРД-М

Датчики счетчиков выполнены во взрывозащищенном исполнении с маркировкой "ВЗТ4-В-С", что допускает применение их в условиях взрывоопасных помещений всех классов и наружных установках класса В-Іг, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ПИВРЭ.

Взрывозащищенность датчиков достигается заключением электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду и заливкой элементов датчика компаундом.

Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Счетчики турбинные НОРД-М предназначены для измерения количества нефти, нефтепродуктов и других неагрессивных жидкостей.

Область применения счетчиков - технологические установки нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий.

Рабочая среда - нефть и нефтепродукты.

Расход измеряемой среды: наименьший - 3,5 м³/ч; наибольший - 900 м³/ч.

Температура измеряемой среды от 5 до 50 °С.

Принцип работы датчика: преобразователь счетчика преобразует количество протекающей жидкости в пропорциональное число оборотов крыльчатки, преобразуемое в свою очередь датчиком в пропорциональное количество электрических импульсов, которые пересчитываются электронным блоком в импульсы, соответствующие стандартным единицам.

ДАТЧИК ПРЕДЕЛЬНОГО УРОВНЯ ДПУ-1М

Исполнение по взрывозащите "ІЕхІПАТЗ".

Прибор может устанавливаться во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках класса В-Іг, где возможно образование паровоздушных смесей категорий 1, 2, групп А, Б, Г по классификации ПУЭ.

Датчик предельного уровня ДПУ-1М предназначен для подачи сигналов на диспетчерский пункт о предельном уровне жидкости в промысловых емкостях и отключении скважин.

Температура рабочей среды - +5 - +50 °С.

Температура окружающей среды от -50 до +45 °С.

Рабочее давление - $5,9 \cdot 10^5$ Па (6 кгс/см²).

Принцип работы датчика предельного уровня основан на том, что поплавок датчика при повышении уровня в емкости поворачивает ось и толкатель нажимает на кнопку микропереключателя, контакты которого включены в цепь сигнализации уровня или исполнительного механизма, прекращающего подачу нефти из скважины.

ДАТЧИК-РЕЛЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДУЖЭ-200М

Датчик выпускается во взрывозащищенном исполнении. По уровню взрывозащиты датчик имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты и с маркировкой "В4аТЗ-В" и может устанавливаться во взрывоопасных установках всех классов, в которых образуются взрывоопасные смеси 1, 2, 3, 4а категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПИВРЭ.

Взрывозащищенность датчика достигается за счет заключения электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку и разделения полости контактной группы от полости кабельного ввода взрывонепроницаемой перегородкой.

Датчик предназначен для подачи электрического сигнала при повышении или понижении уровня жидкости в технологических аппаратах и не предназначен для жидкостей, выпадающих в осадок и кристаллизирующихся, а также для агрессивных жидкостей.

Температура окружающего воздуха - 60 до 55 °С; относительная влажность 100% при 35 °С.

Давление контролируемой среды 10 МПа.

Плотность контролируемой среды от 6 до 1,5 г/см³.

Температура контролируемой среды от -55 до +200 °С.

Принцип действия датчика основан на использовании выталкивающей силы, действующей на боек. Величина этой силы

пропорциональна глубине погружения буйка в жидкость.

РЕЛЕ УРОВНЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ПРУ-5МИ

Реле уровня состоит из первичного и передающего преобразователей.

Первичный преобразователь имеет маркировку по взрывозащите "0ExiaIICT5 в комплекте ПРУ-5МИ", соответствует требованиям ГОСТ 22782.5-78 и предназначен для установки во взрывоопасных зонах и наружных установках согласно требованиям ПУЭ.

Передающий преобразователь с входными искробезопасными цепями уровня "0" выполнен в соответствии с ГОСТ 22782.5-78, имеет маркировку "ExiaIICT" и предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

Искрозащита первичной обмотки передающего преобразователя от попадания аварийного напряжения обеспечивается ограничением напряжения двумя встречно включенными стабилитронами.

Искрозащита вторичной обмотки обеспечивается ограничением напряжения двумя встречно включенными выпрямителями.

Реле уровня ПРУ-5М4 предназначено для контроля уровня жидкостей (вода, аммиак, хладон, дизельное топливо, масло) в аппаратах и сосудах стационарных и судовых установок.

Допустимая температура измеряемой среды:

для хладагентов - от -50 до +50 °С;

для воды - от 0 до 100 °С;

Допустимое давление измеряемой среды - 21 кгс/см².

Температура окружающего воздуха для передающего преобразователя от -30 до +50 °С; для первичного преобразователя от -50 до +80 °С; относительная влажность воздуха при температуре 35 °С для передающего преобразователя 98%, а первичного преобразователя - 100%.

Принцип действия прибора основан на получении сигнала разбаланса с дифференциально включенных катушек индуктивности в первичном преобразователе при перемещении поплавка. Информацию о колебании поплавка относительно катушек дает изменяющаяся фаза сигнала, которая фиксируется в передающем преобразователе.

ДАТЧИК УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКИЙ ЭХО-5

Датчики состоят из акустического преобразователя (АП6В) и преобразователя передающего измерительного (ППИ).

Датчики уровня акустические выпускаются в следующих исполнениях: пылеводозащищенном, взрывозащищенном и защищенном от агрессивных сред.

Датчики взрывозащищенного исполнения состоят из преобразователя передающего измерительного ППИ-5 и акустического преобразователя АП-6В.

ППИ-5 соответствуют требованиям ГОСТ 22782.5-78, имеет искробезопасный вход с уровнем "iv", маркировкой по взрывозащите "ExivIIA в комплекте ЭХО-5В" и устанавливается вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

АП-6В соответствует требованиям ГОСТ 22782.5-78, ГОСТ 22782.6-81, ГОСТ 22782.0-81, имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты, виды взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и "искробезопасная электрическая цепь", маркировку взрывозащиты "IExdIIAT5 комплекте ЭХО-5В" и может применяться во взрывоопасных зонах в соответствии с требованиями ПУЭ.

Обеспечение искробезопасности ППИ-5 достигается ограничением соответствующих токов и напряжений до искробезопасных значений. Все ограничительные элементы помещены в коробку, которая заливается эпоксидным компаундом.

Взрывозащищенность АП-6В достигается за счет заключения электронного узла, вынесенного в АП, во взрывонепроницаемую оболочку и искробезопасностью видимых электрических цепей, идущих от искробезопасного входа ППИ-5, а также заливкой компаундом скомпонованных на отдельной плате элементов электронной схемы.

Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Датчик предназначен для бесконтактного автоматического дистанционного измерения уровня:

жидких сред, в том числе вязких, неоднородных, выпадающих в осадок, взрывоопасных, высокоагрессивных при температуре контролируемой среды от -40 до +170 °С;

сыпучих и кусковых материалов при температуре контролируемой среды от -50 до +120 °С.

Датчики имеют выходные сигналы: унифицированные постоянного тока 0 - 5 мА или 0 - 20 мА, или 4 - 20 мА, или 4 - 20 мА и

два релейных сигнала.

Диапазоны измерения: 0 - 0,4; 0 - 0,6; 0 - 1,0; 0 - 1,6; 0 - 2,5; 0 - 4,0; 0 - 6,0; 0 - 12,0; 0 - 16,0; 0 - 20,0; 0 - 30,0 м.

Температура воздуха, окружающего АП, от -30 до +50 °С; ППИ - от 0 до 50 °С.

Принцип действия датчиков основан на локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду, и на явлении отражения этого импульса от границы раздела газ - контролируемая среда.

Мерой уровня при этом является время распространения звуковых колебаний от источника излучения до контролируемой границы раздела сред и обратно до приемника.

БЛОК КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТИПА БКС-2И

Блок контроля БКС-2И выполнен с входными искробезопасными электрическими цепями уровня "ia" и имеет маркировку "ExiaПС". Блок устанавливается вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

Маркировка по взрывозащите датчика уровня "0ExiaПСТ6 в комплекте БКС-2И".

Для обеспечения искробезопасности входных цепей блока применен блок искрозащиты; в силовом трансформаторе первичная обмотка отделена от вторичных перегородкой, обмотки выполнены отдельными катушками, катушки трансформатора пропитаны изоляционным лаком.

Блок контроля сопротивления типа БКС-2И предназначен для контроля одного или двух уровней электропроводных жидких и сыпучих сред (воды, руды, угля, породы и т.д.).

Блок изготавливается в исполнениях У, УХЛ, Т категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69 и работает при температуре окружающей среды от -40 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 98% при температуре 25 °С без конденсации влаги.

Принцип действия блока контроля основан на следующем: при заполнении бункера измерительный электрод касается материала, в цепи датчика начинает протекать постоянный ток, который усиливается предварительным усилителем и вызывает срабатывание релейного усилителя, на выходе которого включено реле.

РЕЗИСТОР УРОВНЯ МЕЖФАЗОВОГО В ОТСТОЙНИКАХ РУМ-10

Исполнение датчика - "искробезопасное 04Т5-И в комплекте РУМ-10".

Исполнение электронного блока - обычное, вход И, выход 4Т5.

Взрывозащищенность датчика регулятора уровня обеспечивается: установкой электростатического экрана между первичной и вторичной обмотками трансформатора и заливкой элементов терморезистивным компаундом.

Регулятор уровня межфазового в отстойниках РУМ-10 предназначен для автоматического сброса дренажной воды и поддержания заданного уровня раздела фаз "нефть-вода" в нефтяных отстойниках и резервуарах.

Рабочее давление в отстойниках - 1,6 МПа.

Температура рабочей среды от 0 до 100 °С.

Диапазон регулирования межфазового уровня "нефть-вода" +/- 150 мм.

Работа прибора основана на использовании различных диэлектрических и электропроводных свойств нефти и сбрасываемой из резервуаров воды.

СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ ОСАДКА СУФ-210

Сигнализатор состоит из взрывозащищенного датчика и невзрывозащищенного блока сигнализатора. Датчик выполнен взрывонепроницаемым, имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты, маркировку по взрывозащите "ВЗТ4-В" и может применяться во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках.

Блок сигнализатора, не имеющий взрывозащищенного исполнения, должен устанавливаться вне взрывоопасного помещения.

Взрывозащищенность датчика достигается за счет заключения электрических элементов во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Взрывонепроницаемость корпуса (оболочки) датчика обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Сигнализатор уровня осадка СУФ-210 предназначен для сигнализации уровня осадка в очистных сооружениях сточных вод.

Сигнализация об уровне осадка или активного ила происходит при достижении осадком или активным илом заданного значения (равного расстоянию от дна отстойника до датчика сигнализатора).

В основу работы сигнализатора положен фотоэлектрический метод.

Температура контролируемой среды от 2 до 35 °С.

Вязкость контролируемой среды не более 1 Пас.

Температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С.

Относительная влажность 80% при 35 °С и более низких температурах без концентрации влаги. Атмосферное давление от 0,084 до 0,106 МПа.

СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ ЭМСУР-2002

Сигнализаторы состоят из одного передающего релейного преобразователя и двух первичных преобразователей. Сигнализаторы выпускаются во взрывозащищенном исполнении.

Первичный преобразователь имеет маркировку по взрывозащите "0ExiaПСТ5 в комплекте ЭМСУР", соответствует требованиям ГОСТ 22782.5-78 и предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Передающий преобразователь с входными искробезопасными цепями уровня "ia" выполнен с ГОСТ 22782.5-78, имеет маркировку "ExiaПС" и предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

Искробезопасность выходных цепей преобразователей достигается ограничением соответствующих токов и напряжений до искробезопасных значений.

Сигнализатор предназначен для автоматического дистанционного контроля наличия жидкостей (в том числе пищевых) в емкостях на уровнях, обусловленных местами расположения первичных преобразователей сигнализаторов.

Температура контролируемой среды от -40 до +120 °С.

Физическое состояние среды - некристаллизующиеся выпадающие в осадок проводящие жидкости с вязкостью до 1,0 Пас.

Допустимый предел давления газовой фазы в объекте контроля от 0,25 до 1,6 МПа.

Первичные преобразователи сигнализаторов устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха (95 +/- 3)% при 35 °С.

Принцип действия сигнализатора основан на фиксации изменения амплитуды электрического сигнала, наводимого передающим электродом первичного преобразователя на его приемный электрод, при взаимодействии обоих электродов с контролируемой средой.

УРОВНЕМЕР РАДИОИЗОТОПНЫЙ СЛЕДЯЩИЙ УР-8МВ

В уровнемере, имеющем взрывозащищенное исполнение, электромеханический блок имеет специальную систему взрывозащиты.

Маркировка электромеханического блока во взрывозащищенном исполнении "ВЗТ4-С". Он может устанавливаться во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках, в которых по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей газов или паров с воздухом 1, 2, 3 категорий, групп Т1, Т2, Т3, Т4 по ПИВРЭ.

Остальные блоки уровнемера устанавливаются вне взрывоопасных зон.

Взрывозащищаемость УР-8МВ обеспечивается специальной системой взрывозащиты, которая поддерживает во внутренней полости электромеханического блока и вертикальных трубах давление азота, избыточное по отношению к атмосферному на 0,25 ати, препятствующее попаданию в них взрывоопасных веществ из среды, в которой работает уровнемер.

Радиоизотопный следящий уровнемер УР-8М предназначен для непрерывного автоматического дистанционного измерения и регистрации уровня жидких сред, находящихся в закрытых или открытых резервуарах.

Максимальное давление измеряемой среды для уровнемеров - 250 ата.

Диапазон измерения уровня, мм: 0 - 2000; 0 - 4000; 0 - 6000; 0 - 8000; 0 - 10000.

Электромеханический блок устанавливается на резервуаре, который может находиться на открытом воздухе или в неотопляемом помещении при температуре от -30 до +50 °С.

Принцип действия основан на том, что ионизирующее излучение источника излучения поглощается контролируемой средой, но свободно проходит над ней, воздействуя на блок детектирования, преобразующий кванты излучения в электрический импульсный

сигнал, поступающий в блок управления уровнемера.

ПОЗИЦИОНЕРЫ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ГСП ТИПА ПЭП

Исполнение взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Взрывонепроницаемая оболочка".

