МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ»

**КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ**

***СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ***

УДК 614 841.34:621.315.2

Приводится терминология, связанная с использованием электрооборудования в пожаровзрывоопасных средах. Представлена классификация горючих смесей и пожаровзрывоопасных зон. Изложены рекомендации по выбору и использованию конкретных видов и марок электрооборудования в пожаровзрывоопасных зонах

*Авторский коллектив:*

д-р техн. наук, профессор *Г.И. Смелков,* канд. техн. наук, профессор *В.Н. Черкасов, Е.П. Шаститко,* канд. техн. наук *В.А. Пехотиков* д-р техн. наук *В.Н. Веревкин, Н.Е. Чубарова*

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Устойчивая тенденция к постоянному увеличению ассортимента и количества выпускаемых электроизделий, расширение области их применения требуют и более квалифицированного надзора в части обеспечения их пожарной безопасности.

Особая ответственность и вместе с этим наибольшие трудности возникают у инспекторского состава ГПН в процессе контроля правильности применения электроизделий в пожароопасных и взрывоопасных зонах.

Эти трудности, прежде всего, связаны с тем, что большая часть действующих в этой области нормативных документов существенно устарела. Разрабатываемая в настоящее время новая серия российских стандартов, вступающих в силу с 2001 года (см. прил. 4), потребует коренного пересмотра глав ПУЭ: 7.3 "Электроустановки во взрывоопасных зонах" и 7.4 "Электроустановки в пожароопасных зонах". Вместе с тем в эксплуатации еще долгое время будут находиться электродвигатели, светильники и другое электрооборудование, выпущенное в соответствии с маркировкой ПУЭ-86, ПИВЭ и ПИВРЭ, а также других устаревших нормативных документов.

Настоящее справочное пособие призвано помочь работникам ГПН и всем практическим работникам пожарной охраны разобраться в сложных вопросах классификации взрывоопасных смесей, пожаровзрывоопасных зон, в классификации и маркировках взрывозащищенного электрооборудования, оценить в ходе инспекторской проверки правильность выбора и соответствие электроустановки данной пожаровзрывоопасной зоне.

Авторы с благодарностью примут замечания и предложения, направленные на дальнейшее совершенствование справочного пособия.

*Наш адрес:*

*143903, Московская обл., Балашихинский р-н, пос. ВНИИПО, д. 12.*

**1. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ**

**1.1. Термины и определения**

**Взрыв** - быстрое преобразование вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить работу.

**Вспышка** - быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

**Взрывоопасная зона** - помещение или ограниченное пространство в помещении или у наружной установки, в котором имеется или может образоваться взрывоопасная смесь в объеме, требующем специальных мер защиты при конструировании электрооборудования, его монтаже и эксплуатации.

Взрывоопасные зоны в зависимости от частоты и продолжительности присутствия взрывоопасной газовой смеси подразделяются на три класса.

**Зона класса 0** - зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительного времени.

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

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

Примечание Частоту возникновения и длительность присутствия взрывоопасной газовой смеси допускается определять по правилам (нормам) соответствующих отраслей промышленности

**Помещение** - пространство, ограниченное со всех сторон ограждающими конструкциями: стенами (в том числе с окнами и дверями) с покрытием (перекрытием) и полом

**Наружная установка** - установка, расположенная вне помещения (снаружи) открыто, либо под навесом, либо за сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями.

**Взрывоопасная газовая смесь -** смесь горючих газов или паров с воздухом при нормальных атмосферных условиях, горение которой распространяется на весь объем несгоревшей смеси.

Горючие газы относятся к взрывоопасным при любой температуре окружающей среды.

**Взрывоопасная пылевоздушная смесь** (облако взрывчатой пыли) - смесь с воздухом при нормальных атмосферных условиях воспламеняющихся веществ в виде пыли или волокон, горение которой распространяется по всей невоспламененной смеси.

Горючие пыль и волокна относятся к взрывоопасным, если их нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м3.

**Горючая жидкость** - жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки выше 61 °С.

Горючие жидкости относятся к пожароопасным; нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше - к взрывоопасным.

**Легковоспламеняющаяся жидкость (далее - ЛВЖ) -** жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки не выше 61 °С.

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

**Температура самовоспламенения взрывоопасной газовой смеси** - наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение взрывоопасной газовой смеси.

**Температура вспышки** - самая низкая температура жидкости, при которой в условиях специальных испытаний над ее поверхностью образуются пары, способные воспламеняться в воздухе от источника зажигания, устойчивое горение при этом не возникает.

**Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения (ВКПР** - **НКПР)** - соответственно максимальная и минимальная концентрации горючих газов, паров ЛВЖ, пыли или волокон в воздухе, выше и ниже которых взрыв не происходит даже при возникновении источника инициирования взрыва.

**Безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ)** - максимальный зазор между фланцами оболочки, через который не проходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе (между ВКПР и НКПР).

**Искробезопасная электрическая цепь -** электрическая цепь, выполненная так, что электрический разряд или ее нагрев не могут воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания.

**Взрывозащищенное электрооборудование (электротехническое устройство)** - электрооборудование (электротехническое устройство), в котором предусмотрены конструктивные меры с целью устранения или затруднения возможности воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

**Электрооборудование (электротехническое устройство) общего назначения** - электрооборудование, выполненное без учета определенных требований, обусловленных назначением и/или условиями эксплуатации.

**Уровень взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства)** - степень взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства) при установленных нормативными документами условиях.

**Вид взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства)** - совокупность средств взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства), установленная нормативными документами.

Взрывозащищенное электрооборудование в зависимости от области применения подразделяется на группы.

I - рудничное взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу или пыли;

II - взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, кроме рудничного взрывозащищенного.

**1.2. Классификация взрывоопасных зон**

Классификация взрывоопасных зон производится по ПУЭ [1], ГОСТ Р 51330.9-99 [2] и ГОСТ Р 51330.22-99 [3].

Классы взрывоопасных зон представлены в табл. 1.1.

*Таблица 1.1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПУЭ[1] | ГОСТ Р 51330.9-99 [2] | ГОСТ Р 51330.22-99[3] |
| - | 0 (взрывоопасная смесь присутствует постоянно или длительно) | - |
| B-I | 1 (существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации) | - |
| B-Ia | 2 (присутствие взрывоопасной смеси в нормальных условиях эксплуатации маловероятно или оно редко и не очень продолжительно) | - |
| B-Iб | - | - |
| B-Iг | 1 или 2 | - |
| - | - | 20 (горючая пыль в виде облака имеется постоянно или часто при нормальном режиме работы оборудования) |
| B-II | - | 21 (горючая пыль в виде облака может присутствовать при нормальном режиме работы оборудования) |
| В-IIа | - | 22(облако горючей пыли может возникать редко при ненормальном режиме работы оборудования) |

Сопоставление классов зон позволяет устранить разночтение и на этой основе осуществлять рациональное размещение технологического и электротехнического оборудования в таких зонах, с точки зрения выбора соответствующего уровня взрывозащиты и обеспечения безопасности эксплуатации.

Следует учитывать также рекомендуемое приложение Г из ГОСТ Р 51330.9-99 [2] - "Классификация взрывоопасных зон для отдельных производств и установок" (см. прил. 1).

**1.3. Классификация взрывоопасных смесей**

По ГОСТ 12.1.011-78 [6] все взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом классифицируются по группам и категориям.

На группы взрывоопасные смеси подразделяются по их температуре самовоспламенения (табл. 1.2), а на категории (табл. 1.3) - по величине так называемого безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ) между плоскими фланцами у стандартной экспериментальной оболочки [6] или по величине критического зазора [7, 8].

*Таблица 1.2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа смеси | Температура самовоспламенения, °С | Группа смеси | Температура самовоспламенения, °С | Группа смеси | Температура самовоспламенения, °С |
| По ПИВЭ [7] | | По ПИВРЭ [8] | | По ПУЭ или ГОСТ 12.1.011-78 | |
| А | Свыше 450 | Т1 | Свыше 450 | Т1 | Свыше 450 |
| Б | Свыше 300 до 450 | Т2 | Свыше 300 до 450 | Т2 | Свыше 300 до 450 |
| Г | Свыше 175 до 300 | Т3 | Свыше 200 до 300 | Т3 | Свыше 200 до 300 |
| Д | Свыше 120 до 175 | Т4 | Свыше 135 до 200 | Т4 | Свыше 135 до 200 |
|  |  | Т5 | Свыше 100 до 135 | Т5 | Свыше 100 до 135 |
|  |  |  |  | Т6 | Свыше 85 до 100 |

*Таблица 1.3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория взрывоопасной смеси | Критический зазор, мм | Категория взрывоопасной смеси | БЭМЗ, мм |
| По ПИВЭ и ПИВРЭ | | По ГОСТ 12.1.011-78 и ПУЭ | |
| 1 | Свыше 1,0 | I\* | Свыше 1,0 |
| 2 | Свыше 0,65 до 1,0 | IIА | Свыше 0,9 |
| 3 | Свыше 0,35 до 0,65 | IIВ | Свыше 0,5 до 0,9 |
| 4 | Менее 0,35 | IIС | До 0,5 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Категорией I обозначен рудничный метан.

**1.4. Взрывозащищенное электрооборудование**

Применение электрооборудования общего назначения во взрывоопасных зонах (за небольшим исключением) по условиям пожаровзрывобезопасности недопустимо. Здесь следует применять взрывозащищенное электрооборудование [1, 9], которое должно иметь минимально допустимый уровень и вид взрывозащиты и отвечать требованиям его применения во взрывоопасных смесях той или иной группы и категории.

**1.4.1. Уровни взрывозащиты**

Обозначение уровней взрывозащиты по разным нормативным документам [1, 4, 8] приводится в табл. 1.4.

*Таблица 1.4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень взрывозащиты электрооборудования | ГОСТ 12.2.020-76 [4] и ПУЭ | ПИВРЭ |
| Повышенной надежности против взрыва | 2 | Н |
| Взрывобезопасный | 1 | В |
| Особовзрывобезопасный | 0 | О |

Искробезопасные электрические цепи разделяются на три уровня (табл. 1.5).

*Таблица 1.5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень взрывозащиты электрооборудования по ГОСТ 12.2.020-76 | Знак уровня искробезопасной электрической цепи для электрооборудования группы II |
| Особовзрывобезопасный | iа |
| Взрывобезопасный | ib |
| Повышенной надежности против взрыва | ic |

**1.4.2. Виды взрывозащиты**

Обозначение видов взрывозащиты по разным нормативным документам [1, 4, 7, 8] приводится в табл. 1.6

*Таблица 1.6*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид взрывозащиты электрооборудования | ГОСТ 12.2.020-76 и ПУЭ | ПИВРЭ, ПИВЭ |
| Взрывонепроницаемая оболочка | d | В |
| Защита вида "е" (повышенной надежности против взрыва) | е | Н |
| Искробезопасная электрическая цепь | i | И |
| Масляное заполнение оболочки с токоведущими частями | o | М |
| Заполнение (или продувка) оболочки под избыточным давлением защитным газом | p | П |
| Кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями | q | К |
| Специальный вид взрывозащиты | S | С |

**1.4.3. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования**

В зависимости от класса взрывоопасной зоны может применяться то или иное по уровню и виду взрывозащищенное электрооборудование, а в отдельных случаях (например, в зонах B-Ia, B-Iб, В-Iг и В-IIа) - электрооборудование общего назначения (т.е. без средств взрывозащиты), но с определенной степенью защиты оболочки по ГОСТ 14254-96 [10].

Согласно ГОСТ 12.2.020-76 в маркировку взрывозащиты электрооборудования в указанной ниже последовательности входят знаки:

уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0 - табл.1.4);

общий знак Ex (Explosionproof - взрывозащищенный), указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование [11-17];

вида взрывозащиты (d, p, i, q, о, s, e - табл. 1.6); электрооборудование с видом взрывозащиты "i" может быть обеспечено тремя уровнями (ia, ib, ic -табл.1.5);

группы или подгруппы электрооборудования и категории взрывоопасной смеси (II, IIА, IIВ, IIС -табл. 1.3.);

температурного класса электрооборудования или группы взрывоопасной смеси (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6 - табл. 1.2).

Маркировка взрывозащиты выполняется в виде целого, не разделенного на части знака, заключенного в прямоугольник\* (табл. 1.7).

Маркировка электрооборудования по взрывозащите, согласно ПИВРЭ, содержит условные знаки, которые в приведенной ниже последовательности представляют:

уровень взрывозащиты (Н, В, О -табл.1.4);

наивысшую категорию взрывоопасной смеси (1, 2, 3, 4 -табл. 1.3);

наивысшую группу взрывоопасной смеси (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 -табл. 1.2);

вид взрывозащиты (В, Н, И, М, П, К, С -табл. 1.5).

Согласно ПИВРЭ маркировка электрооборудования по взрывозащите состоит из основного знака, расположенного в прямоугольнике\* и указывающего уровень взрывозащиты, категорию и группу взрывоопасной смеси. Вид взрывозащиты электрооборудования помещается в кружке\* отдельно или вместе с основным знаком (под ним). Допускается выполнение знака вида взрывозащиты на одной стороне (справа) с основным знаком через пропуск или косую черту (табл. 1.7). Если электрооборудование состоит из элементов, имеющих разные виды взрывозащиты, в маркировке указываются все виды, обеспечивающие взрыво-защищенность электрооборудования. В этом случае указывается самый низкий уровень взрывозащиты.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Обозначения ставятся на самом оборудовании.

Электрооборудование, изготовленное по ПИВЭ, на уровни взрывозащиты не подразделяется (см. прил. 3 к гл. 7.3 ПУЭ [1]). Виды взрывозащиты электрооборудования обозначают теми же буквами, что и по ПИВРЭ.

В маркировку взрывозащиты электрооборудования по ПИВЭ в указанной ниже последовательности входят (табл. 1.7):

вид взрывозащиты (табл. 1.6);

наивысшая категория взрывоопасной смеси (табл. 1.3), если взрывозащита электрооборудования в целом или его частей обеспечивается взрывонепроницаемой оболочкой. Для электрооборудования с другими видами взрывозащиты, являющегося взрывозащищенным для взрывоопасных смесей всех категорий, вместо обозначения категории взрывоопасной смеси ставится ноль;

наивысшая группа взрывоопасной смеси (табл. 1.2).

Для электрооборудования с защитой вида "е" (повышенная надежность против взрыва) с искрящими частями, заключенными во взрывонепроницаемую оболочку, заполненную маслом или продуваемую под избыточным давлением, вместо нуля ставится обозначение соответствующего вида взрывозащиты: В, М или П.

Для электрооборудования с искробезопасными электрическими цепями указывается наименование горючего вещества, используемого в испытаниях. Обозначение категории и группы для такого электрооборудования не проставляется.

Примеры маркировки взрывозащиты электрооборудования группы II приведены табл. 1.7.

*Таблица 1.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Взрывозащита электрооборудования | | | |  | Маркировка взрывозащиты | | |
| Уровень | Вид | Группа или подгруппа | Температурный класс | Категория и группа взрывоопасной смеси, для которой предназначено электрооборудование | ГОСТ 12.2.020-76 или ПУЭ | ПИВРЭ | ПИВЭ |
| Повышенной надежности против взрыва | Защита вида "е" | II | Т6 | Все категории и группы | 2ЕхеIIТ6 | H4T5-H | НОД |
| Защита вида "е" и взрывонепроницаемая оболочка | IIВ | Т3 | Категории IIА и IIВ (1-3), группы Т1(А)-Т3(Г) | 2ExedIIBT3 | Н3Т3-НВ | НЗГ |
| Искробезопасная электрическая цепь | IIС | Т6 | Все категории и группы | 2ExicIICT6 | Н4Т5-И | 2ИО  сероуглерод |
| Взрывобезопасный | Взрывонепроницаемая оболочка | IIА | Т3 | Категории IIА (1 и 2), группы Т1(А)-Т3(Г) | 1ExdIIAT3 | B2T3-B | В2Г |
| Искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка | IIВ | Т4 | Категории IIВ(3), группы Т1(А)-Т4(Г) | 1ExibdIIBT4 | B3T4-ИB | ИЗГ  Эфир |
| Заполнение объема оболочки под избыточным давлением | IIС | Т6 | Все категории и группы | 1ЕхрIIСТ6 | В4Т5-П | ПОД |
| Масляное заполнение оболочки | II | Т5 | Все категории и группы Т1(А)-Т5(Д) | 1ЕхоIIТ5 | В4Т5-М | МОД |
| Особо-взрывобезопасный | Искробезопасная электрическая цепь | IIС | Т6 | Все категории и группы | OExiaIICT6 | О4Т5-И | ИО  сероуглерод |
| Специальный вид и искробезопасная электрическая цепь | IIС | Т6 | Все категории и группы | OExsiaIICT6 | О4Т5-СИ | СОД |

Примечание. В скобках указаны категории и группы по ПИВЭ и ПИВРЭ.

**1.5. Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон**

Выбор взрывозащищенного электрооборудования для взрывоопасных зон рекомендуется производить, придерживаясь определенной последовательности.

1. Нормативно и аналитически определяется класс взрывоопасной зоны и ее размеры для помещения и наружной установки в нормальном или аварийном режиме технологического процесса (табл. 1.1, пп. 7.3.38-7.3.53 ПУЭ [1]), [18, 19].

Классы и размеры взрывоопасных зон для наружных взрывоопасных установок должны приниматься в соответствии с нормами технологического проектирования, отражающими особенности технологических процессов, учитывающими опыт эксплуатации действующих взрывоопасных установок и утвержденными в установленном порядке соответствующими министерствами и ведомствами.

2. Определяются параметры взрывоопасной среды в местах установки электрооборудования (т. е. в пределах взрывоопасной зоны): наименования и физические свойства веществ, которые могут образовать взрывоопасные смеси; категории и группы, к которым относятся взрывоопасные смеси (табл. 1.2 и 1.3).

3. Определяются общие свойства и условия, характеризующие взрывоопасную среду, в которой должно эксплуатироваться электрооборудование: места, в которых температура окружающей среды превышает 35 °С, химическая активность и механическое воздействие окружающей среды на электрооборудование и др.

4. Проводится анализ маркировки взрывозащиты электрооборудования и указаний заводской инструкции по монтажу и эксплуатации, после чего сравнивается уровень и вид взрывозащиты электрооборудования с предполагаемыми условиями его эксплуатации: класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасной смеси, общие свойства и условия окружающей среды.

5. Учитывается возможность дальнейшего совершенствования и модернизации производства и использования в технологии более пожаровзрывоопасных веществ и материалов.

6. На основании пп. 1-5 составляется спецификация применяемого взрывозащищенного электрооборудования с учетом требований гл. 7.3 ПУЭ [1] и соответствующих ГОСТов (или технических условий) на отдельные виды электрооборудования.

**1.5.1. Электропроводки и кабельные линии**

Выбор проводов и кабелей (пп. 7.3.92-7.3.131 [1]). Во взрывоопасных зонах любого класса можно применять провода с резиновой, поливинилхлоридной и бумажной изоляцией в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках, за исключением кабелей с алюминиевой защитной оболочкой во взрывоопасных зонах классов В-I и B-Ia.

Провода и кабели с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой запрещается применять во взрывоопасных зонах всех классов.

Во взрывоопасных зонах классов B-Iб, B-Iг, B-II, В-IIа допускается применять провода и кабели как с медными, так и алюминиевыми жилами, а в зонах класса В-I и B-Ia - только с медными жилами.

Изоляция нулевых рабочих и нулевых защитных проводников (выполненная отдельной жилой кабеля или провода) должна быть равноценной изоляции фазных проводников.

Кабели, прокладываемые открыто во взрывоопасных зонах, должны отвечать требованиям (быть сертифицированы) по нераспространению горения.

При прокладке кабелей в пластмассовой электромонтажной арматуре данная продукция должна быть сертифицирована на пожарную безопасность.

При выборе жил проводников и оболочек кабелей необходимо учитывать их стойкость к окружающей среде.

Соединительные, ответвительные и проходные коробки для электропроводки должны:

а) во взрывоопасной зоне класса В-I иметь уровень "взрывобезопасное электрооборудование" и соответствовать категории и группе взрывоопасной смеси;

б) во взрывоопасной зоне класса В-II предназначаться для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом. Допускается применение коробок с уровнем "взрывобезопасное электрооборудование" с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка", предназначенных для газопаровоздушных смесей любых категорий и трупп;

в) во взрывоопасных зонах классов B-Ia и В-Iг быть взрывозащищенными для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей. Для осветительных сетей допускается применение коробок в оболочке со степенью защиты IP65;

г) во взрывоопасных зонах классов В-Iб и В-IIa иметь оболочку со степенью защиты IP54. До освоения промышленностью коробок со степенью защиты оболочки IP54 могут применяться коробки со степенью защиты оболочки IP44.

Способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах приведены в табл. 1.8 и 1.9. Требования к монтажным коробам приведены в прил. 3.

*Таблица 1.8*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Кабели и провода | Способ прокладки | Сети напряжением выше 1 кВ | Силовые сети и вторичные цепи до 1 кВ | Осветительные сети до 380 В |
| Бронированные кабели | Открыто - по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах. Скрыто - в земле (траншеях), в блоках | В зонах любого класса | | |
| Небронированные кабели в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках | Открыто - при отсутствии механических и химических воздействий; по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в лотках, на тросах | B-Iб,  В-IIа,  B-Iг | B-Iб,  В-IIа,  В-Iг | B-Ia,  B-Iб,  В-IIа,  B-Iг |
| В каналах - пылеуплотненных (например, покрытых асфальтом) или засыпанных песком | В-II,  В-IIа | В-II,  В-IIа | В-II,  В-IIа |
| Открыто - в коробах | B-Iб,  B-Iг | B-Ia,  B-Iб,  B-Iг | B-Ia,  B-Iб,  B-Iг |
|  | Открыто и скрыто - в стальных водогазопроводных трубах | В зонах любого класса | | |
| Изолированные провода |

Примечание. Для искробезопасных цепей во взрывоопасных зонах любого класса разрешаются все перечисленные в таблице способы прокладки проводов и кабелей.

*Таблица 1.9*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид прокладки кабелей | Классификация взрывоопасной зоны | | Примечание | |
|  | Бронированные кабели | Небронированные кабели |  | |
| *Взрывоопасные установки в помещениях* | | | | |
| Открыто - на кабельных конструкциях, лотках, тросах, по стальным конструкциям и т. п. | B-I,  B-Ia,  B-II | B-Ia\*,  B-Iб,  В-IIа | | - |
| В коробах: |  |  | |  |
| перфорированных  неперфорированных (сплошных) | B-I, B-Ia  В-II, | B-Ia\*, B-Iб  B-Ia, B-Iб | | - |
| В каналах: |  |  | | См. п. 7.3.110 [1]. |
| не засыпанных песком, грунтом | B-I | B-Ia, B-Iб | | При легких газах |
| засыпанных песком, грунтом | B-I | B-Ia, B-Iб | | При тяжелых газах и парах |
| пылеуплотненных (например, покрытых асфальтом) | В-II | В-IIа | |  |
| В стальных трубах | - | Все классы | | - |
| *Наружные взрывоопасные установки* | | | | |
| Открыто - на кабельных конструкциях, лотках, в перфорированных коробах, по строительным конструкциям и т.п. | B-Iг | B-Iг\*\* | | - |
| В каналах: |  |  | |  |
| не засыпанных песком, грунтом | - | B-Iг | | При легких газах |
| засыпанных песком, грунтом | - | B-Iг | | При тяжелых газах и парах |
| В грунте (траншеях) | B-Iг | - | | - |
| То же, при отсутствии механических и химических воздействий | - | B-Iг\*\*\* | |  |

\* Осветительные сети, прокладываемые выше 2 м от уровня пола.

\*\* При возможности механических воздействий небронированные кабели следует прокладывать в зоне В-Iг в неперфорированных (сплошных) коробах или стальных трубах.

\*\*\* Сети напряжением до 1 кВ.

**1.5.2. Электродвигатели**

Во взрывоопасных зонах любого класса электродвигатели могут применяться с напряжением до 10 кВ при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки соответствуют указанным в табл. 1.10 или являются более высокими, а также с учетом требований п. 7.3.63 и 7.3.67 ПУЭ.

*Таблица 1.10*

|  |  |
| --- | --- |
| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электродвигателей |
| B-I | Взрывобезопасный |
| B-Ia, B-Iг | Повышенной надежности против взрыва |
| B-Iб | Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44 (табл. 2.1). Искрящие части электродвигателя (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты не менее IP44 |
| B-II | Взрывобезопасный |
| В-IIа | Без средств взрывозащиты\*. Оболочка со степенью защиты не менее IP54\*\* (табл. 2.1). Искрящие части электродвигателя (например, контактные кольца) должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты не менее IP54\*\* |

*\** Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIа рекомендуется применять электрооборудование, предназначенное для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом (см. также п. 7.3.63 [1]).

\*\* До освоения электропромышленностью электродвигателей со степенью защиты IP54 допускается, при подтверждении многолетней безаварийной эксплуатации, применять электродвигатели со степенью защиты IP44.

Для привода производственных механизмов во взрывоопасных зонах применяются взрывозащищенные электродвигатели.