Маркировка по взрывозащите "1ExdПСТ4".

Могут использоваться в системах автоматизации технологических процессов в нефтеперерабатывающей, газовой, химической и других отраслях промышленности.

Позиционеры предназначены для управления мембранно-пружинными исполнительными механизмами (МИМ).

Управление осуществляется путем пропорционального изменения входного электрического сигнала и уменьшения рассогласования хода МИМ введением обратной связи по положению выходного звена.

Позиционеры являются комплектующими изделиями соответствующих исполнительных механизмов и не имеют самостоятельного применения.

Позиционеры выпускаются двух модификаций в зависимости от входного электрического сигнала и типоразмеров МИМ:

ПЭП-1 для диапазона входного сигнала 0 - 5 мА;

ПЭП-2 для диапазона входного сигнала 4 - 20 мА.

Каждой модификации соответствуют определенные типоразмеры МИМ.

Рабочая среда позиционера - сжатый воздух.

Рабочий диапазон температур от -50 до +85 °С.

Давление питания: 0,25 МПа.

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ГТМК-12М

Первичный преобразователь газоанализатора выполнен взрывонепроницаемым, является взрывобезопасным по уровню взрывозащиты с маркировкой "В4аТ4-В" и может применяться в нормальных и взрывоопасных помещениях всех классов, в которых образуются взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом, отнесенных к 1, 2, 3, 4а категориям, групп Т1, Т2, Т3, Т4.

Взрывозащищенность первичного преобразователя достигается за счет заключения электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты.

Газоанализатор предназначен для определения объемного процентного содержания O_2 в бинарных и многокомпонентных газовых смесях химических, металлургических и других производств.

Пределы измерений от 0 до 20% O_2 (по объему).

Допустимое давление измеряемой среды 0,2 - 0,025 МПа.

Температура измеряемой и окружающей среды 5 - 50 °С.

Относительная влажность окружающей среды до 90% при температуре 5 - 35 °С и до 80% при температуре от +35 до +50 °С.

Принцип действия газоанализатора основан на термоманнитном методе измерения, использующем зависимость парамагнитных свойств кислорода от температуры.

ГАЗОАНАЛИЗАТОР "ПАЛЛАДИЙ-МВ"

Вид взрывозащиты газоанализатора "0ExiaПСТ5" по ГОСТ 22782.5-78.

Газоанализатор предназначен для эксплуатации на предприятиях, где по условиям технологического процесса существует опасность загрязнения воздуха производственных помещений оксидом углерода, а также возникновения взрывоопасных газовых смесей.

Преобразователь газоанализатора может устанавливаться в помещениях, содержащих взрывоопасные смеси категорий I, II, групп T1, T2, T3, T4, T5 согласно ГОСТ 12.1.011-78.

Измерительный блок газоанализатора должен устанавливаться только вне взрывоопасных помещений.

Искробезопасность измерительных цепей газоанализаторов обеспечивается специальными конструктивными мерами: в трансформаторе применены экраны между первичной и вторичной обмотками, а также между вторичными обмотками, питающими переменным напряжением измерительную и сигнализирующую части электронной схемы.

Температура окружающей и анализируемой среды от -10 до +50 °С.

Относительная влажность окружающей среды при температуре 35 °С - до 95%.

Пределы измерений оксида углерода 0 - 40 мг/м³.

Унифицированный выходной сигнал 0 - 10 мВ.

Принцип действия газоанализатора основан на методе, заключающемся в измерении тока электрохимического окисления оксида углерода на рабочем электроде электрохимической ячейки.

ГАЗОАНАЛИЗАТОР "СИРЕНА"

Газоанализатор состоит из датчика, блока управления и потенциометра.

Маркировка датчика по взрывозащите "IExdiaIICT6 в комплекте аппаратуры "Сирена". Датчик предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Блок управления с выходными искробезопасными электрическими цепями уровня "ia" имеет маркировку по взрывозащите "ExiaIICT в комплекте аппаратуры "Сирена"; предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

Взрывозащищенность газоанализатора достигается изменением искробезопасных электрических цепей, связывающими блок управления с датчиком и взрывозащищенным приводом датчика. Искробезопасность электрических цепей блока управления и датчика обеспечивается искробезопасным источником питания.

Газоанализатор "Сирена" предназначен для аналитического контроля содержания микроконцентраций токсичных газов в воздухе производственных помещений, а также для сигнализации превышения предела измерения.

Газоанализатор может работать при температуре окружающей среды от 10 до 35 °С; атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа; относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80%.

Диапазон измерения газоанализатора:

сероводород 0 - 3; 0 - 10; 0 - 30 мг/м³;

аммиак 0 - 30 мг/м³.

В основу работы газоанализатора положен принцип многократного использования окраски поверхности индикаторного порошка под действием содержащегося в воздухе анализируемого газа.

СИГНАЛИЗАТОР ДОВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СВИП-1

Сигнализатор имеет уровень взрывозащиты "взрывобезопасный" и виды взрывозащиты "специальный" и "взрывонепроницаемая оболочка"; маркировка "IExdsIICT5"; может устанавливаться во взрывоопасных зонах всех классов.

Сигнализатор СВИП-1 предназначен для контроля довзрывоопасных концентраций горючих газов, паров и их смесей в воздухе производственных помещений.

В основу работы сигнализатора положен метод искусственного воспламенения горючей смеси во взрывной камере датчика при атмосферном давлении.

Температура окружающего воздуха в месте установки сигнализатора от 5 до 50 °С при относительной влажности до 80%.

Сигнальная точка - 20% от нижнего предела воспламенения.

СИГНАЛИЗАТОР ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ ЩИТ-2

Датчик сигнализатора имеет маркировку по взрывозащите "IExdIbIICT6 в комплекте ЩИТ-2"; предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений в соответствии с требованиями ПУЭ.

Блок питания и сигнализации сигнализатора выполнен с искробезопасными выходными цепями уровня "iv", имеет маркировку по взрывозащите "ExivIIС в комплекте ЩИТ-2" и устанавливается вне взрывоопасных зон.

Сигнализатор термохимический ЩИТ-2 предназначен для контроля довзрывоопасных концентраций горючих газов, паров в воздухе.

Сигнализатор предназначен для работы при температуре окружающей среды от 1 до 50 °С; относительной влажности воздуха до 90% при температуре 25 °С; атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа.

Сигнализатор выдает сигнализацию при появлении в месте установки датчика сигнальной концентрации горючих веществ и их смесей с воздухом значением от 5 до 50% НКПВ (нижний концентрационный предел воспламеняемости).

СИГНАЛИЗАТОР ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ СТХ-6

Датчик сигнализатора имеет маркировку по взрывозащите "IExdiaIICT6 в комплекте СТХ-6".

Предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями ПУЭ.

Блок питания и сигнализации с искробезопасными входными цепями уровня "ia" имеет маркировку "ExiaIIС в комплекте СТХ-6", устанавливается вне взрывоопасных зон.

Взрывозащищенность датчиков сигнализатора достигается за счет заключения чувствительных элементов во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и совместно с электрическими средствами защиты (искробезопасными цепями питания) исключает передачу взрыва в окружающую среду.

Сигнализатор термохимический СТХ-6 предназначен для контроля довзрывоопасных концентраций горючих газов, паров и их смесей в воздухе производственных помещений.

Сигнализатор предназначен для работы при температуре окружающей среды от 1 до 50 °С, атмосферном давлении от 84 до 107 кПа.

Диапазон сигнальных концентраций 5 - 50% от НПВ.

СИГНАЛИЗАТОР ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ СТХ-7

Датчик сигнализатора выполнен взрывонепроницаемым с искробезопасными цепями питания и сигнализации, имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты. Маркировка по взрывозащите "IExdiasIIAT3 в комплекте СТХ-7". Предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями ПУЭ.

Блок питания и сигнализации относится к электрооборудованию общего назначения с искробезопасными выходными цепями уровня "ia", имеет маркировку "ExiaIIA в комплекте СТХ-7" и устанавливается за пределами взрывоопасной зоны.

Сигнализатор термохимический предназначен для контроля довзрывоопасных концентраций горючих веществ в воздухе с высокой температурой и выдачи сигналов при наличии сигнальных концентраций.

Взрывозащищенность датчиков сигнализатора достигается за счет заключения чувствительных элементов во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и совместно с электрическими средствами защиты (искробезопасные цепи питания) исключает передачу взрыва в окружающую среду.

Температура окружающей среды:

для блока - от 1 до 40 °С;

для датчика - от 50 до 170 °С.

Относительная влажность окружающей среды 80% при температуре 25 °С.

Диапазоны сигнальных концентраций:

для этилового спирта (27 - 50)% НПВ;

для бензина "Галоша" (25 - 50)% НПВ.

СИГНАЛИЗАТОР ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ СТХ-5А

Сигнализатор имеет маркировку по взрывозащите - "1ExdIIBCT5". Предназначен для применения во взрывоопасных зонах помещений всех классов и наружных установках в соответствии с требованиями ПУЭ.

Сигнализатор СТХ-5А до взрывоопасных концентраций предназначен для периодического контроля концентраций горючих газов, паров и их смесей в воздухе производственных помещений.

Условия работы: температура окружающей среды от -20 до 40 °С; относительная влажность окружающей среды до 80% при температуре 25 °С; атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

Диапазон сигнальных концентраций 5 - 50% от НПВ.

Принцип действия сигнализатора основан на термохимической реакции окисления (сгорания) горючих веществ на рабочем чувствительном элементе, включенном в схему моста.

КОНЦЕНТРАТОР КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АКК-201-02

Первичный преобразователь концентратомера с видом взрывозащиты "искробезопасный" имеет уровень взрывозащиты "0" и маркировку " $\frac{04T5}{И}$ " в комплекте АКК-201".

Он может устанавливаться во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси газов или паров с воздухом 1, 2, 3, 4 категорий, групп Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 по классификации ПИВРЭ.

Искробезопасность цепей первичного преобразователя обеспечивается изготовлением разделительного и силового трансформатора согласно требованиям ПИВРЭ; подключением к обмоткам трансформаторов ограничительных сопротивлений; заливкой элементов, обеспечивающих искрозащиту, эпоксидным компаундом.

Концентратомер кондуктометрический АКК-201-02 предназначен для контроля и регистрации удельной электрической проводимости обессоленной воды, растворов кислот, щелочей, солей, а также сточной воды в системах автоматического контроля процессов ионообменной очистки.

Диапазон измерения $1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-3}$ Ом/см.

Температура анализируемого раствора от 10 до 100 °С.

Температура окружающего воздуха от 5 до 50 °С.

В основу работы прибора положен контактный низкочастотный кондуктометрический метод измерения.

ВИСКОЗИМЕТР АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ВАП-2

Измерительный преобразователь вискозиметра имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты, вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка". Маркировка по взрывозащите "1ExdIIBCT5". Может применяться во взрывоопасных зонах всех классов помещений и наружных установок в соответствии с требованиями ПУЭ.

Вискозиметр ВАП-2 предназначен для измерения вязкости жидкостей и автоматизации аналитического контроля в технологических процессах.

В основу работы вискозиметра положен аperiodический метод измерения вязкости, основанный на измерении времени перемещения чувствительного элемента измерительного преобразователя между двумя фиксированными положениями под действием постоянного по величине напряжения сдвига.

Температура измеряемой среды в зоне установки измерительного преобразователя от 0 до 100 °С.

Давление измеряемой среды в зоне установки измерительного преобразователя - 2,5 МПа.

ГИГРОМЕТР "БАЙКАЛ-2М"

Первичный преобразователь гигрометра имеет уровень взрывозащиты "0ExiaIIBCT5" и может устанавливаться в помещениях, содержащих взрывоопасные газовые смеси.

Гигрометр предназначен для измерения объемной доли влаги путем полного извлечения ее из дозируемого потока

анализируемого газа и последующего электролиза в чувствительном элементе.

Температура анализируемого газа должна быть от -10 до +50 °С.

Гигрометры предназначены для работы в помещениях с температурой окружающего воздуха от +5 до +50 °С, при атмосферном давлении от 83,86 до 106,4 кПа.

Гигрометры имеют диапазоны измерений: 0 - 2; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 50; 0 - 100, 0 - 200; 0 - 500; 0 - 1000 мг/л^{-1} (1 мг/л^{-1} - концентрация водяного пара, при котором на 10^6 молекул анализируемого газа приходится одна молекула воды).

ПОСТЫ УПРАВЛЕНИЯ КНОПОЧНЫЕ КУ-91, КУ-92, КУ-93

Посты имеют маркировку по взрывозащите "1ExdПТ4".

Посты управления предназначены для работы в наружных и внутренних установках всех классов, во взрывоопасных и химических агрессивных средах на предприятиях нефтяной, газовой, химической и других отраслей промышленности.

Взрывобезопасность постов обеспечивается заключением токоведущих и искрящих частей в высокопрочную оболочку из пресс-материала и применением резиновых уплотнительных колец на кабельном вводе.

Посты применяются для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (пускателями, контакторами) переменного и постоянного тока, а также для эксплуатации в цепи сигнализации.

Технические данные:

Напряжение переменного тока 60; 380 В.

Сила тока 10 А.

Напряжение постоянного тока 60 В; 110/220; 220 В.

Сила тока 2; 5; 10/5; 10 А.

Количество кнопочных элементов от 1 до 3.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПУТЕВЫЕ ТИПА ВП-701

Выключатели путевые взрывозащищенные маслonaполненные типа ВП-701 устанавливаются в помещениях, где могут возникать смеси газов или паров горючих жидкостей с воздухом, относящиеся к 1, 2, 3, 4 категориям, группам Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 по классификации ПУЭ.

Выключатели предназначены для коммутации электрических цепей управления и сигнализации переменного тока в приводе периодически работающих механизмов с автоматическим или полуавтоматическим циклом.

Электроизоляционная жидкость, наполняющая выключатель, делает его безопасным в условиях взрывоопасности.

Технические данные:

Номинальное напряжение 380 В.

Номинальный ток 3 А.

Частота 50 Гц.

Число контактов: замыкающих - 3, размыкающих - 3.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПУТЕВЫЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ СЕРИИ ВПВ

Выключатели ВПВ-1 выпускаются с маркировкой по взрывозащите "1ExdПСТ6", а выключатели ВПВ-4М - в 2-х исполнениях: с маркировкой по взрывозащите "РВ-2В", "ExdI", "1ExdПСТ6", а также с маркировкой по взрывозащите "1ExdПСТ6".

Выключатели серии ВПВ предназначены для коммутации электрических цепей, контроля и блокировки при дистанционном управлении электроприводами машин и механизмов в передвижных и стационарных установках, а также для сигнализации состояния отдельных элементов электроприводов.

Выключатели приводятся в действие управляющими упорами (кулачками) в определенных точках пути контролируемого объекта.

Выключатели используются в электрических цепях переменного тока частотой 50 - 60 Гц напряжением 90 В, 127 В, 380 В, 660 В и в цепях постоянного тока напряжением до 110 В, 220 В и 440 В.

Выключатели могут применяться для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (реле, электромагнитами) в цепях переменного тока частотой 50 - 60 Гц и постоянного тока напряжением не менее 6 В и номинальным током 0,01 А.

РЕЛЕ БЕСКОНТАКТНОЕ ИСКРОБЕЗОПАСНОЕ РБИ-1

Реле выполнено с уровнем взрывозащиты искробезопасной цепи "особовзрывобезопасный", имеет маркировку "ExiaIIС" по ГОСТ 22782.5-78 и устанавливается вне взрывоопасной зоны в закрытом помещении.

Реле бесконтактное искробезопасное РБИ-1 представляет собой стационарное изделие непрерывного действия, с искробезопасным входом; предназначены для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока в схемах управления, блокировки и сигнализации.

Исполнение - климатическое УХЛ по ГОСТ 15150-69.

Входной сигнал - замыкание или размыкание электроконтактного датчика.

Выходной сигнал - одновременное замыкание и размыкание двух пар внешних электрических цепей на время, равное длительности входного сигнала.

Максимальное значение напряжения коммутируемого постоянного и переменного тока 220 В.

МОДУЛЬ СИГНАЛЬНО-БЛОКИРОВОЧНЫЙ ИСКРОБЕЗОПАСНЫЙ МСБИ-1

Модуль выполнен с уровнем взрывозащиты искробезопасных цепей "особовзрывобезопасный" и имеет маркировку по взрывозащите "ExiaIIС".

Модуль предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

Модуль сигнально-блокировочный искробезопасный может применяться в системах аварийной защиты, сигнализации и управления на предприятиях химической, нефтехимической промышленности.

Модуль рассчитан на прием сигналов от электроконтактов датчиков обыкновенного исполнения и выдачу управляющего двухпозиционного сигнала на исполнительные устройства.

Искробезопасность электрической цепи, соединяющей датчик с модулем, обеспечивается конструкторско-технологическими мерами: установлением во входной цепи ограничительных элементов, заливкой элементов, связанных с искробезопасной щелью, термореактивным компаундом.

Модуль предназначен для работы при температуре окружающего воздуха от -30 до 40 °С при относительной влажности от 30 до 80%.

Номинальный коммутируемый переменный ток - 4 А при напряжении 220 В и 2,5 А при напряжении 380 В.

Номинальный коммутируемый постоянный ток - 0,2 А при напряжении 220 В.

СИГНАЛ СВЕТОВОЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ ССВ-15М

Сигнал ССВ-15М имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты, вид взрывозащиты - "взрывонепроницаемая оболочка". Маркировка по взрывозащите "IExdПВТ4". Может применяться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установках, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, отнесенных к 1, 2, 3 категориям, групп Т1, Т2, Т3, Т4.

Взрывозащищенность сигнала достигается за счет заключения электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и совместно с электрическими средствами защиты исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Сигнал световой взрывозащищенный предназначен для подачи световой сигнализации о состоянии выполнения технологических процессов в стационарных установках.

Температура окружающей среды от -45 до +50 °С.

Относительная влажность воздуха 95% при температуре окружающей среды 25 °С.

Напряжение 220 или 127 В.

Мощность 25 или 15 Вт.

ПОСТ СИГНАЛИЗАЦИИ ТИПА ПВ-СС

Пост выполнен с маркировкой по взрывозащите "РВ-2В", "ЕхoI", "1ЕхoIIАТ6", "1ЕхoIIВТ6", "1ЕхoIIСТ6".

Пост предназначен для эксплуатации в угольных и сланцевых шахтах и во взрывоопасных зонах помещений и наружных установках всех в соответствии с требованием ПУЭ.

Взрывоопасность поста обеспечивается: заключением токоведущих и искрящих частей во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

Пост сигнализации типа ПВ-СС предназначен для подачи звуковых сигналов.

Номинальное напряжение переменного тока: для постов с маркировкой "РВ-2В", "ЕхoI", "1ЕхoIIАТ6" - 36, 127, 220 В;

для постов с маркировкой "1ЕхoIIВТ6", "1ЕхoIIСТ6" - 110, 220, 230, 240, 380 В.

Номинальное напряжение постоянного тока: 75, 110, 220 В.

Температура окружающего воздуха от -40 до +40 °С.

Относительная влажность окружающего воздуха не должна превышать 90% при температуре 25 °С без конденсации влаги.

Принцип действия: при включении поста в цепь переменного или постоянного тока в обмотках катушек возникает переменное магнитное поле, которое обеспечивает вибрацию якоря, передающуюся на мембрану, вызывающую звучание.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ СЕРИИ УП5800

Переключатели предназначены для коммутации электрических цепей управления и автоматики, для ручного переключения полюсов многоскоростных асинхронных электродвигателей малой мощности, а также в качестве переключателей электроизмерительных приборов в электрических цепях постоянного тока напряжением до 440 В и переменного тока напряжением до 500 В частотой 50 и 60 Гц.

Климатическое исполнение У категории 4 и исполнение Т категории 3.

Переключатели являются маслonaполненными в исполнении МОД и рассчитаны для применения во взрывоопасных помещениях, где по условиям работы возможно образование взрывоопасных парогазовоздушных смесей всех категорий и групп по классификации ПУЭ.

Приложение 8

Справочное

МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ ПО ВЫБОРУ АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ, ВЫБОРУ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

1. ВЫБОР АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Выбор аппаратов управления и защиты в схемах электропитания систем автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств должен выполняться с учетом следующих основных требований:

а) напряжение и номинальный ток аппаратов должны соответствовать напряжению и допустимому длительному току цепи. Номинальные токи аппаратов защиты следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам отдельных электроприемников, при этом аппараты защиты не должны отключать цепь при кратковременных перегрузках (например, при пусках электродвигателей);

б) аппараты управления должны без повреждений включать пусковой ток электроприемника и отключать полный рабочий ток, а также без разрушения допускать отключение пускового тока;

в) аппараты защиты по своей отключающей способности должны соответствовать токам короткого замыкания в начале защищаемого участка; отключение защищаемой линии или электроприемника должно производиться с наименьшим временем;

г) при коротких замыканиях должна быть обеспечена селективность работы защитных аппаратов с ниже- и вышестоящими защитными и коммутационными аппаратами; рекомендуется номинальные токи каждого последующего по направлению тока аппарата защиты (предохранителей и тепловых расцепителей) принимать на две ступени ниже, чем предыдущего, если это не приводит к завышению сечения проводов (см. подраздел "Выбор сечений проводников" данного приложения);

д) аппараты защиты должны обеспечивать надежное отключение одно- и многофазных коротких замыканий в сетях с глухозаземленной нейтралью и двух- и трехфазных коротких замыканий в сетях с изолированной нейтралью в наиболее удаленной точке защищаемой цепи. Для этого во взрывоопасных зонах при питании от систем электроснабжения с глухозаземленной нейтралью для надежного отключения аварийных участков питающей и распределительной сетей ток однофазного короткого замыкания (как отмечалось в п. 3.2 настоящего пособия) должен превышать не менее чем:

в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя;

в 6 раз номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику; если защита сетей выполнена автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсечку) с номинальным током до 100 А, то ток однофазного короткого замыкания должен превышать ток уставки отсечки не менее, чем в 1,4 раза.

Отметим, что в невзрывоопасных производствах кратности токов однофазных коротких замыканий в сетях с глухозаземленной нейтралью и двух-трехфазных коротких замыканий в сетях с изолированной нейтралью должны превышать не менее чем:

в 3 раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя данной цепи;

в 3 раза номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику;

в 1,4 раза ток уставки мгновенного срабатывания автоматического выключателя, имеющего только электромагнитный расцепитель (отсечку) с номинальным током до 100 А;

е) в сетях с изолированной нейтралью, защищаемых только от коротких замыканий, в которых сечения проводников выбраны с учетом требований подраздела "Выбор сечений проводников" данного приложения, допускается указанную выше расчетную проверку кратности тока короткого замыкания не выполнять; в сетях с глухозаземленной нейтралью эта проверка является обязательной.

Рассмотрим подробнее приведенные выше требования применительно к выбору отдельных видов аппаратов управления и защиты.

Рубильники, пакетные выключатели, тумблеры. Выбор этой аппаратуры производится:

1. По номинальному напряжению сети

$$U_{ном} > U_{н.с.},$$

где $U_{ном}$ - номинальное напряжение рубильника, пакетного выключателя, тумблера;

$U_{н.с.}$ - номинальное напряжение сети.

2. По длительному расчетному току цепи

$$I_{ном} > I_{дл.р.}; I_{откл} \geq I_{дл.р.},$$

где $I_{ном}$ - номинальный ток рубильника;

$I_{откл}$ - наибольший отключаемый выключателем, тумблером ток;

$I_{дл.р.}$ - длительный расчетный ток цепи.

Кроме того, рубильники, пакетные выключатели и тумблеры должны без повреждений включать пусковые токи

электроприемников, которые, как известно, могут превосходить их номинальные токи в несколько раз, а также без разрушения отключать эти пусковые токи.

Магнитные пускатели. Выбор пускателей производится:

1. По номинальному напряжению сети

$$U_{\text{ном.пуск}} = U_{\text{ном.с}},$$

где $U_{\text{ном.пуск}}$ - номинальное напряжение катушки пускателя.

2. По мощности электродвигателя исполнительного механизма или задвижки.

Так же, как и все другие аппараты управления, магнитные пускатели должны без повреждений включать пусковой ток электродвигателей и без разрушения отключать его. Здесь и выше термин "без разрушения" применен не случайно. Следует иметь в виду, что при отключении пусковых токов электроприемников происходит повышенный износ (подгорание) контактов аппарата, что в какой-то мере является повреждением. Однако сам аппарат при этом не разрушается. После ревизии и зачистки контактов он готов к дальнейшей эксплуатации.

Предохранители. Различают предохранители с большой тепловой инерцией, способные выдерживать значительные кратковременные перегрузки током, и безинерционные, обладающие малой тепловой инерцией и ограниченной способностью к перегрузкам. К первым относятся в основном предохранители со свинцовыми токопроводящими мостиками, ко вторым - с медными. В схемах электропитания систем автоматизации наибольшее распространение имеет вторая группа плавких вставок.

Предохранители выбираются по следующим условиям:

1. По номинальному напряжению сети:

$$U_{\text{ном.пред}} \geq U_{\text{ном.с}},$$

где $U_{\text{ном.пред}}$ - номинальное напряжение предохранителя;

$U_{\text{ном.с}}$ - номинальное напряжение сети.

Рекомендуется номинальное напряжение предохранителей выбирать по возможности равным номинальному напряжению сети (в этих случаях плавкие вставки имеют лучшие защитные характеристики).

2. По длительному расчетному току линии:

$$I_{\text{ном.вст}} \geq I_{\text{длит}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{ном.вст}}$ - номинальный ток плавкой вставки;

$I_{\text{длит}}$ - длительный расчетный ток линии.

Кроме того, при использовании безинерционных предохранителей не должно происходить перегорание плавкой вставки от кратковременных толчков тока, например, от пусковых токов электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек. Поэтому при выборе предохранителей для защиты таких электроприемников необходимо также выполнение и другого условия:

$$I_{\text{ном.вст}} \geq I_{\text{пуск}} / 2,5, \quad (2)$$

где $I_{\text{пуск}}$ - пусковой ток двигателя.

Это отношение выведено на основе практического опыта и исходит из того, что ускоренное старение плавких вставок не наблюдается, если максимальный ток, протекающий через вставку в течение какого-то времени t не превышает примерно половины тока, который расплавит ее за то же время. Это означает, например, что если ток, равный $5 I_{\text{ном.вст}}$, расплавляет плавкую вставку за

время $t = 2$ с, то в течение этого же времени через вставку может проходить ток, равный $2,5 I_{\text{ном. вст}}$ и возникающий при этом временный перегрев вставки не вызывает заметного окисления и ускоренного ее старения.

Часто в проектной практике возникает необходимость в защите магистральной линии, по которой питается группа электродвигателей исполнительных механизмов или задвижек, причем часть из них или все они могут пускаться одновременно. В этом случае предохранители выбираются по следующему соотношению:

$$I_{\text{ном. вст}} \geq I_{\text{кр}} / 2,5, \quad (3)$$

где $I_{\text{кр}}$ - максимальный кратковременный ток линии, равный

$$I_{\text{кр}} = I'_{\text{пуск}} + I'_{\text{длит}}$$

Здесь $I'_{\text{пуск}}$ - пусковой ток электродвигателя или группы одновременно включаемых двигателей, при пуске которых кратковременный ток линии достигает наибольшей величины;

$I'_{\text{длит}}$ - длительный расчетный ток линии до момента пуска электродвигателя (или группы двигателей), определяемый без учета рабочего тока пускаемого электродвигателя (или группы двигателей).

В цепях управления и сигнализации плавкие вставки выбираются по соотношению:

$$I_{\text{ном. вст}} \geq \Sigma I_{\text{р.б. макс}} + 0,1 \Sigma I_{\text{вкл. макс}}, \quad (4)$$

где $\Sigma I_{\text{р.б. макс}}$ - наибольший суммарный ток, потребляемый катушками аппаратов, сигнальными лампами и т.д. при одновременной работе;

$\Sigma I'_{\text{вкл. макс}}$ - наибольший суммарный ток, потребляемый при включении катушек одновременно включаемых аппаратов.