По виду и способу устройства взрывозащиты эти электродвигатели разделяются на взрывонепроницаемые, продуваемые под избыточным давлением и повышенной надежности против взрыва (защита вида "е")

Взрывонепроницаемая взрывозащита электродвигателей обеспечивается тремя факторами: взрывонепроникновением, взрывоустойчивостью и температурным режимом оболочки. Взрывонепроницаемые электродвигатели изготавливаются для работы во всех классах взрывоопасных зон, с категориями взрывоопасных смесей от IIА до IIС (от 1 до 4) и группами взрывоопасных смесей от Т1 до Т5 (от А до Д).

Серии и типы отечественных взрывонепроницаемых электродвигателей приводятся в табл.1.11.

Взрывозащита электродвигателей, продуваемых под избыточным давлением, основана на непроникновении взрывоопасной среды во внутреннюю полость электродвигателя.

Электродвигатели в этом исполнении являются крупными машинами и применяются для привода насосов, вентиляторов, компрессоров и других общепромышленных механизмов во взрывоопасных зонах всех классов (за исключением зоны B-Iг), которые могут содержать взрывоопасные смеси всех категорий и групп.

Отечественные типы и серии таких электродвигателей приводятся в табл. 1.12.

Электродвигатели повышенной надежности против взрыва при нормальном режиме работы не могут быть причиной взрыва: у них отсутствуют открытое искрение, дуги или опасные температуры. Дополнительными факторами обеспечения взрывозащиты являются: снижение допустимой температуры изолированных обмоток на 10 °С (по сравнению с допустимыми по ГОСТам), применение электроизоляционных материалов высокого качества, степень защиты оболочки не ниже IP33 или IP44.

Выпуск таких электродвигателей ограничен серией А десятого и одиннадцатого габаритов мощностью 55-320 кВт, напряжением 380/660 В в исполнении НОБ и НОГ.

Электродвигатели повышенной надежности против взрыва могут применяться во взрывоопасных зонах всех классов (за исключением зон класса В-I и В-II) и во взрывоопасных смесях всех категорий при соответствии их групп.

*Таблица 1.11*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Серия или тип электродвигателя | Мощность, кВт | *Uн*, В | Маркировка взрывозащиты | Примечание |
| К, КО | 4-100 | 380/660 | В3Г | Привод насосов, вентиляторов, лебедок |
| МА 36 | 125-250 | 380/660 | В1Г  В2Г  В3Г | Привод центрифуг |
| МА 37 | 160 | 380/660 | В2Г | Привод насосов |
| ВАО | 0,4-100 | 220/380,  380/660 | В1Г, В2Г  В3Г  В4Г  В4Д | Область применения не конкретизируется |
| ВАСО | 22-37  37-90 | 380/660  380/660 | В3Т4-В | Привод вентиляторов |
| ВАСО 2 | 22-75 | до 660 | 1ExdIIBT4 | Вертикальный |
| ВАОК (с фазным ротором) | 17-55  75-250 | 380/600  380/660 | В1Г  В3Г  В1Т4-В | Привод механизмов, требующих плавного пуска |
| ВАОВ | 400-2000 | 6000-10000 | 1ExdllBT4 | Привод вертикальных нефтяных насосов |
| ВАО 2 | 55-315  200-2000 | 380/660  6000-10000 | В3Т4-В  В3Т5-В | Область применения не конкретизируется |
| ВА3МВ1 | 500-2000 | 6000 | 1ExdIIBT4 | Привод насосов, компрессоров, нагнетателей и других быстроходных механизмов |
| В | 0,25-110 | 220/380  380/660 | 1ExdIIBT4 | Частота оборотов 1500-3000 об/мин |
| 2В | 1,5-2,2 | 220/380  380/660 | 1ExdIIBT4 | Привод подъемно-транспортных и других механизмов, применяемых в химической, нефтяной и газовой промышленности |
| 1,5-5,5 | до 660 | В3Т4-В |
| 37-110 | до 660 | 1ExdIIBT4 |
| ВА132  ВА200 | 3-4,5  15,5-45 | 380/660  380/660 | 1ExdIIBT4  2ExdIICT4  2ExdIICT4 |
| АИМ(С)  АИМ(Р) | 4-22  7-30 | до 660  до 660 | 1ExdIIBT4  1ExdIICT4  1ExdIICT4 | Привод механизмов, применяемых в химической, газовой, нефтеперерабатывающей и других отраслях |

Примечание. В таблице указано электрооборудование серийного производства.

*Таблица 1.12*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Серия или тип электродвигателя | Мощность, кВт | *Uн*, В | Частота вращения, об/мин | Обозначение взрывозащиты | Примечание |
| СДКП2 | 315-8000 | 6000 | 250-500 | В4Т5-П | Привод поршневых |
|  |  |  |  | или Н4Т5-П | компрессоров |
| A3 | 32-2000 | 220/380 | 550-3000 | В4Т5-П |  |
| АВ |  | 380/660 |  |  |  |
| СТДП | 630-112500 | 6000-10000 | 3000 | В4Т5-П |  |
|  |  |  |  | Н4Т5-П |  |
| АТД2 | 315-5000 | 6000 | 3000 | В4Т5-П |  |
|  |  |  |  | или Н4Т4-П |  |
| ДАП | 800-2500 | 6000 | 1500 | В4Т4-П | Привод насосов, вентиляторов и других быстроходных устройств |
| АТД | 500-2500 | 3000-5000 | 3000 | или В4Т5-П |
| А3П |  |  |  | Н4Т5-В |
| АРП |  |  |  | Н4Т5-В |

**1.5.3. Аппараты управления и приборы**

Во взрывоопасных зонах электрические аппараты управления могут применяться при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки соответствуют табл. 1.13 или являются более высокими, а также с учетом требований пп 7.3.64-7.3.72 [1].

*Таблица 1.13*

|  |  |
| --- | --- |
| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки аппаратов управления и приборов |
| B-I | Взрывобезопасное электрооборудование |
| B-Ia, B-Iг | Электрооборудование повышенной надежности против взрыва. Допускается применять без средств взрывозащиты для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80 °С, в оболочке со степенью защиты не менее IP54 |
| B-Iб | Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44 |
| В-II | Взрывобезопасное электрооборудование (при соблюдении требований п. 7.3.63 [1]) |
| В-IIа | Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований п. 7.3.63 [1]). Оболочка со степенью защиты не менее IP54 |

Во взрывобезопасных зонах применяют, как правило, взрывозащищенные аппараты управления и приборы: кнопочные посты управления, выключатели конечные и путевые, переключатели, командоаппараты кулачковые, блоки контактные, разъемные, клеммные ящики и т. п.

Некоторые характеристики аппаратов и приборов (стационарных, передвижных и переносных) и маркировка их взрывозащиты приведены в табл. 1.14.

*Таблица 1.14*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Область применения | | | |
| Наименование аппарата управления | Тип аппарата | Категория взрывоопасной смеси | Группа взрывоопасной смеси | Маркировка  взрывозащиты | Класс взрыво-  опасной зоны |
| Кнопочный пост управления | КУВ-1 (2, 3) | 1 | А | В1А | B-I(1), B-Ia(2),  B-Iг(2),  В-II(21),  В-IIа (22) |
| КУВ-11 (12, 13) | 1 | А | В1А |
| КУ-91-В3 (92, 93) | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В3Г |
| КУ-В3Г-М-1 (2, 3) | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В3Г |
| КУВ-1П(2П, 3П) | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В3Г |
| КУ-90 (1, 2, 3) | IIА, IIВ | Т1-Т5 | 1ExdIIBT5 |
| ПВ | 1-4 | Т1-Т5 | В4Т5-В |
| ПВ-К | IIА, IIВ, IIС | Т1-Т6 | 1ExdIICT6 |
| КУ-700 | 1, 2, 3, 4 | А, Б, Г, Д | МОД |
| Выключатели конечные и путевые | ВКМ-1 (2) | IIА, IIВ, IIС | Т1-Т5 | 1ExdIIBT51 |
| ВВ-5 (6) | 1 | А | ExdIICT6 |
| ВК-В3Г | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В1А |
| ВК-В3Г-М | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В3Г |
| КВ-4 (9) | 1, 2, 3 | А, Б, Г | В3Г |
| ВК-700 | 1, 2, 3, 4 | А, Б, Г, Д | МОД | B-I(1), B-Ia(2)  B-Iб |
| УП5-800 | 1-4 | А-Д | МОД (В4Т5-М) |
| ВП-701 | 1-4 | А-Д | МОД |
| ВП-701 | II | Т1-Т6 | 1ЕхоIIТ6 |
| ВП-4М | IIА | Т1-Т6 | 1ExdIIAT6 |
|  | IIА, IIВ, IIС | Т1-Т6 | 1ExdIICT6 |
| ВПВ-4М | IIА | Т1-Т6 | 1ExdIIAT6 |
| ВПВ-1 | IIА, IIВ, IIС | Т1-Т6 | 1ExdIICT6 |
| Командо-аппарат кулачковый | КА-4800 | 1-4 | Т1-Т5 | В4Т5-М |
| Блоки контактные | БКВ-1 | IIА, IIВ, IIС | Т1-Т6 | 1ExdIICT6 |
| Разъем взрыво-  защищенный | ВР-61М | IIА, IIВ | Т1-Т4 | 1ExdIIBT4 |
| Ящики клеммные | ЯК | II | Т1-Т5 | 2ExeIIT5 | B-Ia(2), B-Iг(2), В-II(21), В-IIа(22) |
| Устройства заземления автоцистерн (УЗА) | УЗА-2МИ | IIA-IIC | Т1-Т6 | 1ExsIIT6 | B-I(1), B-Ia(2), В-Iг(2),В-II(21) |
| УЗА-2МК | 1ExsiBIIT6 |

**1.5.4. Светильники**

Во взрывоопасных зонах могут применяться электрические светильники (стационарные и переносные) при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты оболочки соответствуют табл. 1.15 или являются более высокими (п.7.3.66 [1]).

Отечественная промышленность выпускает взрывозащищенные светильники с видом защиты "взрывонепроницаемая оболочка" (взрывонепроницаемые) и защиты вида "е" (повышенной надежности против взрыва).

*Взрывонепроницаемые светильники.* Все части таких светильников, где возможны искрение и высокая температура (патрон, источники света и др.), заключаются во взрывонепроницаемую оболочку. Оболочка может состоять из корпуса и защитного стекла.

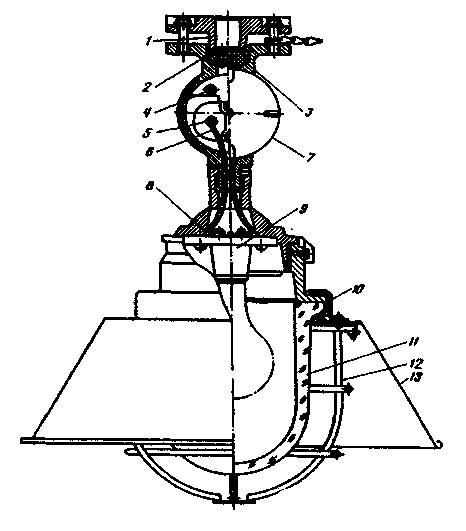
Конструктивные особенности взрывонепроницаемых светильников можно проследить на примере устройства светильника ВЗГ-200АМС (рис. 1.1).

*Таблица 1.15*

|  |  |
| --- | --- |
| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты оболочек светильников |
| B-I | Взрывобезопасный |
| B-Ia, B-Iг | Повышенной надежности против взрыва |
| B-Iб | Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP54. Для светильников с люминесцентными лампами - степень защиты 5'3\* по ГОСТ 17677-82 |
| В-II | Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований п.7.3.63 [1]) |
| В-IIа | Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований п. 7.3.63 [1]). Степень защиты IP54. Для светильников с люминесцентными лампами - степень защиты 5'3 по ГОСТ 1 7677-82 (при соблюдении требований п. 7.3.63 [1]) |

\* 5'3 означает, что защитную оболочку имеет не весь светильник, а лишь отдельные его части, например ламподержатели, стартер и др.

В маркировке светильника приняты обозначения: В - взрывонепроницаемый; 3Г - категория и группа взрывоопасной смеси; М - модернизированный; 200 - мощность лампы в Вт.



*Рис. 1.1. Светильник ВЗГ-200 АМС:*

*1 - нажимная муфта; 2 - корпус вводного устройства; 3 - резиновое уплотняющее кольцо;*

*4 - винт заземления; 5 - контактный зажим; 6 - провод марки ПРКС; 7 - крышка;*

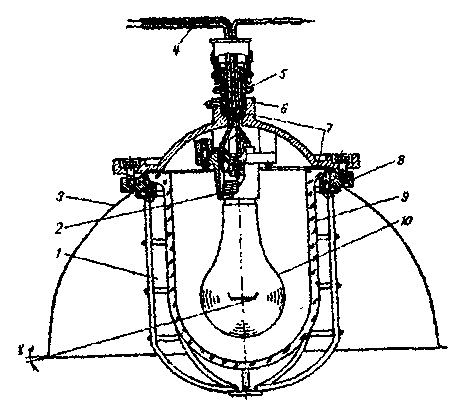
*8 - корпус, 9 - патрон; 10 - стяжное кольцо; 11 - защитный колпак;*

*12 - защитная сетка; 13 - отражатель*

По назначению взрывонепроницаемые светильники делятся на две группы: общего и местного освещения. Светильники общего освещения - стационарные; местного, как правило, - переносные.

Основные данные таких светильников, применяемых во взрывоопасных зонах, приведены в табл. 1.16 (см. также прил 2).

*Светильники повышенной надежности против взрыва.* Взрывозащита таких светильников (рис. 1.2) обеспечивается прочностью (но не взрывоустойчивостью) металлического корпуса и защитного стеклянного колпака, применением взрывонепроницаемого патрона и уплотняющих резиновых прокладок в местах ввода проводников и в соединении корпуса со стеклянным колпаком, а также тепловым режимом, при котором температура наиболее нагретых частей не превышает допустимой для указанных в маркировке групп взрывоопасных смесей.



*Рис. 1.2. Светильник НЗБ-150М:*

*1 - защитная сетка; 2 - взрывонепроницаемый патрон; 3 - отражатель, 4 - провод ПРКС;*

*5 - штуцер; 6 - корпус; 7 - уплотнительное кольцо и сальники; 8 - кольцо; 9 - защитный колпак; 10 - лампа накаливания*

Основные данные таких светильников, применяемых во взрывоопасных зонах, приведены в табл. 1.17.

Маркировка: Н - повышенной надежности против взрыва; ЗБ - категория и группа взрывоопасной смеси; 150 - мощность лампы в Вт; М - модернизированный.

*Таблица 1.16*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Маркировка взрывозащиты светильника | Краткая характеристика светильника | | | Область применения светильника | |
| номинальное напряжение, В | мощность, Вт | масса, кг | по категориям взрыво-  опасной смеси | по группам взрыво-  опасной смеси |
| Стационарные светильники | | | | | | |
| В4А-60А | В4А | 220 | 60 | 6,3 | 1-4 | А |
| В3Г-60 | В3Г | 220 | 60 | 5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| В3Г-100А | В3Г | 220 | 100 | 8 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| В3Г-200АМС | В3Г | 220 | 200 | 7,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| В3Г-300 | В3Г | 220 | 300 | 15 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СПА-В3Г | В3Г | 2,5 | 3,6 | 8,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СПРМ-300-ВЗГ | В3Г | 220 | 300 | 2,4 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ШС-В3Г  ШС-1-В3Г | В3Г | 24 | 50 | 11,8-11,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ШСО-В3Г | В3Г | 24 | 50 | 11,8-11,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ФВН-64 | В3Г | 12 | 50 | 8,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ПВ-100 | В3Г | 127/220 | 100 | 9,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| Плафон-В3  Плафон-В | В3Г | 24 | 10-25 | 1,2 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| Плафон ПВ-100  Плафон ПВ-100М-1 | В3Г | 127/220 | 100 | 10-9,8 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| С-3В1, С-3В2 | В3Г | 12-24 | 10 | 0,65 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| В3Г-ДРЛ-125(80) | В3Г | 220 | 80-125 | 13,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| В3Г/В4А-200МС | В3Г-В4А | 220 | 200 | 8,3 | 1, 2, 3/4 | А, Б, Г/А |
| В4А-60 | В4А | 220 | 60 | 6 | 1-4 | А |
| В4А-100 | В4А | 110/220 | 100 | 14,2 | 1-4 | А |
| С3В-15  С3В-60 | В1Т4-В | 220 | 15-60 | 6,2-6,45 | 1 | Т1, Т2, Т3, Т4 |
| РСП31-80 | 1ExedIICT4 | 220 | 80(ДРЛ) | 11 | IIA-IIC | Т1-Т4 |
| РСП25-80, 125, 250 | 1ExedIICT4 | 220 | 80, 125, 250(ДРА) | 14,5-15,5 | IIA-IIC | Т1-Т4 |
| ГСП25-125, 175, 250 | 1ExedIIBT4 | 220 | 125, 175, 250 (ДРИ) | 14,5-15,5 | IIA-IIB | Т1-Т4 |
| В3Т3-ДРЛ250 | 1ExedIIBT3 | 220 | 250 | 18 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ОМР-125(250)/ВЗГ-ДРЛ125(250)ПРА | B3F | 220 | 125, 250 | 15, 29 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ФВН-64-1  ФВН-64-2 | В3Г | 12 | 28 | 2, 75 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| Переносные светильники | | | | | | |
| В3Г-25 | В3Г | 24 | 25 | 6,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| БП-62-ВМ | В3Г | 24 | 15 | 1,3 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| ПР-60-В | В3Г | 12 | 15 | 2,1 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СПВ-9 | В3Г | 12 | 8,2 | 2,5 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СПВ-27М | В3Г | 12 | 27 | 1,15 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СР-В3Г | В3Г | 12 | 18 | 0,8 (без кабеля) | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СВР | В3Т3-В | 12 | - | 0,9 | 1, 2, 3 | Т1, Т2, ТЗ |
| ПР-60-ВМ  ПР-64-ВМ1  ПР-64-ВМП | В3Г | 24 | 15 | 1,4 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| СГВ-1  СГВ-2 | В3Г | Аккумулятор | 3,75 | 3,25 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| С3Г-2 | С3Г | 2,4 | 3,3 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| С3Г-14 | С3Г | 2,4 | 3,1 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| CAB-3,75 | В4Д | 3,75 | 3,4 | 1-4 | А, Б, Г, Д |
| УАС-3В | В3Г | 0,25 | 2,1 | 1, 2, 3 | А, Б, Г |
| НРП09х3,75 | В4Т5-В | 3,75 | 3,6 | 1-4 | Т1-Т5 |

*Таблица 1.17*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Маркировка взрывозащиты светильника | Краткая характеристика светильника | | | Область применения светильника\* | |
| номинальное напряжение, В | мощность, Вт | масса, кг | по категориям взрыво-  опасной смеси | по группам взрыво-  опасной смеси |
| Н4БН-150 | Н4Б | 220 | 150 | 7 | 1-4 | А, Б |
| Н4Б-300МА | Н4Б | 220 | 300 | 10,5 | 1-4 | А, Б |
| Н3БН-300-1 | Н3Б | 220 | 300 | 7,5 | 1, 2, 3 | А, Б |
| Н3Н-300-2 | Н3Б | 220 | 300 | 7,5 | 1, 2, 3 | А, Б |
| Н4Б-300МА | Н4Б | 220 | 300 | 10,8 | Т4 | А, Б |
| НОГЛ-1Х80  НОГЛ-2Х80 | НОГ | 220 | 80 | 15-25 | 1-4 | А, Б, Г |
| НОДЛ-1Х40  НОДЛ-2Х40 | Нод | 220 | 40 | 11-20 | 1-4 | А, Б, Г, Д |
| Н4А-ДРЛ-250 | Н4А | 220 | 250 | 11 | 1-4 | А |
| Н4Т2Н-300 | Н4Т2-НВ | 220 | 300 |  | 1-4 | Т1, Т2 |
| Н4Т4Л1Х80  Н4Т4Л2Х80 | Н4Т4-НВ | 220 | 80 | 14-27 | 1-4 | Т1-Т4 |
| Н4Т5Л1Х65  Н4Т5Л2Х65 | Н4Т5-НВ | 220 | 65 | 14-27 | 1-4 | Т1-Т5 |
| РСП25-80 | 2ExedIICT4 | 220 (ДРЛ) | 80 | 14,5 | IIA-IIC | Т1-Т4 |
| РСП-125, 175, 250 | 2ExedIICT4 | 220 (ДРИ) | 125, 175, 250 | 14,5-15,5 | IIA-IIC | Т1-Т4 |
| OWP-250/H4T2  ДРЛ250/ПРА | Н4Т2-Н | 220 (ДРИ) | 250 | 19 | 1-4 | Т1, Т2 |
| НСП23-220 | 2ExedIICT2 | 220 | 200 | 6,5 | IIA-IIC | Т1, Т2 |

\* Разрешается применять во взрывоопасных зонах всех классов, кроме класса B-I

**1.6. Заземление и зануление электроустановок во взрывоопасных зонах**

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов [1, 9].

Основными из них являются заземление, зануление и выравнивание потенциалов.

*Заземлением* какой-либо части электроустановки или всей установки называется преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством.

*Заземлителем* называется проводник (электрод) или совокупность электрически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.

*Заземляющим* проводником называется проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем.

*Занулением* вэлектроустановках напряжением до 1 кВ называется преднамеренное соединение частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.

*Нулевым защитным проводником* в электроустановках напряжением до 1 кВ называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

*Нулевым рабочим проводником* в электроустановках до 1 кВ называется проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

В электросетях до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью нулевой рабочий проводник может выполнять функции нулевого защитного проводника.

Во взрывоопасных зонах заземление или зануление следует выполнять при любых напряжениях переменного или постоянного тока. В качестве заземляющих или защитных нулевых проводников должны применяться специальные голые и изолированные проводники. Естественные проводники (металлические и железобетонные конструкции и трубопроводы производственного назначения, стальные трубы электропроводки, металлические оболочки кабелей и т. п.) допускаются только как дополнительные.

Общие и специфические требования к установкам защитного заземления и зануления во взрывоопасных зонах приведены в пп. 7.3.132-7.3.141 гл. 1.7 ПУЭ [1] и работах [9, 18].

**2. ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**2.1. Общие сведения**

Проблема безопасности при использовании электрооборудования во взрывоопасных производствах приобретает особое значение в связи с эксплуатацией большого количества зарубежного взрывозащищенного электрооборудования, поставляемого в Россию как отдельно, так и в комплекте с технологическим оборудованием.

Выбор и применение в России зарубежного взрывозащищенного электрооборудования ранее регламентировались отраслевым стандартом [26], а в настоящее время - требованиями гл. 3.4 Правил [24] и Инструкции [25].

Страны, производящие и поставляющие взрывозащищенное электрооборудование, имеют национальные стандарты (правила) на его проектирование, испытание, маркировку, выбор и применение, а также стандарты на классификацию взрывоопасных установок (зон) и взрывоопасных смесей.

Кроме национальных стандартов существуют международные рекомендации и нормы, например:

рекомендации международной электротехнической комиссии -МЭК (IEC), объединяющей практически все страны, изготовляющие или потребляющие взрывозащищенное электрооборудование;

европейские нормы (EN), являющиеся обязательными для включения в национальные стандарты стран - членов Европейского комитета по координации электротехнических норм (CENELEC).

Большинство зарубежных стандартов и правил существенно различаются между собой и отличаются от норм России.

Таким образом, обилие норм, стандартов и рекомендаций затрудняет сопоставление электрооборудования по его взрывозащите и усложняет проблему выбора, монтажа и эксплуатации зарубежного взрывозащищенного электрооборудования, которое должно соответствовать требованиям российских норм и правил.

В Россию зарубежное взрывозащищенное электрооборудование поступает, как правило, в комплекте с технологическими взрывоопасными установками, но может закупаться и индивидуально (россыпью). В комплекте со взрывозащищенным электрооборудованием должна быть и соответствующая документация от фирмы-изготовителя или фирмы-поставщика.

В состав технической документации входят:

перечень электрооборудования, в котором указывается вид взрывозащиты (по зарубежным стандартам и стандартам России), маркировка взрывозащиты (по зарубежным стандартам);

взрывоопасные условия применения (класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасной смеси по зарубежным стандартам и стандартам России);

сертификат (копия свидетельства) о взрывозащищенности каждого изделия (или партии однотипных изделий). В сертификате указывается: стандарт, по которому изготовлено электрооборудование; вид взрывозащиты; маркировка взрывозащиты и взрывоопасная среда, на которую рассчитано электрооборудование. Сертификат должен быть согласован с национальной (зарубежной) испытательной организацией. Образцы сертификатов приведены в документах [25, 26];

инструкция по монтажу и эксплуатации;

сборочные чертежи электрооборудования или его узлов с указанием мер, средств и параметров, обеспечивающих взрывозащиту.