Следует отметить, что плавкие вставки, выбранные по выражениям (2) или (3), не всегда будут защищать электродвигатель исполнительного механизма или задвижки от перегрузки. Так, например, если номинальный ток двигателя составляет 10 А, а пусковой ток 70 А, то номинальный ток плавких вставок, выбранный по условию (2), составит 28 А (ближайшая большая плавкая вставка предохранителей имеет номинальный ток 30 А). Выбранные таким образом плавкие вставки обеспечат нормальный пуск такого двигателя и защиту его от коротких замыканий при условии, что ток короткого замыкания в самой удаленной точке защищаемой цепи будет не менее, чем в три раза превосходить номинальный ток плавких вставок (пояснения к этому требованию приводятся ниже). Однако такая защита не будет чувствительна к токам перегрузки, превышающим номинальный ток линии (в данном случае это номинальный ток электродвигателя - 10 А), в три раза.

В таких случаях плавкие предохранители осуществляют защиту только от токов короткого замыкания, а защиту от перегрузки можно выполнить, например, с помощью тепловых элементов, встроенных в магнитные пускатели.

Под длительным расчетным током в выражении (1) в общем случае понимается не номинальный ток отдельного электроприемника или сумма номинальных токов группы электроприемников, хотя они и могут им быть. Под термином "длительный расчетный ток" имеется в виду действительный длительно протекающий по линии ток, определенный с учетом коэффициента одновременности работы электроприемников и коэффициента их загрузки.

Если известны номинальные мощности электроприемников, то их номинальные токи могут быть определены по следующим соотношениям:

для трехфазных электроприемников переменного тока:

$$I = 1000P / 1,73U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta ;$$

для однофазных электроприемников, присоединенных к одной фазе сети трехфазного тока:

$$I = 1000P / U_{\text{ном ф}} \cos \varphi \eta ;$$

для электроприемников постоянного тока:

$$I = 1000 P / U_{\text{ном}} \eta$$

где P - номинальная мощность электроприемника (или группы электроприемников), кВт;

$U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение (для электроприемников переменного тока - линейное напряжение сети), В;

$U_{\text{ном.ф}}$ - номинальное фазное напряжение, В;

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности;

η - к.п.д. электродвигателя.

3. По условию селективности. Все последовательно установленные в линии плавкие предохранители должны по возможности работать селективно (избирательно), т.е. предохранители должны срабатывать ("перегорать") только тогда, когда повреждение произойдет именно на том участке линии, который они защищают. Это условие выполняется, если номинальные токи плавких вставок, защищающих соседние участки, различаются между собой не менее чем на одну ступень. Но более надежная отстройка получается в тех случаях, когда эта разница составляет две ступени. Однако надо иметь в виду, что отстройка в две ступени может привести к завышению сечения проводов, о чем будет сказано ниже в подразделе "Выбор сечений проводников" данного Приложения.

Проверка условий срабатывания плавких предохранителей. Выбор номинальных токов плавких вставок по приведенным выше условиям - это в сущности только определение условий отстройки защиты от пусковых токов, т.е. условий, предотвращающих ненужные отключения электроприемников. Но этого для нормальной работы системы электропитания недостаточно. Для надежного и быстрого перегорания плавких вставок требуется, чтобы при коротком замыкании в конце защищаемого участка обеспечивалась необходимая кратность тока короткого замыкания, т.е. отношение тока короткого замыкания $I_{\text{к.з}}$ к номинальному току плавкой вставки $I_{\text{ном.вст}}$.

Опыт эксплуатации показывает, что при кратности $I_{\text{к.з}}$ к $I_{\text{ном.вст}}$, равной 10 - 15, когда время перегорания вставки не превышает 0,15 - 0,2 с, защита работает хорошо: практически уже не сказывается разброс характеристик плавких вставок в разных фазах и предотвращается приваривание контактов магнитных пускателей в цепях электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек. Последнее обстоятельство связано с тем, что при коротких замыканиях происходит снижение напряжения, которое может вызвать самопроизвольное отключение магнитных пускателей. В этом случае, если время перегорания плавких вставок окажется большим, чем время снижения напряжения до величины, при которой магнитные пускатели самопроизвольно отключатся (обычно это происходит при снижении напряжения ниже $0,85 U_{\text{ном.сет}}$), то ток короткого замыкания будет отключен не аппаратом защиты, а магнитным пускателем, не предназначенным для этой цели. Это сопровождается либо привариванием контактов пускателя, либо их сильным обгоранием, а зачастую - выходом из строя. Поэтому учитывая, что протекание тока короткого замыкания вызывает не только сильный перегрев электрооборудования и проводников, а, следовательно, ухудшение или разрушение их изоляции, а также может привести к неселективной работе аппаратов защиты и коммутационных аппаратов, ПУЭ требуют, чтобы во всех случаях отключение поврежденных участков защитными аппаратами происходило с наименьшим временем. А время это, исходя из защитной характеристики предохранителей, тем меньше, чем больше кратность $I_{\text{к.з}}$ к $I_{\text{ном.вст}}$.

Однако десятикратные и большие отношения $I_{\text{к.з}}$ к $I_{\text{ном.вст}}$ следует рассматривать как желательные, но не всегда на практике выполнимые.

Действительно, ведь значение тока $I_{\text{к.з}}$ при коротком замыкании в какой-либо точке сети есть величина вполне определенная, зависящая в основном от мощности силового трансформатора системы электроснабжения, к которому присоединяется система электропитания, длины, сечения, материала и условий прокладки проводов и кабелей на всех участках силовой цепи от трансформатора до места короткого замыкания в системе электропитания. С другой стороны, наименьшее значение номинального тока плавкой вставки $I_{\text{ном.вст}}$ ограничено отстройкой от длительных расчетных токов линий и пусковых токов электроприемников условиями (1) - (4).

Возможности же завышения сечений проводников (уменьшение их сопротивления) для увеличения кратности тока короткого замыкания обычно весьма ограничены, т.к. это влечет за собой увеличение капитальных затрат, повышенный расход цветных металлов и т.д.

Поэтому ПУЭ допускают применение предохранителей при кратностях $I_{\text{к.з}}$ к $I_{\text{ном.вст}}$ не менее 4 во взрывоопасных зонах и 3 - в невзрывоопасных зонах. Для проверки этого условия срабатывания предохранителей необходимо знать величины токов короткого замыкания в наиболее удаленной точке защищаемой цепи (одно- и многофазных в сетях с глухозаземленной нейтралью и двух- и трехфазных в сетях с изолированной нейтралью).

Как правило, в проектах автоматизации расчеты токов короткого замыкания не производятся и для проверки условий срабатывания аппаратов защиты следует использовать данные расчета токов короткого замыкания, который производится при проектировании системы электроснабжения автоматизируемого объекта.

Выше отмечалось, что расчетную проверку условий срабатывания плавких вставок предохранителей в сетях с изолированной нейтралью можно не выполнять, если сечения проводников питающей и распределительной сети системы электропитания приборов и средств автоматизации выбраны с учетом требований подраздела "Выбор сечений проводников" данного приложения. В сетях с глухозаземленной нейтралью такая проверка является обязательной, так как неотключение однофазных коротких замыканий на землю в сетях с глухозаземленной нейтралью, помимо всего прочего, чрезвычайно опасно с точки зрения поражения людей электрическим током.

Следует также иметь в виду, что в большинстве случаев при мощных питающих трансформаторах, сравнительно небольшом удалении от них питающих сборок, к которым присоединяется система электропитания, и правильном выборе сечений основных и зануляющих проводников обеспечивается достаточная величина токов короткого замыкания, а, следовательно, и отключение аварийных участков. В этих случаях в обычной проектной практике проверочные расчеты не производятся. Это же относится к проверке предохранителей на отключающую способность (отключающая способность предохранителей должна соответствовать трехфазному току короткого замыкания в начале защищаемого участка).

Автоматы. Выбор автоматических выключателей производится по номинальному напряжению и току с соблюдением следующих условий:

$$U_{\text{ном.а}} \geq U_{\text{ном.с}} ; I_{\text{ном.а}} \geq I_{\text{длит}}$$

где $U_{\text{ном.а}}$ - номинальное напряжение автомата;

$U_{\text{ном.с}}$ - номинальное напряжение сети;

$I_{\text{ном.а}}$ - номинальный ток автомата;

$I_{\text{длит}}$ - длительный расчетный ток линии.

Кроме этого, должны быть правильно выбраны: номинальный ток расцепителей - $I_{\text{ном.расц}}$; ток уставки электромагнитного расцепителя или электромагнитного элемента комбинированного расцепителя - $I_{\text{уст.эл.мгн}}$; номинальный ток уставки теплового расцепителя или теплового элемента комбинированного расцепителя - $I_{\text{ном.уст.тепл}}$.

Для защиты электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек токи расцепителей автоматов выбираются следующим образом.

Номинальные токи электромагнитного, теплового или комбинированного расцепителей должны быть не меньше номинального тока двигателя, т.е.

$$I_{\text{ном.расц}} \geq I_{\text{ном.дв}}$$

(здесь и ниже надо учитывать, что если нагрузка двигателя значительно меньше его номинальной мощности, то следует принимать длительный расчетный ток линии).

Ток уставки электромагнитного расцепителя (отсечки) или электромагнитного элемента комбинированного расцепителя, с учетом неточности срабатывания расцепителя и отклонений действительного пускового тока от каталожных данных выбирается из условия:

$$I_{\text{уст.эл.мгн}} \geq 1,25 I_{\text{пуск}}$$

где $I_{\text{пуск}}$ - пусковой ток двигателя.

Для группы двигателей:

$$I_{\text{уст.эл.мгн}} \geq 1,25 (\sum I_{\text{ном.дв}} + I'_{\text{пуск}})$$

где $\sum I_{\text{ном.дв}}$ - сумма номинальных токов одновременно работающих двигателей до момента пуска двигателя (группы двигателей), дающего наибольший прирост пускового тока;

$I'_{пуск}$ - пусковой ток двигателя (или группы двигателей, пускаемых одновременно), дающего наибольший прирост пускового тока.

Номинальный ток уставки теплового расцепителя или теплового элемента комбинированного расцепителя должен быть

$$I_{ном.уст.тепл} \geq I_{ном.дв}$$

Также выбираются уставки расцепителей автоматов и для защиты цепей других электроприемников системы электропитания, например, цепей контрольно-измерительных приборов и др. (разумеется, если в этом возникает необходимость, так как в большинстве случаев для защиты приборов и других подобных электроприемников малой мощности по соображениям чувствительности оказывается необходимым применять плавкие предохранители). При этом надо учитывать, что если автомат с электромагнитным расцепителем устанавливается в цепях электроприемников, при включении которых не возникают броски пускового тока, то надобности в отстройке от последних нет и ток уставки электромагнитного расцепителя в этом случае должен выбираться минимально возможным.

Надежность срабатывания автоматов может проверяться так же, как и надежность срабатывания предохранителей по расчетному току короткого замыкания в конце защищаемого участка (при двухфазном коротком замыкании для сетей с изолированной нейтралью и однофазном коротком замыкании - для сетей с глухозаземленной нейтралью).

При этом кратность тока короткого замыкания по отношению к токам уставок расцепителей должна, как указывалось выше, составлять для автоматов только с электромагнитным расцепителем - 1,4; для автоматов с комбинированным расцепителем, имеющим обратно зависимую от тока характеристику - 6 (в невзрывоопасных зонах - 3).

Тепловые реле магнитных пускателей. Выбираются по номинальному току теплового элемента и номинальному току двигателя (или длительному расчетному току):

$$I_{ном.т} \geq I_{ном.дв}$$

В заключение отметим, что помимо изложенных в настоящем приложении требований аппараты управления и защиты должны удовлетворять и всем другим условиям выбора аппаратуры и, в частности, условиям окружающей среды.

2. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ

Сечения проводников питающей и распределительной сетей схем электропитания систем автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств выбираются по условиям нагревания электрическим током и механической прочности с последующей проверкой в необходимых случаях по потере напряжения. Ниже приводятся необходимые разъяснения.

Правила устройства электроустановок различают электрические сети, в которых требуется только защита от коротких замыканий и сети, которые должны быть защищены не только от коротких замыканий, но и от перегрузки.

Питающая и распределительная сети системы электропитания в невзрывоопасных зонах относятся, как правило, к сетям, не требующим защиты от перегрузки и защищаются только от коротких замыканий (исключение - сети, перечисленные в п. 3.1.10 ПУЭ), во взрывоопасных зонах - в соответствии с требованиями п. 3.2 настоящего пособия, а именно, в зонах классов В-I, В-Ia, В-II, В-Па должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок, в зонах классов В-Iб и В-Iг - только от коротких замыканий.

Отдельные электроприемники, такие как электродвигатели исполнительных механизмов и электроприводов задвижек, которые по характеру своей работы могут подвергаться технологическим перегрузкам, рекомендуется защищать от коротких замыканий и перегрузки, и в невзрывоопасных зонах, если это не противоречит другим требованиям, например, обязательности действия исполнительного механизма или задвижки даже ценой их выхода из строя.

Сечение проводов и кабелей по условию нагревания электрическим током определяется по таблицам допустимых длительных токовых нагрузок на провода и кабели с учетом условий их прокладки.

В табл. 1 - 4 приведены установленные ПУЭ (глава 1.3) длительно допустимые токи нагрузок некоторых наиболее употребительных в системах автоматизации проводов и кабелей. В табл. 1 и 2 даны также допустимые токовые нагрузки для новых перспективных сечений проводов - 1,2; 2; 3; 5; 8 мм², которые позволят повысить эффективность использования меди и алюминия в кабельной продукции. Эти новые сечения проводов будут со временем вводиться в стандарты на конкретные типы проводов.

Таблица 1

Провода и шнуры с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией с медными жилами

-----Т-----									
Сечение	Токовые нагрузки, А								
токопро-	-----Т-----								
водящей провода,	провода, проложенные в одной трубе								
жилы, мм2 проло-	-----Т-----Т-----Т-----Т-----								
	женные	два одно-	три одно-	четыре	один двух-	один			
	открыто	жилльных	жилльных	одно-	жилльный	трех-			
			жилльных	жилльный					
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
0,5	11	-	-	-	-	-			
0,76	15	-	-	-	-	-			
1	17	16	15	14	15	14			
1,2	20	18	16	15	16	14,5			
1,5	23	19	17	16	18	15			
2,0	26	24	22	20	23	19			
2,5	30	27	25	25	25	21			
3,0	34	32	28	26	28	24			
4	41	38	35	30	32	27			
5	46	42	39	34	37	31			
6	50	46	42	40	40	34			
8	62	54	51	46	48	43			
10	80	70	60	50	55	50			
16	100	85	80	75	80	70			
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									

Таблица 2

Провода с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией с алюминиевыми жилами

-----Т-----									
Сечение	Токовые нагрузки, А								
токопро-	-----Т-----								
водящей провода,	провода, проложенные в одной трубе								
жилы, мм2 проло-	-----Т-----Т-----Т-----Т-----								
	женные	два одно-	три одно-	четыре	один двух-	один			
	открыто	жилльных	жилльных	одно-	жилльный	трех-			
			жилльных	жилльный					
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
2,0	21	19	18	15	17	14			

2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55

Таблица 3

Провода с медными жилами, с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабели с медными жилами, с резиновой изоляцией в свинцовой, полихлорвиниловой, найритовой или резиновой оболочках, бронированные и небронированные

-----Т-----						
Сечение	Токовые нагрузки, А					
токопроводящей	-----					
воды	-----					
жилы, мм ²	-----Т-----Т-----					
	одножильные	двухжильные	трехжильные			

	-----Т-----Т-----Т-----Т-----					
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	

1,5	23	19	33	19	27	
2,5	30	27	44	25	38	
4	41	38	55	35	49	
6	50	50	70	42	60	
10	80	70	105	55	90	
16	100	90	135	75	115	

Таблица 4

Кабели с алюминиевыми жилами, с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, полихлорвиниловой и резиновой оболочках, бронированные и небронированные

-----Т-----	
Сечение	Токовые нагрузки, А

токопро- водящей жилы, мм ²	-----T-----T-----T-----T-----					
	при прокладке					
	-----T-----T-----T-----T-----					
	в воздухе		в земле		в воздухе в земле	
2,5	23	21	34	19	29	
4	31	29	42	27	38	
6	38	38	55	32	46	
10	60	55	80	42	70	
16	75	70	105	60	90	

Расчетный ток, по которому производится выбор сечения проводников, должен, как отмечалось в п. 3.2 пособия, приниматься как большая величина, определяемая двумя условиями: условием нагревания проводников длительным током и условием соответствия выбранному аппарату защиты, т.е. допустимой кратностью номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводов и кабелей.

Для линий, защищаемых только от короткого замыкания (взрывоопасные зоны классов В-Іб и В-Іг), допустимая кратность номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводов и кабелей, установленная ПУЭ (п. 3.1.9), должна быть не более:

300% номинального тока плавких вставок предохранителей;

450% тока уставки автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно действующий расцепитель (отсечку);

100% номинального тока расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратно зависимой от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки);

150% тока трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратно зависимой от тока характеристикой; при наличии на автоматическом выключателе отсечки ее кратность срабатывания не ограничивается.

Для линий, защищаемых от токов короткого замыкания и перегрузки (взрывоопасные зоны классов В-І, В-Іа, В-ІІ, В-ІІа) допустимая кратность номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводов и кабелей должна иметь установленные п. 3.1.11 ПУЭ значения, (приведены в п. 3.2 настоящего приложения).

В практических расчетах удобно условие нагревания проводников длительным расчетным током выразить следующим образом:

$$I_{\text{длт. доп}} \geq I_{\text{расч}}, \quad (5)$$

а условие соответствия выбранному аппарату защиты:

$$I_{\text{длт. доп}} \geq K_n I_n, \quad (6)$$

где $I_{\text{длт. доп}}$ - допустимый длительный ток для провода или кабеля при нормальных условиях прокладки, определяемый по таблицам допустимых токовых нагрузок на провода и кабели (табл. 1 - 4);

$I_{\text{расч}}$ - длительный расчетный ток линии;

I_n - номинальный ток или ток срабатывания защитного аппарата;

K_n - кратность допустимого длительного тока для провода или кабеля по отношению к номинальному току или току срабатывания защитного аппарата.

В общем случае при условиях прокладки, отличных от указанных в табл. 1 - 4, в правую часть выражений (5) и (6) в знаменатель вводится коэффициент K_n - поправочный коэффициент на условия прокладки проводов и кабелей, отвечающий требованиям пп. 1.3.10 и 1.3.11 ПУЭ. Однако для расчетов сетей электропитания систем автоматизации можно в подавляющем большинстве случаев поправочные коэффициенты на условия прокладки кабелей и проводов не вводить (в этом может появиться необходимость только в случае значительной двигательной нагрузки, например, при большом числе электроприводов задвижек, питающихся от системы электропитания, когда сечения и нагрузки проводников получаются достаточно большими).

Значение коэффициента K_n в зависимости от характера сети, типа изоляции проводов и кабелей и условий их прокладки приведены в табл. 5.

Таблица 5

Минимальные кратности допустимых токовых нагрузок на провода и кабели по отношению к номинальным токам или токам срабатывания защитных аппаратов

-----Т-----

Значения тока защитного | Кратность допустимых длительных токов

аппарата	+-----Т-----			
сети, для которых защита от сети, за-				
перегрузки обязательна (ПУЭ щищаемые				
п. 3.1.10) только от				
+-----Т-----+коротких				
проводники с резиновой кабели с замыканий				
или аналогичной по бумажной (ПУЭ,				
тепловым характери- изоля- п. 3.1.9)				
кам изоляцией цией				
+-----Т-----+				
взрыво- невзрыво-				
и пожаро- и непожаро-				
опасные опасные				
зоны, помещения				
жилые, промышленных				
торговые предприятий				
помещения				
и т.п.				

-----+-----+-----+-----+-----

1 | 2 | 3 | 4 | 5

-----+-----+-----+-----+-----

Номинальный ток плавкой| 1,25 | 1,0 | 1,0 | 0,33

вставки предохранителей | | | |

Ток срабатывания (ус- | 1,25 | 1,0 | 1,0 | 0,22

тавки) автоматического | | | |

выключателя, имеющего | | | |

только электромагнитный | | | |

расцепитель | | | |

(максимальный мгновенно действующий расцепитель)				
Номинальный ток расцепителя (теплового или комбинированного) автоматического выключателя с нерегулируемой обратной зависимой от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки)	1,0	1,0	1,0	1,0
Ток срабатывания (трогания) расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратной зависимой от тока характеристикой (при наличии на автоматическом выключателе отсечки ее кратность тока не ограничивается)	1,0	1,0	0,8	0,66
-----+-----+-----+-----+-----				

Сечение проводов и кабелей для ответвления к электродвигателям исполнительных механизмов и электроприводов задвижек согласно п. 3.1.12 ПУЭ во всех случаях выбирается по выражению (5), в котором длительный расчетный ток линии во взрывоопасных зонах равен 125% номинального тока двигателя (в невзрывоопасных зонах - 100% номинального тока двигателя). Выбранное сечение провода или кабеля ответвления к электродвигателю должно быть проверено по выражению (6).

По условию механической прочности провода и кабеля должны иметь сечения не менее минимально допустимых сечений проводников в электроустановках систем автоматизации во взрывоопасных зонах, установленных п. 6.26 ВСН 205-84/ММСС СССР (1 мм² - для медных и 2,5 мм² - для алюминиевых проводников).

Проверка проводов и кабелей по допустимой потере напряжения должна установить, что отклонение напряжения на зажимах электроприемников не превышает допустимых значений.

Отметим, что в большинстве случаев сечения проводников систем электропитания, выбранные по условию нагревания электрическим током (когда длина сети сравнительно невелика и проводка выполнена кабелями или проводами в защитных трубах), удовлетворяют и требованию допустимой потери напряжения. Но может также оказаться, что при длинных линиях решающим условием при выборе сечений проводников будет допустимая величина потери напряжения.

Потерей напряжения на каком-либо участке сети называется разность напряжений в начале и конце данного участка.

Отклонением напряжения называется разность напряжения на зажимах электроприемника и номинального напряжения сети. Для электроприемников системы электропитания допустимые отклонения напряжения лежат в пределах, установленных п. 2.16 ВСН 205-84/ММСС СССР.

Согласно этому пункту допустимы следующие отклонения напряжения на зажимах электроприемников:

- а) контрольно-измерительных приборах, регулирующих устройствах и т.д. - не более значений, указанных заводами-изготовителями в стандартах, технических условиях и т.п.; при отсутствии указаний заводов-изготовителей - +/- 5% номинального;
- б) электродвигателях исполнительных механизмов и электроприводов задвижек (вентилей) - от -5 до +10% номинального;
- в) электролампах схем сигнализации (если для них с целью продления срока службы не предусматривается пониженное напряжение), лампах освещения щитов - от -2,5 до +5% номинального;

г) аппаратах управления (например, катушек магнитных пускателей, электромагнитных реле и т.д.) - не более значений, указанных заводами-изготовителями; при отсутствии указаний заводов-изготовителей - от -5 до +10% номинального;

д) в цепях напряжением 12 и 42 В (цепи, в которых пониженные напряжения, применены как мера электробезопасности) допускаются потери напряжения до 10%, считая от выводов низшего напряжения понижающего трансформатора.

Зная величину напряжения на питающей сборке (источнике питания), к которой присоединена система электропитания, и величину допустимого отклонения напряжения на зажимах электроприемников, легко определить величину допустимой потери напряжения в линиях, питающих эти электроприемники. Например, если в нормальном режиме работы напряжение на питающей сборке равно номинальному напряжению сети - $U_{ном.с}$, а допустимое отклонение напряжения на зажимах электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек, питающихся от этой сборки, лежит в пределах от -5 до +10% от номинального, то допустимая потеря напряжения в линии составляет в данном случае 5% от номинального (при напряжении питания электродвигателей 380 В, в линии может быть потеряно в данном случае не более 19 В).

Однако необходимо также учитывать, что питающая сборка (источник питания) системы электропитания сама входит в схему электроснабжения автоматизируемого объекта, и на ней, в зависимости от режимов работы сети электроснабжения, напряжение не остается постоянным. В режимах максимальных нагрузок, когда работают все потребители электроэнергии данного объекта, напряжение на питающей сборке может быть меньше номинального, а в режиме минимальных нагрузок, когда часть потребителей отключена, напряжение на питающей сборке может оказаться выше номинального. Эти возможные колебания напряжения на питающих сборках в отдельных случаях приходится учитывать (например, когда от этихборок питаются и силовые потребители), т.к. определение допустимой величины потери напряжения на каком-либо участке сети только по номинальным данным без учета нагрузочных режимов сети электроснабжения автоматизируемого объекта может привести к ненормальной работе электроприемников системы электропитания, поскольку отклонения напряжения на их зажимах окажутся в недопустимых пределах.

Сечения проводников должны проверяться по потере напряжения в наихудшем режиме работы сети, когда напряжение на питающей сборке может быть весьма заниженным или превышающим номинальное.

В п. 2.14 ВСН 205-84/ММСС СССР указывается, что в качестве источника питания системы должны использоваться распределительные подстанции, распределительные щиты, питающие сборки системы электроснабжения автоматизируемого объекта, к которым не подключена резкопеременная нагрузка (крупные электродвигатели, электропечи и т.п.). Обычно в проектной практике при правильном выборе источника питания системы расчеты потерь напряжения с учетом режимов работы сети электроснабжения выполнять не приходится (достаточно в большинстве случаев проверить потерю напряжения по нормальному режиму - при номинальном напряжении).

В общем случае потеря напряжения в трехфазной линии переменного тока с нагрузкой, сосредоточенной на ее конце, может быть определена по формуле:

$$\Delta U = 1,73(r \cos \varphi + x \sin \varphi) I l, \quad (7)$$

где I - ток в проводах линии, А;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности нагрузки линии;

l - длина линии, км;

r - активное сопротивление 1 км линии, Ом;

x - индуктивное сопротивление 1 км линии, Ом.

Из формулы видно, что потеря напряжения в линии пропорциональна произведению тока на длину линии. Кроме того, потеря напряжения зависит от активного и индуктивного сопротивления линии и величины коэффициента мощности нагрузки линии $\cos \varphi$.

Активное сопротивление линии равно:

$$r = 1000 / \gamma S,$$

где γ - удельное сопротивление материала проводника ($\gamma = 53$ м/Ом х мм² - для медных проводников и 31,7 м/Ом х мм² - для алюминиевых проводников);

S - сечение проводника, мм².

Активное сопротивление проводника и, следовательно, первое слагаемое рассматриваемого выражения обратно пропорциональны сечению проводника.

Индуктивное сопротивление линии зависит от магнитного потока, пронизывающего пространство между проводниками линии. Чем больше расстояние между проводниками, тем больше индуктивное сопротивление линии. Расстояние между жилами кабеля или между отдельными проводами, проложенными в трубах, мало, и индуктивное сопротивление для этого случая составляет 0,06 - 0,08 Ом/км.

Индуктивное сопротивление линий (а вместе с ним и второе слагаемое рассматриваемого выражения) мало зависит от сечения проводов.

В системах электропитания систем автоматизации, как правило, используются провода и кабели малых сечений, до 16 - 25 мм² (и то лишь в случаях, когда имеется значительное количество электроприводов задвижек, питающихся от этой системы).

Для сетей, выполненных медными или алюминиевыми кабелями или проводами, проложенными в трубах, сечения которых не превышают 16 - 25 мм², допускается расчет сети по потере напряжения вести без учета индуктивного сопротивления линии (составляющая $\times \sin\varphi$ в выражении (7) будет мала и ею можно пренебречь). Кроме того, расчет сети по потере напряжения без учета индуктивного сопротивления линии выполняется для сетей постоянного тока (индуктивное сопротивление линии сети постоянного тока равно нулю), а также для сетей переменного тока при $\cos\varphi = 1 (\sin\varphi = 0)$.