Маркировка взрывозащиты электрооборудования согласно национальным стандартам зарубежных стран и международных организаций приводится в [19, 26, 27]. Маркировка взрывозащиты содержит условные знаки или данные, которые отражают (см. табл. 2.6, 2.7 [19]; табл. 5 [27] и [26]):

принадлежность электрооборудования к взрывозащищенному (общий знак взрывозащиты, например, Ex, Eex, S, Rb, AD, SA и др.). Стандарты Японии и Швеции общего знака не имеют;

вид взрывозащиты (см. табл. 2.6, 2.7 [19]; табл. 5 [27] и [26]). Стандарты Бельгии, США, Канады, а также ранее действовавшие стандарты Англии и Франции этих данных не содержат;

категорию взрывоопасной смеси (см. табл. 2.2, 2.3 [19]; табл. 2 [27] и [26]). Категория указывается для электрооборудования или узла, имеющего вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и, как правило, "искробезопасная электрическая цепь";

группу взрывоопасной смеси (см. табл. 2.4 и 2.5 [19]; табл. 3 [27] и [26]). Согласно стандартам США, Канады, а также ранее действовавшим стандартам Англии, Франции и Италии взрывоопасные смеси не классифицировались по группам, поэтому в этих случаях в маркировке группа не указывается.

В маркировке взрывозащиты электрооборудования, кроме основных знаков, могут указываться дополнительные данные, такие, как номер сертификата, номер стандарта, зона взрывоопасности, допустимые параметры по искробезопасности *(U, I, L, С*), допустимое время, допустимая температура нагрева частей электрооборудования.

Во всех зарубежных стандартах для всех видов взрывозащиты, кроме искробезопасных электрических цепей, отсутствует деление на уровни взрывозащиты.

Выбор взрывозащищенного электрооборудования рекомендуется производить, придерживаясь определенной последовательности (см. п. 1.5).

**2.2. Сопоставление отечественной и зарубежной классификаций взрывоопасных зон**

Классификации взрывоопасных зон (установок), принятые в разных странах и организациях, существенно различаются между собой, вследствие чего, как правило, отсутствует однозначное соответствие классов зон по разным стандартам.

Однако для целей выбора зарубежного взрывозащищенного электрооборудования сопоставление зарубежных классификаций с классификацией по ПУЭ возможно и необходимо (табл. 2.1).

**2.3. Сопоставление классификаций взрывоопасных смесей по ПУЭ и зарубежным стандартам**

Классификация и распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам в соответствии с действующими стандартами ряда стран и международных организаций приводятся в стандартах [6, 26] и работе [19].

Как в России, так и за рубежом классификация взрывоопасных смесей по категориям производится по величине критического зазора. Однако методика оценки категории смеси, оборудование, применяемое для этих целей, а также граничные численные значения зазоров, по которым взрывоопасную смесь относят к той или иной категории, различаются. Чтобы оценить возможность применения зарубежного взрывозащищенного электрооборудования в среде той или иной категории, в большинстве случаев достаточно сопоставить зарубежные классификации с соответствующей классификацией по ПУЭ.

*Таблица 2.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Россия | | |  |  |  |  |  |  |  |
| ПУЭ | ГОСТ Р 51330.9-99 | ГОСТ Р 51330.22-99 | Франция, МЭК | Германия | Япония | Англия | Италия | США, Канада | Чехия |
| - | 0 | - | Zone 0 | Zone 0 | Class 0  Location | Div.0 | Classe 1  Div.0 | - | SNV 3 |
| B-I | 1 | - | Zone 1 | Zone 1 | Class 1  Location | Div.1 | Classe 1  Div.1 | Class 1  Div.1 | SNV 2 |
| B-Ia | 2 | - | Zone 2 | Zone 2 | Class 2  Location | Div.2 | Classe 1  Div.2 | Class 1  Div.2 | SNV 1 |
| B-Iб | - | - | - | - | - | - | - | - |
| B-Iг | 1 | - | Zone 1 | Zone 1 | Class 1  Location | Div.1 | Classe 1  Div.1 | Class 1  Div.1 | SNV 2 |
|  | 2 | - | Zone 2 | Zone 2 | Class 2  Location | Div.2 | Classe 1  Div.2 | Class 1  Div.2 | SNV 1 |
| B-II | - | 21 | - | Zone 10 | - | - | Classe 2  Div.1 | Class 2  Div.1 | - |
| B-IIа | - | 22 | - | Zone 11 | - | - | Classe 2  Div.2 | Class 2  Div.2 | - |

Такое сопоставление соответствия категорий взрывоопасных смесей возможно по табл. 2.2.

Классификация взрывоопасных смесей по группам производится по температуре самовоспламенения. В табл. 2.3 представлены классификации взрывоопасных смесей по группам в зарубежных странах и России.

В ряде случаев данных, представленных в табл. 2.2 и 2.3, может быть недостаточно для сопоставления категорий и групп взрывоопасных смесей и решения вопроса о применении зарубежного взрывозащищенного электрооборудования в конкретных взрывоопасных зонах. В этих случаях необходимо знать распределение конкретных взрывоопасных смесей по категориям и группам в соответствии с национальными стандартами и сравнить его с данными табл. 7.3.3 [1] или прил. 3 ГОСТ 12.1.011-78 [6].

**2.4. Соответствие маркировок зарубежного и отечественного электрооборудования по взрывозащите**

Выбор зарубежного взрывозащищенного электрооборудования и оценка его соответствия требованиям ПУЭ предполагают:

выбор уровня и вида взрывозащиты электрооборудования на соответствие классу взрывоопасной зоны (см. табл. 2.7 [19] и [26]);

выбор маркировки (знака) взрывозащиты на соответствие взрывоопасной смеси (по категории и группе) - см. табл. 2.2 и 2.3.

В табл. 2.4 приводятся некоторые соответствующие маркировки по взрывозащите зарубежного и отечественного электрооборудования и области его применения во взрывоопасных средах.

*Таблица 2.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Россия (ПУЭ, ГОСТ 12.1.011-78)  Англия (BS 4883-1971)  Франция (NF C 23-514, 1977)  CENELEC (EN 50014, 1977)  ФРГ (VDE 0170/0171, Teil/12/70)  Бельгия (NBN 286, 1965)  Италия (Norme 31-1/x-1989)  МЭК (Publication 79-1, 1971) | Югославия  (TEHNICKI PROPISI, 1968) | Венгрия  (MSZ4814/1-72)  CPP (STAS 6877-68) | | Япония  (JIS C0903, 1972) | Швеция  (SEN-210800, 1969) | США (NES-500-1975)  Канада (C222 6 30-1970) | Чехия  (CSN 341480, 1969) |
| IIА | IIА | I | | 1 | 1 | D | P |
| II | |
| IIВ | IIВ | III | | 2 | 2 | C | S |
| IIС | IIС | IV/a | IV/x | 3n | 3 | B | H |
| IV/b |
| IID | IV/c | A |

Примечания: 1. В ряде стран, например в США, Канаде, по терминологии вместо категории взрывоопасной смеси принята группа, в Японии – класс взрыва.

2. Категории взрывоопасной смеси с индексами IID, IV/c, IIC, 3c и А соответствует критическому зазору взрывоопасной смеси ацетилена, а с индексами IV/x и 3n – всех веществ этих категорий.

3. Наименование стран в этой и других таблицах разд. 2 соответствует ранее действовавшему ОСТ 160.800.699-79 [26].

*Таблица 2.3*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура самовоспламенения, свыше, °С | Россия (ПУЭ, ГОСТ 12.1.011-78)  Югославия (TEHNICKI PROPISI, 1968)  Англия (Ex-Memo 1; 1972)  Германия (VDE 0170/0171, Teil/12.70)  Италия (Norme 31-1/x-1989)  Франция (NF C 23-514, 1977)  CENELEC (EN 50014, 1977)  МЭК (Publication 79-1, 1971) | Чехия  (CSN 341480, 1969) | Венгрия (MSZ4814/1-72)  Япония (JIS C0903, 1972)  Бельгия (NBN 717/1967 – для защиты вида "е" | Швеция  (SEN-210800, 1969) | Бельгия (NBN 286, 1965 – для взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка") |
| 450 | Т1 | А | G1 | T1 | N |
| 300 | Т2 | В | G2 | T2 | О |
| 200 | Т3 | С | G3 | T3 | Р |
| 175 | Т4 | D | G4 | T4 |
| 135 | Q |
| 120 | Т5 | Е | G5 | T5 |
| 100 | - |
| 85 | Т6 | F | - | - | - |

Примечание. Классификация взрывоопасных смесей по группам действующими стандартами США (NEC-500-1975) и Канады (С222 6 30-1970) не предусмотрена.

*Таблица 2.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид | Взрывоопасная | Маркировка по взрывозащите | | | | | | | |
| взрывозащиты | смесь | Россия | | | ЧССР | ФРГ | Япония | Англия | Франция, CENELEC |
| ГОСТ 12.2.020-76 | ПИВРЭ | ПИВЭ |
| d | Метан | 1ExdIIAT1 | B1T1-B | B1A | Ех3  P|A | ExdIIAT1 | d1G1 | ExdIIAT1 | ExdIIAT1 |
|  | CS2 | 1ExdIICT6 | B4T5-B | В4Д | Ех3  H|F | ExdIICT6 | d3вG5 | ExdIICT6 | ExdIICT6 |
| е | Серный эфир | 2ExeIICT4 | H4T4-H | КОГ | ЕхО  H|D | ExeIICT4 | eG4 | ExeIICT4 | ExeIICT4 |
| о | Дивинил | 1ExoIIBT2 | B3T2-M | МОД | Ех5  S|B | ExoIIBT2 | oG2 | ExoIIBT2 | ExoIIBT2 |
| p | Трихлорсилан | 1ExpIICT3 | В4Т3-П | ПОГ | Ех6  H|C | ЕхрIIСТ3 | fG3 | ЕхрIIСТ3 | ЕхрIIСТ3 |
| s | Окись этилена | 1ExsIIBT2 | B3T2-C | COB | Ех8  S|B | ExsIIBT2 | sG2 | ExsIIBT2 | ExsIIBT2 |
| i | Н2 | 1ExiIICT1 | В4Т1-И | ИО водород | Ех9  H|A | ExiIICT1 | iG1 | ExiIICT1 | ExiIICT1 |

**3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ**

**3.1. Общие сведения**

*Пожароопасная зона -* пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) материалы и вещества в условиях нормального технологического процесса или при его нарушениях.

В пожароопасных зонах применяется электрооборудование общего назначения (см. 1.1). При этом степень защиты оболочки электрооборудования должна соответствовать классу пожароопасной зоны

На оболочку такого электрооборудования, или на табличку с его паспортными данными, или в местах, указанных в стандартах или технических условиях, могут наноситься условные обозначения степени защиты оболочки по ГОСТ 14254-86.

Она обозначается латинскими буквами IP (начальные буквы слов International Protection). Следующие за ними две цифры обозначают: первая цифра - степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями и попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел; вторая - степень защиты оборудования от проникновения внутрь оболочки воды. В табл. 3.1 приведены наиболее часто встречающиеся степени защиты оболочек электрооборудования, а в табл. 3.2 и 3.3 - определения степеней защиты оболочек.

Если для электрооборудования не требуется один из видов защиты или испытания по данному виду защиты не производятся, то в условном обозначении допускается проставлять знак "X" вместо цифрового обозначения. Например: IPX2, IP3X и т.д.

При выборе электрооборудования, устанавливаемого в пожароопасных зонах, необходимо учитывать также условия окружающей среды (химическую активность, атмосферные осадки и т.п.)(п. 7.4.11 ПУЭ).

*Таблица 3.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первая цифра -защита от проникновения и попадания посторонних тел | Вторая цифра - защита от проникновения воды | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | IP00 | IP01 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | IP10 | IP11 | IP12 | IP13 | - | - | - | - | - |
| 2 | IP20 | IP21 | IP22 | IP23 | - | - | - | - | - |
| 3 | IP30 | IP31 | IP32 | IP33 | IP34 | - | - | - | - |
| 4 | IP40 | IP41 | IP42 | IP43 | IP44 | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | IP54 | IP55 | IP56 | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | IP65 | IP66 | IP67 | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | IP68 |

*Таблица 3.2*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Первая цифра | Степень защиты изделия от попадания внутрь твердых посторонних тел | |
| Краткое описание | Определение |
| 0 | Защита отсутствует | Специальная защита отсутствует |
| 1 | Защита от твердых тел размером более 50 мм | Защита от проникновения внутрь оболочки, например, руки и от проникновения твердых тел размером свыше 50 мм |
| 2 | Защита от твердых тел размером более 12 мм | Защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной не более 80 мм и от проникновения твердых тел размером свыше 12 мм |
| 3 | Защита от твердых тел размером более 2,5 мм | Защита от проникновения внутрь оболочки инструментов, проволоки диаметром или толщиной более 2,5 мм и от проникновения твердых тел размером более 2,5 мм |
| 4 | Защита от твердых тел размером более1,0 мм | Защита от проникновения внутрь оболочки проволоки и от проникновения твердых тел размером более 1,0 мм |
| 5 | Защита от пыли | Проникновение пыли внутрь оболочки не предотвращено полностью. Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия |
| 6 | Пыленепроницаемость | Проникновение пыли предотвращено полностью |

Примечаниям. Оболочка изделий со степенью защиты, соответствующей первым цифрам 1-4, не допускает проникновения твердых тел правильной и неправильной формы размером, указанным в графе "Краткое описание", если размеры тела в трех взаимно перпендикулярных направлениях превышают указанные размеры.