Таким образом, при расчете системы электропитания по потере напряжения достаточно в большинстве случаев учитывать только активное сопротивление линий. Тогда потеря напряжения, выраженная в процентах в трехфазной линии переменного тока, определяется по выражению:

$$\Delta U = 1,73 \sum I \cos\varphi l / 10 \gamma U_{\text{ном}} S, \quad (8)$$

а в двухпроводной линии переменного или постоянного тока

$$\Delta U = 2 \sum I \cos\varphi l / 10 \gamma U_{\text{ном}} S, \quad (9)$$

где γ - удельная проводимость материала проводов, м/Ом х мм²;

$U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение сети, кВ (для трехфазной сети $U_{\text{ном}}$ - междуфазное напряжение);

S - сечение проводников, мм²;

l - длина участка, м;

I - ток участка, А.

Сечения нулевых проводов в питающей и распределительной сетях системы электропитания выбираются следующим образом:

а) в однофазных двухпроводных сетях - равными фазному;

б) в трехфазных четырехпроводных сетях, питающих смешанную нагрузку (однофазные и трехфазные электроприемники), - не менее 50% сечения фазных проводов (при медных и алюминиевых проводниках); однофазная нагрузка, при этом должна быть равномерно распределена между фазами;

в) в трехфазных четырехпроводных сетях, питающих трехфазную нагрузку - не менее 50% сечения фазных проводов (при медных и алюминиевых проводниках).

В заключение, подытоживая сказанное о выборе аппаратов защиты и сечений проводов и кабелей, отметим общий порядок их выбора:

- 1) определяются расчетные токи линий - длительные и кратковременные (например, при пуске двигателей);
- 2) по величине расчетных токов линии производится выбор защитных аппаратов;
- 3) по величине расчетных токов линии и по условию соответствия выбранным аппаратам защиты производится выбор сечений проводников;
- 4) проверяется надежность действия защитных аппаратов при коротком замыкании в наиболее удаленной точке сети;
- 5) проверяется соответствие выбранных проводов и кабелей минимально-допустимым сечениям проводников с точки зрения механической прочности, а в необходимых случаях (например, при длинных линиях) производится также проверка сечений проводников по потере напряжения.

УСТАНОВКА ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ЩИТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЩИТОВЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ

При установке щитов в производственных и щитовых помещениях должны быть обеспечены необходимые проходы для обслуживания.

Ширина проходов обслуживания в свету перед щитами (без учета требований хорошего обзора щита) и сзади щитов (если такой проход имеется) в производственных помещениях должна быть не менее 800 мм. Если угол открытия дверей щитов составляет 170°, то это расстояние исчисляется от корпуса щита; если угол открытия 90 - 110°, то - от открытой двери.

При установке щитов и пультов в щитовых помещениях должны соблюдаться следующие требования:

а) расстояние от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов (в том числе и установочных изделий сборок зажимов, предохранителей, рубильников и т.п.) и приборов, расположенных на противоположно установленных рядах щитов, должно быть не менее 1500 мм, причем ширина прохода в свету между рядами щитов должна быть не менее 800 мм;

б) расстояние от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов и приборов, устанавливаемых на внутренних стенках щита до расположенной сзади стены помещения, должно быть не менее 1000 мм при ширине прохода в свету не менее 800 мм. Допускается сужение прохода в отдельных местах, например, строительными конструкциями, до 600 мм;

в) ширина прохода обслуживания перед щитом (без учета требований хорошего обзора щита) должна быть не менее 800 мм;

г) проходы обслуживания между щитами при длине щита более 7 м должны иметь два выхода;

д) не допускаются проходы обслуживания перед щитами, между щитами и сзади щитов использовать в качестве основного или запасного прохода в другие помещения, а также для транспортирования в другие помещения различного оборудования.

Дополнительные требования к щитовым помещениям

Щитовые помещения, а также части зданий и сооружений другого назначения, в которых предусматривается размещение щитовых помещений, следует относить к помещениям с производством категории Г; эти помещения должны иметь I или II степень огнестойкости по противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений.

В щитовых помещениях следует, как правило, предусматривать условия, соответствующие условиям окружающей среды нормальных помещений, если для работы примененных средств автоматизации не требуются специальные условия (например, кондиционированный воздух и т.п.).

Щитовые помещения не должны по возможности подвергаться влиянию вибраций, производственному шуму и воздействию магнитных полей, создаваемых электротехническими установками и оборудованием. Во всех случаях допустимые значения вибраций и шумов не должны превышать установленных значений. Необходимо также не допускать возникновения вибраций и шумов от работы оборудования самого щитового помещения (дребезжания аппаратуры, стекол и т.п.).

Наличие магнитного поля в месте расположения щитового помещения может вызвать дополнительную погрешность приборов, которая зависит от значения напряженности поля. Например, для некоторых типов потенциометров и уравновешенных мостов ГОСТ 7164-78 устанавливает, что изменение показаний приборов от нормированного значения, вызванное влиянием внешнего магнитного поля напряженностью 400 А/м, образованного переменным током частотой 50 Гц, при самых неблагоприятных фазах и направлении поля не должно превышать $\pm 5\%$. Даже такое значение дополнительной погрешности для приборов с классом точности 0,5 равно основной погрешности, что может оказаться неприемлемым.

Щитовые помещения допускается размещать рядом с распределительными устройствами, трансформаторными подстанциями, машинными и другими электротехническими помещениями лишь при условии, что силовое электрооборудование - электрические машины, выпрямительные и преобразовательные установки, трансформаторы, электрические силовые провода и кабели не оказывают недопустимого влияния на работу устройств систем автоматизации. В технически обоснованных случаях щитовые помещения допускается располагать над указанными электротехническими помещениями.

При решении вопроса о размещении щитовых помещений относительно распределительных устройств трансформаторных подстанций и т.п. необходимо учитывать опыт, накопленный в различных отраслях промышленности, так как для оценки влияния электротехнических установок на работу разнообразных устройств автоматики нет хорошо обоснованных практических рекомендаций. Поэтому нет достаточных оснований для категорического запрещения располагать щитовые помещения и распределительные устройства рядом, равно как нельзя утверждать, что это не может иметь последствий с точки зрения нормальной работы систем автоматизации. В проектной практике во всех случаях рекомендуется избегать подобных компоновочных решений, однако когда в них все же возникает необходимость, опыт эксплуатации аналогичных производств может во многом помочь в правильном выборе компоновочного варианта.

Щитовые помещения запрещается размещать над производственными помещениями категорий А и Б, под и над вентиляционными камерами общеобменной вентиляции, под душевыми, санузлами и помещениями с мокрым технологическим

процессом.

Между щитовым и производственным помещениями должно быть обеспечено удобное сообщение. Коридоры, тамбуры, лестничные марши, ведущие в щитовые помещения, должны позволять транспортировку щитов и другого оборудования, устанавливаемого в них. В необходимых случаях для транспортирования оборудования в щитовые помещения могут предусматриваться монтажные проемы (например, в стене или перекрытии), которые после окончания монтажных работ заделываются.

При установке щитов в щитовых помещениях необходимо выполнять требования, приведенные выше в настоящем приложении относительно допустимой ширины проходов между рядами щитов, расстояний между токоведущими частями приборов и аппаратов, расположенных на противоположно установленных рядах щитов и др.

Через щитовые помещения не рекомендуется прокладывать транзитные трубопроводы систем отопления, водопровода, канализации, вентиляции. При необходимости такой прокладки эти трубопроводы не должны иметь в пределах помещения фланцев, вентилях, задвижек, люков. Прокладка через эти помещения транзитных трубопроводов для транспортировки вредных жидкостей и газов, транзитных трубопроводов, газопроводов и трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями не допускается.

Запрещается также вводить в щитовые помещения пожарные водопроводы и устанавливать шкафы для пожарных кранов и рукавов. В качестве средств пожаротушения в этих помещениях следует применять углекислотные и порошковые огнетушители.

Трубопроводы, вентиляционные короба и т.п. в щитовых помещениях должны прокладываться скрыто или иметь декоративное обрамление, органически сочетающееся с общим интерьером помещения.

Прокладка электрических проводов в щитовых помещениях должна быть, как правило, скрытой. Для этой цели могут использоваться специальные каналы, кабельные полуэтажи, двойные полы и подвесные потолки.

Вводы электропроводов в щитовые помещения должны быть надежно уплотнены. В местах переходов кабельных каналов из производственного помещения в щитовое должны предусматриваться перегородки с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Для отопления щитовых помещений может быть применено воздушное отопление, нагревательные панели с замоноличенными нагревательными элементами. При использовании водяного или парового отопления трубопроводы и отопительные приборы должны быть выполнены из гладких стальных труб со сварными соединениями.

Полы в щитовых помещениях должны быть не электропроводными, что позволяет значительно улучшить электробезопасность этих помещений. Полы не должны также допускать проникновения в щитовое помещение вредных газов.

Кабельные каналы и двойные полы в щитовых помещениях должны перекрываться съемными несгораемыми плитами; допускается применение для этих целей паркетных щитов, которые должны быть защищены снизу асбестом и жестью. Перекрытие каналов и двойных полов должно быть рассчитано на передвижение по нему соответствующего оборудования.

Выход из щитового помещения в производственные с пыльной, сырой и химически активной средой должен выполняться через коридор или тамбур.

В щитовых помещениях должно предусматриваться рабочее и аварийное освещение (последнее в случаях, когда прекращение контроля за технологическим процессом может повлечь за собой пожар, взрыв, отравление людей и т.п.).

Светильники аварийного освещения должны питаться от независимого источника. Рабочее освещение щитового помещения должно подключаться к общей осветительной сети автоматизируемого объекта.

В качестве светильников рекомендуется применять люминесцентные источники белого света. Осветительная электропроводка должна, как правило, прокладываться скрытым способом.

Приложение 10

Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР ГЛАВМОНТАЖАВТОМАТИКИ МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЯ СССР от 28.03.1988 N 28-6-1/И14
О ПРОКЛАДКЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭСТАКАДАХ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

На предприятиях газоперерабатывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности, в других отраслях народного хозяйства для прокладки электропроводов систем автоматизации в наружных установках широко используются

технологические эстакады.

Насыщенность эстакад различного рода коммуникациями (технологические трубопроводы, силовые кабельные линии, линии связи, электропроводки систем автоматизации и др.) требуют со стороны проектных организаций тщательной проработки вопросов их компоновки на эстакадах с учетом требований технологичности и безопасности производства монтажных работ, доступа к ним в эксплуатации.

Однако практика работы монтажных организаций Главмонтажавтоматики на данных объектах показывает, что во многих случаях указанные требования не выполняются. Имеют место, например, проектные решения, предусматривающие прокладку коробов с кабелями систем автоматизации непосредственно по железобетонным опорам эстакад на швеллерных балках. При этом на эстакадах, расстояние между опорами которых доходит до 18 м, а высота от уровня земли в отдельных местах до 15 м, не предусматриваются мостики обслуживания, с которых можно было бы вести установку коробов и прокладку кабелей.

Монтажные работы в подобных случаях требуют больших трудозатрат, ведутся вручную, без применения средств механизации, с недопустимыми нарушениями техники безопасности.

Впредь, до утверждения Госстроем СССР типового проекта комбинированных эстакад под технологические трубопроводы и кабели, Главмонтажавтоматика предлагает проектным и монтажным организациям при разработке проектно-сметной документации и производстве монтажных работ по прокладке электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах руководствоваться следующими основными требованиями:

1. Проектные решения по прокладке электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах должны предусматривать применение механизированных способов монтажа электропроводок, безопасность производства работ, доступ к электропроводкам в процессе эксплуатации.

2. С этой целью при проектировании и выполнении монтажных работ по прокладке электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах следует принимать технические решения, предусмотренные типовым проектом кабельных эстакад серии 3.016-1-9, вып. 3 "Железобетонные конструкции проходных и непроходных кабельных эстакад. Электрическая часть. Рабочие чертежи".

В частности, конструктивные решения по установке кабельных конструкций на эстакадах (проходной или непроходной вариант их установки), а также выполнение спусков с эстакад, подъемов, поворотов, ответвлений, переходов на разные отметки, входов с эстакад в каналы, траншеи и т.д. рекомендуется выполнять аналогично кабельным прокладкам на кабельных эстакадах, предусмотренных указанным типовым проектом (с конструктивными изменениями, связанными с прокладкой трубопроводов).

3. Выбор проходного или непроходного варианта установки кабельных конструкций на технологических эстакадах выполняется проектной организацией в зависимости от объема прокладываемых электропроводок систем автоматизации и рекомендаций типового проекта по выполнению проходных и непроходных эстакад.

Принимаемые на стадии проектирования решения рекомендуется согласовывать с монтажной организацией (если к этому времени она определена).

4. При непроходном варианте установки кабельных конструкций на технологических эстакадах электропроводки систем автоматизации следует прокладывать вдоль мостиков обслуживания трубопроводов (если таковые на эстакадах имеются) с тем, чтобы они могли быть использованы в процессе монтажа электропроводок и в эксплуатации.

В технически обоснованных случаях (высота прокладки электропроводок на эстакадах 5 м и более, сложные спуски, подъемы, переходы через производственные сооружения, отсутствие подъездных путей к эстакадам и т.д.) необходимо вдоль всей трассы прохождение электропроводок предусматривать мостики обслуживания.

Допустимы также решения (главным образом при прокладке одиночных кабелей и небольших групп кабелей - до 20), когда вместо стационарных мостиков обслуживания предусматривается применение инвентарных мостиков обслуживания, обеспечивающих производство монтажных работ и возможность быстрой замены и ремонта кабелей в эксплуатации. В этом случае в конструкции эстакад должны быть предусмотрены опорные конструкции, обеспечивающие применение инвентарных мостиков.

5. При большом объеме электропроводок систем автоматизации должен приниматься проходной вариант установки кабельных конструкций на технологических эстакадах, аналогичный выполнению проходных односекционных кабельных эстакад, у которых типовым проектом между двумя рядами кабельных стоек предусмотрена монтажная площадка (мостик обслуживания).