2. Текст, приведенный в графе "Краткое описание", не должен быть применен для определения степени защиты.

3. Возможность применения степеней защиты 3 и 4 по первой цифре обозначения для изделий с отверстиями для слива конденсата и (или) вентиляционными отверстиями устанавливается в стандартах или технических условиях на изделия конкретных серий и типов.

*Таблица 3.3*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Степень защиты изделия от попадания воды | |
| Вторая цифра | Краткое описание | Определение |
| 0 | Защита отсутствует | Специальная защита отсутствует |
| 1 | Защита от капель воды | Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие |
| 2 | Защита от капель воды при наклоне до 15° | Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его оболочки на любой угол до 15° относительно нормального положения |
| 3 | Защита от дождя | Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали, не должен оказывать вредного действия на изделие |
| 4 | Защита от брызг | Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на изделие |
| 5 | Защита от водяных струй | Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не должна оказывать вредного действия на изделие |
| 6 | Защита от волн воды | Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия |
| 7 | Защита при погружении в воду | Вода не должна проникать в оболочку, погруженную в воду, при определенных давлении и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия |
| 8 | Защита при длительном погружении вводу | Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем.  Примечание. Для некоторых типов изделий допускается проникновение воды внутрь оболочки, но без нанесения вреда изделию |

Примечание. Текст, приведенный в графе "Краткое описание", не должен применяться для определения степени защиты.

В случае необходимости допускается дополнительной прописной буквой латинского алфавита указывать в стандартах или технических условиях на изделия конкретных серий и типов дополнительные данные.

Буквы S, М, или W должны использоваться только со следующими значениями:

S - испытано на проникновение воды, когда изделие не работает (например, неподвижная работа);

М - испытано на проникновение воды, когда изделие работает (например, вращающаяся машина);

W (следует сразу после IP) - изделие с таким обозначением предусмотрено для использования в особых климатических условиях при осуществлении дополнительной защиты конструкции изделия или в процессе эксплуатации.

Отсутствие дополнительных букв означает, что изделие соответствует данной степени защиты во всех нормальных условиях работы.

Обозначение степени защиты должно наноситься на оболочку изделия или на табличку с маркированными данными и устанавливаться в стандартах или технических условиях на изделия конкретных серий и типов. В этих же нормативных документах должен устанавливаться способ маркировки, когда одна часть оболочки имеет степень защиты, отличную от другой части.

**3.2. Классификация пожароопасных зон**

Класс пожароопасной зоны определяется технологами вместе с электриками проектной или эксплуатационной организации. Классы пожароопасных зон характерных производств должны содержаться в нормах технологического проектирования или в отраслевых перечнях производств по взрывопожароопасности.

Классификация пожароопасных зон приводится в гл. 7.4 ПУЭ и представлена в табл. 3.4

*Таблица 3.4*

|  |  |
| --- | --- |
| Класс пожароопасной зоны | Характеристика пожароопасной зоны |
| П-I | Пространство в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С (см. п. 7.3.12 [1]) |
| П-II | Пространство в помещениях, в которых имеется горючая пыль или волокна с нижним концентрационным пределом распространения пламени более 65 г/м3 к объему воздуха (см. п. 7.3.17 [1]) |
| П-IIа | Пространство в помещениях, в которых обращаются твердые или волокнистые, не переходящие во взвешенное состояние, горючие вещества, материалы |
| П-III | Пространство вне помещений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые, в том числе и волокнистые, горючие материалы |

**3.3. Выбор электрооборудования для пожароопасных зон**

**3.3.1. Электропроводки и кабельные линии**

В пожароопасных зонах для электропроводок рекомендуется применять провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами, не распространяющие горение, сертифицированные по пожарной безопасности в соответствии с НПБ 248-97 [34] и имеющие предел распространения горения при групповой прокладке ПРГП1. Провода и кабели с полиэтиленовой изоляцией и оболочками запрещены к применению. Изоляция проводников должна быть рассчитана на напряжение не ниже 660 В.

Допустимые способы прокладки проводов и кабелей и дополнительные требования к электропроводкам в пожароопасных зонах определяются по гл. 7.4 ПУЭ [1] (область применения некоторых из них приводится в табл. 3.5), при этом кабельная линия и электропроводка должны быть не распространяющими горение.

Требованию по нераспространению горения отвечают кабели и провода, которые прошли испытания при групповой прокладке по категории А (по ГОСТ 12176-89). В основном это кабели с оболочками из ПВХ, в которые добавлены различного рода антипирены. Марки этих кабелей имеют индекс "нг" (например, АВВГнг, КВВГнг, ТПВнг). Если кабельные изделия не отвечают требованию по нераспространению горения, то они должны быть защищены сертифицированными огнезащитными кабельными покрытиями (ОКП) или использоваться в электромонтажной арматуре (трубах, коробах и т. п.)

*Таблица 35*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид прокладки | Способ выполнения | | Провода | Кабели | |
| Открытая | Непосредственно по несгораемым конструкциям и поверхностям | | АТПРФ | ААГ, ААБнлГ, АВВГнг, АВРГнг, АНРГнг | |
| На изоляторах | | АПВ, АПРВ | - | |
| Открытая | | На тросе | - | | АВВГнг, АВРГнг |
| В стальных трубах | АПРВ, АПВ | | - |
| В коробах | АПВ, АПРВ | | ААШв, ААГ, АВВГ, АНРГ, АВРГ |
| На эстакадах (металлоконструкции, трубы, лотки и т. п.) |  | | АНРГ, АВРГ, АВВБГ, АНРБГ, АВРБГ, АВВГ |
| Скрытая | | В стальных трубах | АПРТо, АПВ АПРВ | | - |

Примечания: 1. При наличии специальных условий и требований вместо алюминиевых могут применяться провода и кабели с медными жилами аналогичной марки.

2. Применение кабелей со свинцовой оболочкой должно быть ограничено и определяться требованиями окружающей среды (например, химические цеха со средами, вредно влияющими на другие оболочки кабеля)

3. Суммарная площадь сечений кабелей (проводов) должна составлять не менее 30 % поперечного сечения короба.

Соединительные и ответвительные коробки, применяемые в электропроводках в пожароопасных зонах любого класса, должны иметь степень защиты оболочки не менее IP43. Они должны изготавливаться из стали или другого прочного материала. Пластмассовые части, кроме применяемых в групповой сети освещения, должны быть изготовлены из трудногорючей пластмассы.

Высокую пожарную опасность в пожароопасных зонах представляют частицы металла, образующиеся при КЗ в проводах.

Возможность загорания изоляции проводов при ухудшении их изоляционных свойств в трехпроводных сетях с нулевым защитным проводником может быть снижена с помощью устройств защитного отключения, позволяющих отключать поврежденный участок сети на стадии образования малых (непожароопасных) токов утечки. Применение УЗО в данном случае позволит снизить возможность образования зажигающих частиц при аварийных режимах в проводах и электрооборудовании в пожароопасных зонах.

Использование наряду с рабочим нулевым проводом дополнительного нулевого защитного проводника хотя и повышает надежность защиты человека от поражения электрическим током, в то же время значительно увеличивает вероятность однофазного короткого замыкания в электрических сетях и электрооборудовании без применения УЗО.

Расстояние от кабелей и защищенных изолированных проводов, прокладываемых открыто до мест открытого хранения горючих веществ, должно быть не менее 1 м.

Расстояние от ВЛ до пожароопасных зон, указанных в табл. 3.6, должно быть не менее указанных в табл. 3.7 с учетом высоты подвеса проводов и расчетной (для данного района) скорости ветра. Табл. 3.7 подготовлена по результатам научных исследований, проведенных во ВНИИПО.

*Таблица 3.6*

|  |  |
| --- | --- |
| Склады | Вместимость, площадь |
| Каменного угля, торфа, грубых кормов (сена, соломы), льна, конопли, хлопка, зерна | Более 1000т |
| Лесоматериалов, дров, щепы, опилок | Более 1000 м3 |
| Горючих жидкостей | Более 3000 м3 |
| Готовой продукции и оборудования в сгораемой упаковке | Более 1 га |

*Таблица 3.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота подвеса верхнего провода ВЛ от уровня земли, м | Наименьшее расстояние, м, при расчетной скорости ветра, м/с (районе по ветру) | | | | | | |
| 16(I) | 18(II) | 21(II) | 24(IV) | 27(V) | 30(VI) | 33(VII) |
| до 7 | 17 | 19 | 27 | 31 | 36 | 41 | 46 |
| 7,5 | 18 | 20 | 31 | 33 | 38 | 43 | 48 |
| 8 | 19 | 21 | 35 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 9 | 20,5 | 23 | 37 | 37 | 43 | 49 | 53 |
| 10 | 22 | 24 | 40 | 40 | 46 | 53 | 57 |

**3.3.2. Электродвигатели**

В пожароопасных зонах любого класса следует применять электродвигатели с классом напряжения до 10 кВ при условии, что они имеют степень защиты оболочки не менее указанной в табл. 3.8.

*Таблица 3.8*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид установки и условия работы | Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса | | | |
| П-I | П-II | П-IIа | П-III |
| Стационарно установленные машины, искрящие или с не искрящими частями по условиям работы | IP44 | IP54\* | IP44 | IP44 |
| Стационарно установленные машины, не искрящие и без искрящих частей по условиям работы | IP44 | IP44 | IP44 | IP44 |
| Машины с частями, искрящими и не искрящими по условиям работы, установленные на передвижных механизмах и установках (краны, тельферы, электротележки и т. п.) | IP44 | IP54\* | IP44 | IP44 |

\* До освоения электропромышленностью машин со степенью защиты IP54 допускается, при подтверждении многолетней безаварийной эксплуатации, применять электрические машины со степенью защиты IP44.

Дополнительные требования к выбору и применению электрических двигателей в пожароопасных зонах изложены в гл. 7.4 ПУЭ [1], а область применения и некоторые параметры электрических двигателей, используемых в проектной и эксплуатационной практике, приводятся в табл. 3.9 (см. также [20]).

Для целей электропривода чаще всего применяются асинхронные электродвигатели серий 4А, 4АМ, АИ и АИР.

Серия 4А является массовой серией асинхронных двигателей и охватывает диапазон номинальных мощностей от 0,06 до 400 кВт с синхронной скоростью вращения от 3000 до 500 об/мин. Серия включает основное исполнение, ряд модификаций и специализированные исполнения.

К электрическим модификациям серии 4А отнесены асинхронные электродвигатели с повышенным номинальным скольжением (4АС), многоскоростные, электродвигатели с частотой питания 60 Гц.

К конструктивным модификациям отнесены асинхронные двигатели с фазным ротором (4АК, 4АНК), малошумные, со встроенным электромагнитным тормозом, встраиваемые (4АВ), со встроенной температурной защитой, для моноблочных насосов.

Модификации исполнений с учетом условий окружающей среды - это асинхронные двигатели тропического исполнения, химически стойкие, сельскохозяйственного, влаго- и морозостойкого, пылезащищенного и рудничного исполнений.

К специализированным исполнениям асинхронных двигателей серии 4А отнесены высокочастотные двигатели, двигатели привода лифтов, частотно-управляемые и двигатели для привода деревообрабатывающих станков.

Электродвигатели основного исполнения являются трехфазными с короткозамкнутым ротором, имеют степень защиты IP44 или IP23.

Двигатели серии 4АМ являются модернизацией двигателей серии 4А. По номинальным значениям параметров, климатическим факторам окружающей среды, условиям эксплуатации и другим показателям они соответствуют асинхронным двигателям серии 4А и имеют степень защиты IP44.

Двигатели серии АИ являются новой унифицированной серией асинхронных двигателей и должны полностью заменить асинхронные двигатели серий 4А и 4АМ. Серия имеет шкалу мощностей, аналогичную серии 4А, от 0,025 до 400 кВт, степень защиты IP44 (IP54) и IP23 и синхронную частоту вращения от 3000 до 750 об/мин.

Освоен выпуск асинхронных двигателей серии АИР основного исполнения, мощностью от 0,37 до 30 кВт и степенью защиты IP44.

Серии асинхронных двигателей общего назначения А2 и АО2 в настоящее время сняты с производства, но в эксплуатации еще находится несколько миллионов таких двигателей мощностью от 0,6 до 100 кВт и степенью защиты оболочки IP44, IP23, с синхронной скоростью вращения от 3000 до 500 об/мин.

Примеры условных обозначений асинхронных двигателей серий 4А, 4АМ, АИР, А2 и АО2 приведены в табл. 3.9.

*Таблица 3.9*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Серия и типоразмер двигателя | Мощность, кВт | *Uн*, В | Степень защиты оболочки |
| 4АА50А2УЗ до 4А355М2УЗ | 0,09 до 31 5 | 220,380, 220/380, 380/660, 660 | IP44 |
| 4АН16034УЗдо 4АН355М4УЗ | 18,5 до 400 | IP23 |
| 4ААМ50А4УЗ до 4АМ250М4УЗ | 0,06 до 90 | IP44 |
| АИР71А4 до АИР180М4 | 0,55 до 30 | IP44 |
| А2-01-2УЗДО А2-92-4УЗ | 17 до 100 | IP23 |
| АОЛ2-21-6УЗдо АО2-92-2УЗ | 0,6 до 100 | IP44 |

Примечания.1 Все виды двигателей, указанные в таблице, имеют синхронную скорость вращения 1500 об/мин.

2 В серии двигателей 4А принята следующая система обозначений:

,

где 1 - название серии (4А); 2 - исполнение АД по способу защиты: буква "Н" -исполнение IP23, отсутствие буквы обозначает исполнение IP44; 3 - исполнение АД по материалу станины и щитов: А - станина и щиты алюминиевые; X - станина алюминиевая, щиты чугунные (или обратное сочетание материалов); отсутствие буквы - станина и щиты чугунные или стальные; 4 - высота оси вращения, мм (две или три цифры); 5 - условный размер по длине станины буква S, М или L (меньший средний или больший); 6 - длина сердечника: А - меньшая, В - большая при условии сохранения установочного размера, отсутствие буквы означает, что при определенном установочном размере выполняется сердечник только одной длины; 7 - число полюсов АД (одна или две цифры); 8 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69

**3.3.3. Аппараты управления и приборы**

В пожароопасных зонах электрические аппараты, приборы, шкафы и сборки зажимов могут применяться, если они имеют степени защиты оболочки не менее указанных в табл. 3.10 (табл. 7.4.3 [1]), при этом необходимо учитывать также и требования пп 7.4.21-7.4.25 [1].

Электроустановки запираемых складских помещений с пожароопасными зонами любого класса должны иметь аппараты для отключения силовых и осветительных сетей извне, независимо от наличия отключающих аппаратов внутри помещений. Отключающие аппараты должны быть установлены в ящике из несгораемого материала на несгораемом основании или на отдельной опоре, иметь приспособления для их опломбирования и должны быть доступны для обслуживания в любое время суток. При этом электропроводки систем пожарной сигнализации и пожаротушения, а также силовые сети электрооборудования, обеспечивающего требуемые климатические условия, отключаться не должны, и их рекомендуется прокладывать вне пожароопасных зон.

*Таблица 3.10*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид установок и условия работы | Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса | | | |
| П-I | П-II | П-IIа | П-III |
| Установленные стационарно на передвижных механизмах (краны, тельферы, электротележки и т. п.), искрящие по условиям работы | IP44 | IP54 | IP44 | IP44 |
| Установленные стационарно или на передвижных механизмах, не искрящие по условиям работы | IP44 | IP44 | IP44 | IP44 |
| Шкафы для размещения аппаратов и приборов. Коробки сборок зажимов силовых и вторичных цепей | IP44 | IP54\*  IP44\*\* | IP44 | IP44 |

\* При установке в них аппаратов и приборов, искрящих по условиям работы. До освоения электропромышленностью шкафов со степенью защиты оболочки IP54 допускается применять их со степенью защиты 1Р44, если это подтверждается многолетней безаварийной эксплуатацией.

\*\* При установке в них аппаратов и приборов, не искрящих по условиям работы.

В пожароопасных зонах складских помещений, а также в зданиях книгохранилищ (кроме специальных помещений, например буфетов) применение электронагревательных приборов запрещается.

**3.3.4. Светильники**

В пожароопасных зонах должны применяться светильники, имеющие степень защиты оболочки не менее указанной в табл. 3.11 (см. также пп. 7.4.32-7 4.35 [1], прил. 2) и прошедшие сертификационные испытания на пожарную безопасность по НПБ 249-97 [28]:

электроизоляционных и конструкционных материалов;

комплектующих элементов светильников и их узлов;

конструкции светильников в целом в характерных пожароопасных режимах.

*Таблица 3.11*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источники света, устанавливаемые в светильниках | Степень защиты светильников для пожароопасной зоны класса | | | |
| П-I | П-II | П-IIa, а также П-II при наличии местных нижних отсосов и общеобменной вентиляции | П-III |
| Пампы накаливания | IP53 | IP53 | 2'3 | 2'3 |
| Разрядные лампы высокого давления (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ) | IP53 | IP53 | IP23 | IP23 |
| Люминесцентные лампы | 5'3 | 5'3 | IP23 | IP23 |

Конструкция светильников с разрядными лампами высокого давления (РЛВД) типов ртутных ДРЛ, металлогалогенных ДРИ и натриевых ДНаТ должна исключать выпадение из них ламп.

Светильники с лампами накаливания должны иметь сплошное силикатное стекло, защищающее лампу Они не должны иметь отражателей и рассеивателей из горючих материалов, температура конструкционных элементов светильников не должна быть выше критической по НПБ 249-97.

В пожароопасных зонах любого класса складских помещений светильники с люминесцентными лампами не должны иметь отражателей, рассеивателей и защитных решеток из горючих материалов.

Электропроводка внутри светильников с лампами накаливания и РЛВД до места присоединения внешних проводников должна выполняться нагревостойкими проводами

Переносные светильники в пожароопасных зонах любого класса должны иметь степень защиты не менее IP54; стеклянный колпак светильника должен быть защищен металлической сеткой.

Независимые ПРА для светильников с лампами РЛВД в пожароопасных зонах всех классов заключаются в оболочки со степенью защиты не ниже IP44.

Многие типы светильников имеют открытые лампы, не защищенные от окружающей среды, или лампы, закрытые неуплотненными светопропускающими оболочками (рассеивателями). При этом корпуса светильников с расположенными в них электрическими контактами могут иметь незащищенное, пылезащищенное или пыленепроницаемое исполнение. В связи с этим ГОСТ 13828-74 [22] в обозначении защиты светильников с неизолированными от окружающей среды лампами исключает буквы IP (см. табл 3.1) и вводит штрих у цифры (табл. 3.11).

Дополнительные требования к светильникам и электрическому освещению в целом приводятся в разд. 6 ПУЭ-99 [23].

**3.4. Заземление и зануление электроустановок в пожароопасных зонах**

Общие понятия и определения, касающиеся устройств заземления и зануления, приведены в 1.6.

Электробезопасность в пожароопасных зонах должна обеспечиваться выполнением требований гл. 7.1 [1] к заземлению и занулению электроустановок.

**4. АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

**4.1. Общие сведения**

**Аппаратом защиты** называется аппарат, автоматически отключающий защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах (например, коротких замыканиях, перегрузках). Особую значимость аппараты защиты приобретают для защиты электрических сетей, машин и установок во взрывоопасных зонах. Так, в п. 7.3.94 ПУЭ указывается, что проводники силовых, осветительных и вторичных цепей в сетях до 1 кВ во взрывоопасных зонах классов B-I, B-Ia, B-II и В-IIa должны быть защищены от перегрузок и КЗ, а их сечения должны выбираться в соответствии с гл. 3.1 ПУЭ, но быть не менее сечения, принятого по расчетному току. Во взрывоопасных зонах классов B-Iб и B-Iг защита проводов и кабелей и выбор их сечений должны производиться как для невзрывоопасных установок

Выбор и применение аппаратов защиты во взрывоопасных зонах регламентируется требованиями гл.7.3, 7.4 и 3.1 ПУЭ.

Наиболее часто применяются такие аппараты защиты, как плавкие предохранители, воздушные автоматические выключатели (автоматы), реле и устройства защитного отключения (УЗО).

**4.2. Плавкие предохранители**

**Плавким предохранителем** называется устройство, которое при токе, превышающем допустимое значение, расплавляет плавкий элемент вставки, в результате чего размыкается электрическая цепь.

Плавкий предохранитель состоит из плавкой вставки, поддерживающего ее контактного устройства и корпуса (патрона).

Плавкие предохранители характеризуются следующими параметрами.

**Номинальное напряжение** *Uн.пр -* напряжение, указанное на предохранителе и соответствующее наибольшему напряжению сетей, в которых разрешается установка данного предохранителя.

**Номинальный ток предохранителя** *Iн.пр -* ток, указанный на предохранителе и равный наибольшему из номинальных токов плавких вставок. Номинальный ток предохранителя всегда должен быть больше или равен номинальному току плавкой вставки,

т. е. *Iн.пр* ≥ *Iн.вст*.

**Номинальный ток плавкой вставки** *Iн.вст* - ток, указанный на вставке, для которого она предназначена, при длительной работе.

**Предельный ток отключения при данном напряжении** *Iпр.пр* - наибольшее значение тока КЗ сети, при котором гарантируется надежная работа предохранителей, т. е. дуга гасится без каких-либо повреждений корпуса.

**Защитная (токовременная) характеристика предохранителя** - это зависимость времени полного отключения *τоткл* от отношения ожидаемого тока в цепи (тока КЗ или перегрузки) к номинальному току плавкой вставки, т. е.

*τоткл* = *f* (*I*/*Iн.вст*)

Технические характеристики ряда типов плавких предохранителей приводятся в табл. 4.1.

*Таблица 4.1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номинальный ток предохранителя *Iн.пр*, А | Номинальный ток плавкой вставки *Iн.вст*, А | Предельный ток отключения *Iпр.пр*, А, при напряжении, В | | |
|  |  |  | 220 | 380 | 500 |
| ПР-2 | 15 | 6, 10 и 15 | 1200 | 800 | 700 |
| 60 | 15, 20, 25, 35, 45, 60 | 5500 | 4500 | 3500 |
| 100 | 60, 80, 100 | 11000 | 11000 | 10000 |
| 200 | 100, 125, 160 и 200 | 11000 | 11000 | 10000 |
| 350 | 200, 225, 260, 300 350 | 11000 | 13000 | 11000 |
| 600 | 350, 430, 500, 600 | 15000 | 23000 | 20000 |
| НПН-15 | 15 | 6, 10 и 15 | Нет сведений | 10000 | Нет сведений |
| НПН-60М | 60 | 20, 25, 35, 45 и 60 | 10000 |
| НПН2-60 | 63 | 6, 10, 16, 20, 25, 31,5 40 и 63 | 10000 |
| ПН-2 | 100 | 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 | Нет сведений | 100000 | 50000 |
| 250 | 80, 100, 125, 160, 200 и 250 | 100000 | 40000 |
| 400 | 200, 250, 315, 355 и 400 | 40000 | 25000 |
| 630 | 315, 400, 500 и 630 | 25000 | 10000 |
| ПНБ-2 | 40 | 40 | Нет сведений | Нет сведений | 100000 |
| 60 | 60 |
| 100 | 100 |
| 150 | 150 |
| 200 | 200 |
| 300 | 250, 300 |
| 400 | 400 |
| 600 | 600 |
| Ц-27 | 25 | 6, 10, 15, 20 и 25 | Нет сведений | 600 | Нет сведений |
| Ц-33 | 60 | 15, 20, 25, 35, 60 | 1000 |
| ПП24 | 25 | 2, 4, 6,3, 10, 16, 20, 25 | 100000 |
| ПП17 | 1000 | 500, 630, 800, 1000 | 120000 |
| ПТ23 | 16 | 6, 10, 16 | 10000 | Нет сведений |
| ПТ26 | 31,5 | 20, 25, 31,5 | 10000 |
| ПР23 | 16 | 6,3, 10, 15 | 10000 |
| ПР26 | 31,5 | 20, 25, 31,5 | 10000 |

**4.3 Автоматические выключатели (автоматы)**

Ниже рассматриваются небыстродействующие автоматы с собственным временем отключения не менее 10 мс, получившие большое распространение в проектной и эксплуатационной практике.

Основным узлом, обеспечивающим автоматическое срабатывание автомата при ненормальных режимах, является расцепитель.

В зависимости от встраиваемых расцепителей максимального тока автоматы изготавливаются с электромагнитным расцепителем М, тепловым расцепителем Т и комбинированным расцепителем МТ (т. е. с электромагнитным и тепловым).

Автоматы характеризуются следующими параметрами.

**Номинальное напряжение *Uн.а*** *-* напряжение, соответствующее наибольшему номинальному напряжению сетей, в которых разрешается применять данный автомат.

**Номинальный ток *Iн.а*** *-* наибольший ток, на который рассчитаны токоведущие и контактные части автомата, равный наибольшему из номинальных токов расщепителя.

**Номинальный ток расщепителя** *Iн.эл.м*, *Iн.тепл* или *Iн.комб* - наибольший ток, на который рассчитан расцепитель автомата, равный наибольшему из номинальных токов расцепителя. При этом токе расцепитель не срабатывает.