6. Технологические эстакады, используемые для прокладки электропроводок систем автоматизации, должны отвечать требованиям действующих строительных норм и правил (СНиП) и Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

В частности, огнестойкость отдельных строительных элементов, устройство противопожарных перегородок, ограждающих конструкций, защитного заземления, молниезащиты от статического электричества, выполнение примыкания к производственным помещениям и др., а также взаимное расположение на эстакадах коммуникаций различного назначения, расстояние между ними, расстояния от эстакад до других сооружений и т.д. должны отвечать требованиям:

СНиП 2.09.03-85 "Сооружения промышленных предприятий";

СНиП 2.01.02-85 "Противопожарные нормы"; ПУЭ, главы 2.3.

7. Условия прокладки электропроводок систем автоматизации по эстакадам с трубопроводами с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями, а также устройство эстакад и прокладка по ним электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных зонах класса В-Г и пожароопасных зонах класса П-III должны, кроме требований документов, указанных в п. 6, отвечать также требованиям: ПУЭ, главам 7.3 и 7.4; ВСН 205-84/ММСС СССР, разделам 6 и 7.

При числе кабелей до 30, прокладываемых на технологических эстакадах с трубопроводами с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями, рекомендуется принимать технические решения, предусмотренные типовым альбомом А631-1 "Прокладка кабельных линий по территории взрывоопасных производств. Материалы для проектирования и монтажные чертежи", разработанные институтом ВНИИПроектэлектромонтаж Главэлектромонтажа Минмонтажспецстроя СССР; при числе кабелей более 30 следует руководствоваться требованиями ПУЭ, главы 7.3.

8. В проходном и непроходном вариантах установки кабельных конструкций на технологических эстакадах кабели и провода электропроводок систем автоматизации должны прокладываться: бронированные кабели - непосредственно на кабельных конструкциях; небронированные кабели - на лотках, в коробах (при наличии опасности механического повреждения кабелей и необходимости их защиты от других вредных факторов), в стальных защитных трубах (одиночные кабели); провода - в коробах (при больших потоках), в стальных защитных трубах (одиночные линии).

Короба, лотки, защитные трубы устанавливаются на полках кабельных конструкций или на кронштейнах, предусмотренных типовыми чертежами Главмонтажавтоматики. Допустимые расчетные механические нагрузки от электропроводок систем автоматизации должны соответствовать требованиям типового проекта, указанного в п. 2. Расстояние между стойками кабельных конструкций на технологических эстакадах должно выбираться с учетом длины секций коробов и лотков, их несущей способности, а также допустимой нагрузки на кабельные полки и кронштейны.

Наряду с указанными в настоящем пункте видами электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах допускается прокладывать также пневмокабели (с учетом требований ВСН 205-84/ММСС СССР, раздела 4) и кабели промышленной связи (с учетом требований стандартов и технических условий на их прокладку, а также ПУЭ, главы 2.3).

9. В необходимых случаях электропроводки систем автоматизации на технологических эстакадах допускается прокладывать совместно с силовыми кабелями в одном ряду кабельных конструкций (на разных полках) или на противоположно расположенных рядах кабельных конструкций.

Возможность выполнения такой прокладки должна в каждом конкретном случае определяться с учетом примененных в системах автоматизации средств измерения и автоматики, подверженности их измерительных и других цепей наводкам, рекомендаций заводоизготовителей приборов по выполнению их электропроводок, имеющегося в этой части опыта работы наладочных организаций и опыта эксплуатации аналогичных объектов.

При этом следует учитывать также ряд общих рекомендаций по взаимной прокладке цепей различного назначения, содержащихся в ВСН 205-84/ММСС СССР, разделе 4.

10. Во всех случаях, когда отсутствуют достоверные данные о возможности совместных прокладок электропроводок систем автоматизации с силовыми кабелями, необходимо размещать их на технологических эстакадах по возможности дальше друг от друга.

11. Принимаемые решения по совместной прокладке электропроводок систем автоматизации и силовых кабелей должны быть согласованы организациями (подразделениями), разрабатывающими основные комплекты рабочих чертежей соответствующих марок.

12. Кабельные конструкции, кронштейны, короба, лотки, кабели, провода, используемые для прокладки на технологических эстакадах, должны соответствовать условиям окружающей среды наружных производственных установок.

Их выбор (а также выбор защитных труб) должен осуществляться в соответствии с требованиями ПУЭ, глав 2.1, 2.3, 7.3, 7.4 и ВСН 205-84/ММСС СССР, разделов 4, 6, 7.

Кроме того, в случае наличия в атмосфере агрессивных сред, кабельные конструкции, кронштейны, короба, лотки, защитные трубы должны иметь дополнительную защиту от коррозии, соответствующую реальной окружающей среде и отвечающую требованиям СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".

Антикоррозионные покрытия этих элементов электропроводок должны быть такими же, как и защитные покрытия металлических конструкций эстакад.

Выполнение работ по дополнительной антикоррозионной защите кабельных конструкций, коробов, лотков, защитных труб (в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85) должно быть предусмотрено сметной документацией.

С этой целью разработчики рабочей документации по автоматизации должны выдать задание подразделению, разрабатывающему рабочие чертежи по антикоррозионной защите конструкций зданий и сооружений в соответствии с требованиями ГОСТ 21.513-83.

Прокладка кабелей и проводов по кабельным конструкциям, лоткам и коробам (в соответствии с требованиями п. 8) должна производиться после нанесения антикоррозионной защиты специализированными организациями, выполняющими антикоррозионные покрытия.

13. Для своевременного анализа и согласования заинтересованными сторонами принятых решений по прокладке электропроводок систем автоматизации на технологических эстакадах Генподрядчик должен привлекать монтажную организацию к рассмотрению и согласованию проекта организации строительства (ПОС).

ПРОВОДА И КАБЕЛИ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Таблица 1

Провода с поливинилхлоридной изоляцией по ГОСТ 6323-79

Наименование	Марка	Число жил	Номинальное сечение, мм ²	Номинальное напряжение, В
С алюминиевой жилой с поливинилхлоридной изоляцией	АПВ	1	2,5 - 16	380, 660
С медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией	ПВ1	1	0,5 - 16	380, 660
С медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией гибкий	ПВ2	1	2,5 - 16	380, 660
С медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией повышенной гибкости	ПВ3	1	0,5 - 10	380, 660
С медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией особо гибкий	ПВ4	1	0,5 - 6	380, 660

Провода с поливинилхлоридной изоляцией по ГОСТ 6323-79 предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от -50 до +50 °С.

Монтаж проводов должен производиться при температуре не ниже -15 °С.

Длительно допустимая температура жил при эксплуатации должна быть не более 70 °С.

Таблица 2

Провода с резиновой изоляцией по ГОСТ 20520-80

-----Т-----Т-----Т-----Т-----

Наименование	Марка	Число жил	Номинальное сечение, мм ²	Номинальное напряжение, В
С алюминиевой жилой с резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке	АПРН	1	2,5 - 16	660
С медной жилой с резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке	ПРН	1	1,5 - 16	660
С гибкой медной жилой с резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке	ПРГН	1	1,5 - 16	660

Провода с резиновой изоляцией по ГОСТ 20520-80 предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от -50 до +50 °С. Монтаж проводов должен производиться при температуре не ниже -25 °С.

Длительно допускаемая температура жил при эксплуатации не должна превышать 65 °С. На провода марок ПРН и ПРГН допускается воздействие химически активной окружающей среды.

Контрольные кабели по ГОСТ 1508-78

Контрольные кабели по ГОСТ 1508-78 предназначены для эксплуатации в цепях напряжением до 660 В частотой 100 Гц переменного и 1000 В постоянного токов при температуре окружающей среды от -50 до +50 °С и относительной влажности воздуха до 98 +/- 2% при температуре 40 °С. Длительно допустимая температура на жиле должна быть для кабелей с резиновой изоляцией не более 65 °С, с поливинилхлоридной изоляцией не более 70 °С.

Кабели по ГОСТ 1508-78 выпускаются с медными и алюминиевыми токопроводящими жилами сечением от 0,75 до 10 мм²; число жил отдельных марок кабелей от 4 до 61.

Прокладка кабелей без предварительного нагрева должна производиться при температуре не ниже: -15 °С - для небронированных кабелей в резиновой и поливинилхлоридной оболочке, а также для бронированных одной профилированной лентой; -7 °С - для остальных бронированных кабелей.

Выбирая кабели по ГОСТ 1508-78 для электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных зонах, следует учитывать внесенные изменения в указанный стандарт.

Кроме приведенных в настоящем приложении марок проводов и кабелей, в электропроводках систем автоматизации могут применяться провода и кабели других марок. При этом подбор их характеристик и определение допустимой области применения должны производиться с учетом требований конкретных стандартов или технических условий на провода и кабели, рекомендаций настоящего пособия, отражающих требования ПУЭ и ВСН 205-84/ММСС СССР.

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ПОДЛЕЖАЩИЕ ЗАНУЛЕНИЮ (ЗАЗЕМЛЕНИЮ). ВЫБОР НУЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ (ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ) ПРОВОДНИКОВ. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАНУЛЕНИЯ (ЗАЗЕМЛЕНИЯ)

Элементы электроустановок, подлежащие занулению (заземлению)

Зануление (заземление) в электроустановках систем автоматизации следует выполнять:

- а) при напряжении переменного тока 380 В и выше и постоянного тока 440 В и выше - во всех случаях;
- б) при номинальных напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В - только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках; заземление и зануление не требуется выполнять при номинальных напряжениях 42 В и ниже переменного тока и 110 В и ниже постоянного тока (во взрывоопасных зонах - с учетом дополнений пп. 6.1 и 6.2 пособия).

Занулению (заземлению) подлежат металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, но на которых может появиться опасное для жизни напряжение при повреждении электрической изоляции токоведущих частей (проводов, обмоток и т.п.).

К элементам, подлежащим заземлению и занулению, относятся:

а) металлические корпуса контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств, аппаратов управления, защиты, сигнализации, освещения, корпуса электродвигателей исполнительных механизмов и электропроводов задвижек (вентилей) и т.д.;

б) металлические щиты и пульты всех назначений, на которых устанавливаются электрические приборы, аппараты и другие средства автоматизации; съемные или открывающиеся части щитов и пультов, если на них установлена электроаппаратура напряжением выше 42 В переменного тока или 110 В постоянного тока; вспомогательные металлические конструкции для установки электроприемников и аппаратов управления;

в) металлические оболочки, броня и муфты контрольных и силовых кабелей, металлорукава, металлические оболочки проводов и кабелей, стальные трубы электропроводок, коробки, металлические короба, лотки, кабельные конструкции, кронштейны и другие металлические элементы крепления электропроводок (кабели с металлическими оболочками и броней, стальные трубы электропроводок, короба и лотки, как правило, должны быть занулены (заземлены) в начале и конце трассы);

г) металлические оболочки и броня кабелей (проводов) с цепями напряжением до 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока, проложенные на общих металлических конструкциях вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат занулению (заземлению);

д) металлические корпуса, а в необходимых случаях и обмотки стационарных и переносных трансформаторов; корпуса выпрямительных устройств;

е) металлические корпуса переносных и передвижных электроприемников;

ж) приборы и аппараты, размещенные на движущихся частях технологического оборудования;

з) стационарные металлические защитные ограждения открытых токоведущих частей электроустановок.

Элементы, подлежащие занулению (заземлению), должны иметь надежную металлическую связь с глухозаземленной нейтралью сети (заземлителем), от которой питается система автоматизации.

Зануление (заземление) приборов и аппаратов, подвергающихся частому демонтажу или установленных на движущихся частях, должно выполняться при помощи гибких проводников.

Не требуется зануление (заземление):

а) отдельными проводниками приборов, аппаратов и других средств автоматизации, устанавливаемых на зануленных (заземленных) щитах, пультах, вспомогательных конструкциях, если обеспечивается надежный металлический контакт (без краски, лака и т.п.) между корпусами электроприемников и металлоконструкциями щитов и пультов (во взрывоопасных зонах - с учетом дополнений пп. 6.4 и 6.5 пособия);

б) корпусов электроприемников, изготовленных полностью из изоляционных материалов, например, пластмассовых корпусов;

в) открывающихся и съемных частей зануленных (заземленных) металлических щитов, пультов, ограждений и т.п., если на этих открывающихся и съемных частях установлено электрооборудование с напряжением, не превышающим 42 В переменного тока или 110 В постоянного тока;

г) отдельно стоящих щитов и пультов, предназначенных для установки неэлектрических приборов и средств автоматизации, например, пневматических приборов и регуляторов (без электропитания), манометров (без электрических цепей) и т.п.; электрическая проводка стационарного освещения таких щитов (если оно потребуются) должна выполняться в зануленной (заземленной) стальной трубе (вплоть до ввода в осветительную арматуру);

д) корпусов электроприемников с двойной изоляцией и корпусов электроприемников, подключаемых к сети через

разделительные трансформаторы.

Допускается также не занулять (заземлять) металлические скобы, крепежи, обоймы и другие подобные элементы открытой прокладки бронированных и небронированных кабелей по строительным конструкциям. Короткие отрезки металлических труб, служащих для проходов через стены и перекрытия кабельных линий, допускается не занулять (заземлять), если проложенные в них кабели имеют зануленную (заземленную) оболочку, либо эти отрезки труб недоступны для прикосновения (без применения лестниц и т.п.), а помещения, в которые выходят их концы, относятся к помещениям без повышенной опасности.

Выбор нулевых защитных (заземляющих) проводников

В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников в электроустановках систем автоматизации могут быть использованы (во взрывоопасных зонах - с учетом дополнений пп. 6.4 и 6.5 пособия):

- а) нулевые рабочие проводники в системах с глухозаземленной нейтралью, кроме ответвлений к однофазным электроприемникам, для зануления которых должен использоваться отдельный (третий) нулевой защитный проводник;
- б) специально предусмотренные для этой цели проводники (жилы кабелей, проводов, стальные полосы и т.п.);
- в) металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т.п.);
- г) металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамление каналов и т.п.);
- д) стальные трубы электропроводок;
- е) алюминиевые оболочки кабелей;
- ж) металлические кожухи шинопроводов, металлические короба и лотки, предназначенные для прокладки проводов и кабелей;
- з) металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы любого назначения, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления.

Указанные проводники, конструкции и другие элементы могут служить единственными нулевыми защитными (заземляющими) проводниками, если они по проводимости удовлетворяют приведенным ниже требованиям и если обеспечена непрерывность электрической цепи по всей их длине. При этом прокладка дополнительных стальных полос по периметру помещений не требуется.

Если металлические конструкции зданий, конструкции производственного назначения, трубопроводы и другие указанные выше элементы не используются в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников, то они с целью выравнивания потенциала должны быть надежно соединены с заземляющим устройством или с нулевым рабочим проводом, используемым в качестве нулевого защитного провода во всех помещениях и наружных установках.

Зануление должно быть выполнено так, чтобы ток короткого замыкания в аварийном участке имел величину, достаточную для расплавления плавкой вставки ближайшего предохранителя или отключения ближайшего автомата. Для этого сопротивление цепи короткого замыкания должно быть достаточно малым. Это сопротивление имеет, таким образом, решающее значение в обеспечении отключения, т.е. в выполнении занулением своего назначения - отключения аварийного участка. Сопротивление цепи замыкания в сети с занулением условно называют "сопротивлением цепи фаза-нуль". Цепь замыкания состоит из сопротивления питающего трансформатора, сопротивлений фазного и нулевого защитного проводов на всех участках сети до места короткого замыкания.

Если сопротивление цепи замыкания велико, отключение произойдет с большой выдержкой времени или вовсе не произойдет, ток замыкания будет длительно проходить по цепи замыкания, напряжение по отношению к земле (а оно может быть опасным) будет сохраняться на поврежденном корпусе и на других элементах электроустановки, электрически связанных сетью зануления.

Для обеспечения надежного отключения к занулению предъявляются два требования:

1. Ток замыкания I_z должен отвечать условию

$$I_z \geq KI_n$$

где I_n - номинальный ток плавкой вставки или ток уставки расцепителя автомата;

K - коэффициент кратности тока замыкания по отношению к току плавкой вставки или току уставки расцепителя автомата (чем больше кратность тока, тем меньше время отключения), равный значениям, приведенным в п. 3.2 пособия.

Напомним, что коэффициент K должен быть: не менее 3 при защите плавкими вставками или автоматами, имеющими расцепители с обратной зависимой от тока характеристикой; не менее 1,4 при защите автоматами, имеющими только электромагнитный расцепитель с номинальным током до 100 А; во взрывоопасных установках - не менее 4 при защите предохранителями и на менее 6 при защите автоматами с обратной зависимой от тока характеристикой.

2. Проводимость нулевого защитного проводника должна составлять не менее 50% проводимости фазного проводника или

другими словами сопротивление нулевого защитного проводника не должно превышать более чем в два раза сопротивление фазного проводника.

Из сказанного можно сделать следующий вывод - в системе зануления ток замыкания желательно иметь по возможности большим, а номинальные токи плавких вставок и токи срабатывания автоматов по возможности меньшими.

При питании систем автоматизации от электроустановок с изолированной нейтралью сечение заземляющих проводников должно составлять не менее 1/3 сечения фазных, а при проводниках из разных металлов - не менее 1/3 проводимости фазных.

По условию механической прочности и стойкости к коррозии нулевые защитные (заземляющие) проводники должны иметь размеры не менее указанных в табл. 1.7.1 ПУЭ (в табл. 1 настоящего приложения).

Таблица 1

Наименьшие размеры нулевых защитных (заземляющих) проводников

Проводники	Медные		Алюминиевые		Стальные	
	в зданиях	в наружных установках	в зданиях	в наружных установках	в земле	в земле
1. Неизолированные:						
сечение, мм ²	4	6	-	-	-	-
диаметр, мм	-	-	5	6	10	
2. Изолированные	1	2	-	-	-	-
провода, сечение, мм ²						
3. Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами:						
сечение, мм ²	1	2	-	-	-	-
4. Угловая сталь:						
толщина полки, мм	-	-	2	2,5	4	
5. Полосовая сталь:						
сечение, мм ²	-	-	24	48	48	
толщина, мм	-	-	3	4	4	
6. Водогазопроводные стальные трубы:						
толщина стенки, мм	-	-	2,5	2,5	2,5	
7. Тонкостенные стальные трубы:						
толщина стенки, мм	-	-	1,5	2,5	не до-	
					пуска-	

| | | | | ется

-----+-----+-----+-----+-----+-----

Примечание. Изменения в табл. 1 настоящего приложения по сравнению с табл. 1.7.1 ПУЭ внесены на основании Письма Главгосэнергонадзора N 17-58/212 от 06.03.1986.

Если в качестве нулевых защитных проводников используются не медные или алюминиевые проводники, а например, стальные полосы, круглая сталь (проволока) или стальные защитные трубы электропроводок, то при выборе их сечения приходится учитывать то обстоятельство, что сопротивление стальных проводников вообще относительно велико, а при переменном токе оно зависит еще от величины протекающего по проводнику тока. Кроме того, оно зависит также от профиля стального проводника (круглый провод, полоса и т.д.), так как в стальном проводнике переменный ток распределяется неравномерно и в основном протекает по его поверхности (внутренняя часть сечения стального проводника для прохождения тока используется очень мало). Поэтому, например, круглая сталь как проводник имеет менее выгодный профиль, чем полосовая. Следует еще также иметь в виду, что стальные нулевые защитные проводники обычно прокладываются на значительном расстоянии от фазных, из-за чего увеличивается сопротивление цепи (внешнее индуктивное сопротивление).

В табл. 2 настоящего приложения приведены сечения медных и алюминиевых фазных проводников и сечения стальных проводников и защитных труб, проводимость которых с достаточной для практических целей точностью (при длинах порядка 60 - 70 м) соответствует 50% проводимости фазных проводников.

Таблица 2

Выбор сечений стальных нулевых защитных проводников в зависимости от сечения фазных

-----Т-----

Сечение фазных | Сечения стальных нулевых защитных проводников

проводов или +-----Т-----Т-----Т-----

жил кабелей, |сталь | сталь |трубы стальные| трубы стальные

подключаемых |поло- |круглая,|электросварные| водогазопроводные

к приборам, |совая,| ГОСТ | по | ГОСТ 3262-75

аппаратам и |ГОСТ |2590-71,|ГОСТ 10704-76|условный проход

другим средствам|103-76|диаметр,|для соединения|----- х

автоматизации | | мм | на накатной |наружный диаметр

-----Т-----+ | | резьбе |толщину стенки, мм

медных, |алюми- | | (в зданиях), |

мм² |ниевых,| | | наружный |

|мм² | | | диаметр х |

| | | | толщину |

| | | | стенки, мм |

-----+-----+-----+-----+-----+-----

0,75; 1; | 2,5 |14 x 4| 6 |20 x 1,6 |15/21,3 x 2,5 (2,8)

1,5 | | | | |

2,5 | 4 |14 x 4| 6 |20 x 1,6 |15/21,3 x 2,5 (2,8)

4 | 6 |16 x 4| 8 |25 x 1,6 (1,8)|15/21,3 x 2,5 (2,8)

6 | 10 |18 x 4| 10 |26 x 1,6 (1,8)|20/26,8 x 2,5 (2,8)

10 | 16 |20 x 4| 12 |32 x 1,8 (2,0)|25/33,5 x 2,8 (3,2)

Если в качестве нулевых защитных проводников используются алюминиевые оболочки кабелей, то их проводимость, как правило, отвечает требованию 50% проводимости фазных проводников (свинцовые оболочки этому требованию не отвечают).

Сечения стальных заземляющих проводников (при питании систем автоматизации от электроустановок с изолированной нейтралью), выбранные по табл. 2, всегда будут удовлетворять предъявляемым требованиям.

Использование металлических оболочек проводов, металлорукавов, брони и свинцовых оболочек кабелей в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников запрещается (во всех случаях). В помещениях и наружных установках, в которых требуется выполнение зануления (заземления), эти оболочки должны быть занулены (заземлены) и иметь надежные соединения по всей своей длине; металлические соединительные муфты и коробки должны иметь соединение с броней и металлическими оболочками кабелей (болтовое, пайкой).

Основные требования к выполнению зануления (заземления)

Для зануления (заземления) электроустановок систем автоматизации должна использоваться зануляющая (заземляющая) сети (заземляющее устройство) системы электроснабжения и силового электрооборудования автоматизируемого объекта. Исключением могут быть некоторые специальные системы автоматического контроля и управления, которые по специфическим условиям работы или требованиям заводов-изготовителей средств автоматизации не допускается объединять с общей системой заземления или зануления. Для таких систем автоматизации защитные меры электробезопасности выполняются по специальным требованиям.

При проектировании и монтаже зануления электроустановок систем автоматизации часто возникает вопрос можно ли присоединять рассредоточенные по объекту датчики, первичные приборы, исполнительные механизмы, местные щиты и т.п. к близкорасположенным стальной магистрали зануления или металлическим конструкциям зданий, конструкциям производственного назначения, трубопроводам и другим элементам, которые присоединены к заземляющему устройству. Возникает также вопрос, как лучше выполнить зануление щитов и пультов с электроаппаратурой в щитовых помещениях (операторских, диспетчерских, аппаратных).

При решении этих вопросов нужно учитывать следующие соображения.

1. Прежде всего должно быть выполнено основное требование надежной работы системы зануления: сопротивление цепи фаза-нуль должно обеспечить требуемую кратность тока короткого замыкания у наиболее удаленного электроприемника. Можно ли обеспечить это условие, присоединив электроприемники системы автоматизации к проходящей вблизи стальной магистрали зануления или к металлоконструкциям зданий (в этом случае они будут выполнять роль "обратного" провода в цепи фаза-нуль) в процессе разработки проектов автоматизации, как правило, неизвестно.

Такие расчеты требуют знания сечений, длин и материала проводов, кабелей, стальных полос и других элементов силовой и зануляющей сетей на предыдущих участках схемы электроснабжения объекта, а также мощности и схемы соединений силовых питающих трансформаторов, принятых решений в части выполнения заземляющих устройств объекта и т.п. Вводить эти расчеты в проекты автоматизации практически невозможно.

2. Токи короткого замыкания в электроустановках систем автоматизации могут значительно ограничиваться небольшими сечениями, применяемых в них проводов и кабелей (1 - 2,5 мм²), их протяженностью и возможной удаленностью устройств автоматизации от питающей данный объект понижительной трансформаторной подстанции.

3. Возможны случаи, когда вблизи щитовых помещений или средств автоматизации, рассредоточенных на объекте, вообще нет зануляющей сети.

Поэтому, учитывая изложенное, можно сделать вывод, что в общем случае целесообразнее всего предусмотреть в проекте автоматизации присоединение элементов и частей электроустановки системы автоматизации, подлежащих занулению, к нулевому рабочему проводнику или магистрали зануления на распределительном щите или сборке, от которой подано питание к системе автоматизации.

В этом случае нулевой защитный проводник будет вместе с питающей линией подведен к щиту питания системы автоматизации. Далее с помощью отдельных нулевых защитных проводников щит питания будет соединен со всеми элементами, подлежащими занулению (щитами, датчиками, исполнительными механизмами и т.д.).

В качестве нулевых защитных проводников всех ответвлений могут быть использованы любые из рекомендованных выше для этих целей: отдельная жила кабеля, отдельный провод, алюминиевая оболочка кабеля, специальный проводник, например, стальная полоса, стальные защитные трубы, лотки и коробка, если их проводимость удовлетворяет необходимым требованиям (во взрывоопасных установках - с учетом дополнений п. 6.4 пособия).

При этом целесообразно также в необходимых случаях учитывать, что выполнение сети зануления в электроустановках систем автоматизации с помощью отдельных медных или алюминиевых проводов и жил кабелей того же сечения, что и фазные проводники (и прокладываемых совместно с фазными), обеспечивает большую, чем 50% проводимость нулевых защитных проводников, а, следовательно, максимальный возможный в данном случае ток короткого замыкания. В системах автоматизации, питающихся от электроустановок с изолированной нейтралью для заземления электроприемников во всех случаях должен прокладываться отдельный

заземляющий проводник.

В зануляющей (заземляющей) сети должна быть обеспечена непрерывность электрической цепи по всей ее длине и надежность контактных соединений зануляющих и заземляющих проводников между собой и в местах присоединения к зануляемым и заземляемым элементам электроустановок систем автоматизации. От выполнения этого требования зависит безопасность людей. Между тем разрыв цепи заземления или зануления не нарушает нормальной работы электроустановки и может оставаться в течение длительного времени незамеченным. Поэтому при выполнении сетей зануления и заземления необходимо соблюдать требования Правил устройства электроустановок в части прокладки зануляющих и заземляющих проводников, их соединению между собой и присоединению к зануляемому и заземляемому электрооборудованию и т.п.

В цепи зануляющих (заземляющих) проводников, в том числе и в цепи нулевых рабочих проводов, если они одновременно используются в качестве зануляющих проводников, не должны устанавливаться рубильники, пакетные выключатели или предохранители (за исключением случаев, когда вместе с фазными отключаются и зануляющие проводники). Установка выключателя или предохранителя в цепи зануления может привести к поражению при прикосновении к зануленному корпусу аппарата, даже тогда, когда исправна изоляция. Это произойдет, если в зануляющем проводнике (в данном случае нулевом рабочем проводе) будет отключен выключатель или перегорит плавкая вставка предохранителя (через обмотку аппарата на его корпус выносится потенциал).

Зануление однофазных электроприемников должно осуществляться отдельным третьим проводом, проложенным от щита контроля и управления или питания, к которому подключен данный электроприемник (а не с помощью перемычки на зажимах электроприемника от нулевого проводника на его корпус).

В противном случае при неправильном присоединении или обрыве зануляющего проводника на корпусе прибора через обмотку и зануляющий проводник может появиться опасное напряжение.