**Ток уставки теплового расцепителя -** ток, на который отрегулирован тепловой расцепитель без срабатывания в длительном режиме работы. Например:

для автоматов с регулировкой тока уставки

*Iуст.тепл* = (0,6 - 1) *Iн.тепл*;

для автоматов без регулировки тока уставки

*Iуст.тепл* = *Iн.тепл*;

**Ток срабатывания (уставки) расцепителя** *Iср.эл.м*, *Iср.тепл* - наименьший ток, при котором срабатывает расцепитель автомата. Например:

для автомата с электромагнитным или комбинированным расцепителем

*Iср.эл.м* = (7 - 15) *Iн.эл.м*;

для автоматов с тепловым расцепителем без регулировки тока уставки

*Iср.тепл* = (1,25 – 1,45) *Iн.тепл*;

для автоматов с тепловым разделителем с регулировкой тока уставки

*Iср.тепл* = (1,25 – 1,33) *Iуст.тепл*.

**Предельный ток отключения при данном напряжении** *Iпр.а* - наибольшее значение тока КЗ сети, при котором гарантируется надежная работа автомата.

**Защитная характеристика автомата -** это зависимость полного времени отключения цепи от отношения тока в расцепителе к номинальному току разделителя:



Технические данные ряда автоматических выключателей приводятся в табл. 4.2-4.6.

*Таблица 4.2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный ток расцепителя, А, автомата АП-50-3МТ | Расцепитель | | | Допустимое значение тока КЗ при 380 В и cos ϕ = 0,5  *Iпр.а*, А | Полное время отключения, с |
| Тепловой | | Электромагнитный, с током мгновенного срабатывания (отсечки) *Iср.эл.м*, А |
| Время срабатывания при перегрузках | |
| 1,35 *Iн.тепл* | 6 *Iн.тепл* |
| 1,6 |  |  | 11 | 300 | 0,017 |
| 2,5 |  |  | 17,5 | 400 |
| 4 |  |  | 28 | 600 |
| 6,4 | Не |  | 45 | 800 |
| 10 | более | От1 до 10 с | 70 | 2000 |
| 16 | 30 мин |  | 110 | 2000 |
| 25 |  |  | 175 | 2000 |
| 40 |  |  | 280 | 2000 |
| 50 |  |  | 350 | 2000 |

*Таблица 4.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выключатель | | Число | *Iн.а* | Токи расцепителя, А | | | *Iпр.а*,А, при напряжении, В | | |
| Тип | Модификация | полюсов |  | *Iн.тепл* | *Iн.эл.м* | *Iср.эл.м* | 220 | 350 | 500 |
| А3161 | Отсутствует | 1 |  | 15 | - | - | 2500 | 2000 | - |
|  |  |  |  | 20 | - | - | 3000 | 2500 | - |
| А3162 |  | 2 | 50 | 25 | - | - | 3500 | 3000 | - |
|  |  |  |  | 30 | - | - | 4000 | 3500 | - |
| А3163 |  | 3 |  | 40 | - | - | 4500 | 4000 | - |
|  |  |  |  | 50 | - | - | 5000 | 4500 | - |
|  |  |  |  |  |  |  | (для | (для |  |
|  |  |  |  |  |  |  | А3163) | А3163) |  |
|  | А3113/1 | 2 |  | 15 | 15 | 150 | 4000 | 3200 | 2500 |
|  |  |  |  | 20 | 20 | 200 | 5000 | 4000 | 3200 |
| А3114 |  |  | 200 | 25 | 25 | 250 | 6500 | 5000 | 4000 |
|  |  |  |  | 30 | 30 | 300 | 9000 | 7000 | 6000 |
|  | А4114/1 | 3 |  | 40 | 40 | 400 | 10000 | 8500 | 7000 |
|  |  |  |  | 50 | 50 | 500 | 12000 | 10000 | 8000 |
|  |  |  |  | 60 | 60 | 600 | 13000 | 11000 | 9000 |
|  |  |  |  | 80 | 80 | 800 | 14000 | 11500 | 9500 |
|  |  |  |  | 100 | 100 | 1000 | 15000 | 12000 | 10000 |
| A3120 | А3123 | 2 |  | 15 | 15 | 430 | 7000 | 5500 | 4000 | |
|  |  |  |  | 20 | 20 | 430 | 7500 | 6000 | 5000 | |
|  |  |  |  | 25 | 25 | 600 | 11000 | 9000 | 7000 | |
|  |  |  | 100 | 30 | 30 | 600 | 12000 | 10000 | 8000 | |
|  |  |  |  | 40 | 40 | 800 | 15000 | 13000 | 10000 | |
|  | A3124 | 3 |  | 50 | 50 | 800 | 22000 | 19000 | 14000 | |
|  |  |  |  | 60 | 60 | 800 | 23000 | 20000 | 15000 | |
|  |  |  |  | 80 | 80 | 800 | 26000 | 22000 | 16000 | |
|  |  |  |  | 100 | 100 | 800 | 30000 | 23000 | 18000 | |
|  | A3133 | 2 |  | 120 | 120 | 840 | 20000 | 19000 | 14000 | |
| А3130 |  |  | 200 | 150 | 150 | 1050 | 30000 | 23000 | 18000 | |
|  | А3334 | 3 |  | 200 | 200 | 1400 | 35000 | 30000 | 25000 | |
|  | А3143 | 2 |  | 250 | 250 | 1750 | 35000 | 32000 | 32000 | |
|  |  |  |  | 300 | 300 | 2100 | 40000 | 35000 | 35000 | |
| А3140 |  |  | 600 | 400 | 400 | 2800 | 40000 | 35000 | 35000 | |
|  | А3144 | 3 |  | 500 | 500 | 3500 | 50000 | 50000 | 40000 | |
|  |  |  |  | 600 | 600 | 4200 | 50000 | 50000 | 40000 | |

*Таблица 4.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Серия | Тип (по исполнению) | Тип расце-  пителя | Номиналь-  ный ток автомата  *Iн.а*, А | Номиналь-  ные токи расце-  пителей  *Iн.тепл.*, *Iн.эл.м*, А | Ток срабаты-  вания теплового расцепителя  *Iср.тепл,* A | Ток срабаты-  вания электро-  магнитного расцепителя  *Iср.эл.м*, А | Предельная отключающая способность автомата  *Iпр.а*, А |
| АЕ1000 | АЕ1031-11  АЕ1031-21  АЕ1031-31  АЕ1031-41  АЕ1031-51 | Комбини-  рованный | 25 | 6; 10; 16; 25 | 1,5 *Iн.расц* | (12-18) *Iн.расц* | 2000 |
| АЕ1031-12  АЕ1031-22  АЕ1031-32  АЕ1031-42  АЕ1031-52 | Тепловой | 25 | 6; 10: 16; 25 | 1,5 *Iн.расц* | - | 1000 |
| АЕ1031-13  АЕ1031-23  АЕ1031-33  АЕ1031-43  АЕ1031-53 | Электро-  магнитный | 25 | 6; 10; 16; 25 | - | (12-18) *Iн.расц* | 1000 |
| АЕ2000 | AE2033 | Электро-  магнитный | 25 | 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | 1,25 *Iн.расц* | 3*Iн.расц* или 12*Iн.расц* | 3000 |
| AE2036 | Комбини-  рованный | 25 | 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | 1,25 *Iн.расц* | 3*Iн.расц* или 12*Iн.расц* | 3000 |
| AE2053 | Электро-  магнитный | 100 | 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100 | - | 3*Iн.расц* или 12*Iн.расц* | 6000 |
| AE2056 | Комбини-  рованный | 100 | 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100 | 1,25 *Iн.расц* | 3*Iн.расц* или 12*Iн.расц* | 6000 |

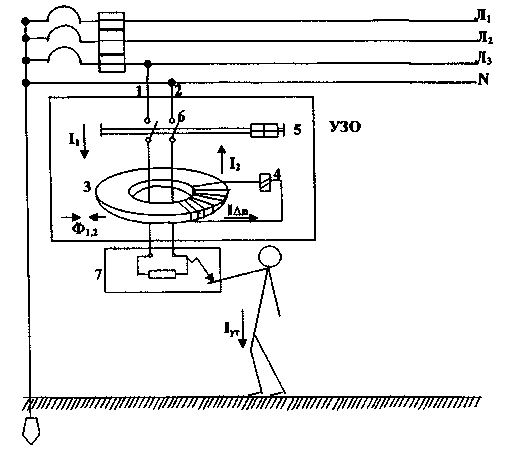
*Таблица 4.5*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный ток, А, автомата А3713Б | Номинальный ток полупроводникового расцепителя, А | Номинальное напряжение, В | Ток срабатывания теплового расцепителя, кратный *Iн* | Уставка по току мгновенного срабатывания, кратная *Iн* | Предельная коммутационная способность, кА |
| 32 | 16, 20, 25, 32 | ~660 | 1,25 | 3,5,7,10 | 14 |
| 40 | 20, 25, 32, 40 | 18 |
| 80 | 40, 50, 63, 80 | 35 |
| 160 | 80, 100, 125, 160 | 40 |
| 32 | 16, 20, 25, 32 | ~380 | 1,25 | 3,5,7,10 | 14 |
| 40 | 20, 25, 32, 40 | 18 |
| 80 | 40, 50, 63, 80 | 35 |
| 160 | 80, 100, 125, 160 |

*Таблица 4.6*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип и номинальный ток, А, автоматов серии ВА | Номинальный ток расцепителей максимального тока, А | Номинальное напряжение, В | Число полюсов | Ток срабатывания теплового расщепителя, кратный *Iн* | Уставка по току мгновенного срабатывания кратная *Iн* | Предельная коммутационная способность, кА при напряжении 380 В |
| ВА 51-21  25 | 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | ~380  ~660 | 2,3 | 1,35 | 10,0 | 3,8 |
| ВА-16  25 | 6,3; 10; 16; 20; 25 | ~380 | 1 | 1,35 | 14 |  |
| ВА14М  32 | 6, 8, 10, 16 | ~380  -110 | 1,2,3,2 | 1,35 | 10  16 |  |
| ВА51Г-25  25 | 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,8; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | ~380  -660 | 2,3 | 1,20 | 14,0 | 3,0 |
| ВА51-31-1  100, 160 | 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 | ~380  -110 | 1 | 1,35 | 3; 7; 10;  3; 7 | 8,0  8,0 |
| ВА51-31  100, 160 | 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 | ~660  ~380  -220 | 2,3 | 1,35 | 3; 7; 10  3; 7; 10  3;7 | 5,0  10,0  20,0 |
| ВА51Г-31  100, 60 | 16; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 | ~660  ~380 | 3 | 1,2 | 14 | 4,0  7,0 |
| ВА52-31  100,160 | 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 | ~660  ~380 | 3 | 1,35 | 3; 7; 10 | 12,0  25,0 |
| ВА52Г-31  100, 160 | 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 | ~660  ~380 | 3 | 1,2 | 14 | 10,0  25,0 |
| ВА51-33  100, 160 | 80; 100; 125; 160 | ~660  ~380 | 2,3 | 1,25 | 10 | 9,0  12,5 |
| ВА51 Г-33  100, 160 | 80; 100; 125; 160 | ~660  ~380 | 3 | 1,2 | 14 | 9,0  12,5 |
| ВА52-33  100,160 | 80; 100; 125; 160 | ~660  ~380 | 3 | 1,25 | 10 | 12,0  35,0 |
| ВА52Г-33  100, 160 | 80; 100; 125; 160 | ~660  ~380 | 3 | 1,2 | 14 | 12,0  35,0 |

Примечание ~ Переменный ток, - постоянный ток



*Рис. 4.1. Схема электроустановки* с УЗО

*1, 2- прямой и обратный проводники; 3 - дифференциальный трансформатор тока;*

*4 - магнитоэлектрическая защелка; 5 - механизм расцепителя; 6 - контактная система;*

*7 – нагрузка; Л1, Л2, Л3 - линейные проводники; N - рабочий и защитный нейтральный (нулевой) проводник*

Методика выбора аппаратов защиты и оценка соответствия их номинальных параметров условиям надежности защиты электрических сетей и установок от токов перегрузки и КЗ приводится в работе [9].

**4.4. Устройство защитного отключения (УЗО)**

УЗО предназначено для обеспечения электрической и пожарной безопасности в бытовых и промышленных электроустановках.

Конструкция УЗО обеспечивает быстрое отключение защищаемой электроустановки от сети при протекании тока через тело человека Если ток утечки на землю возникает в результате разрушения изоляции, то УЗО можно рассматривать и как устройство для обеспечения пожарной безопасности

**4.4.1. Элементы конструкции и принцип действия УЗО**

Основными элементами конструкции УЗО (рис 4 1) являются дифференциальный трансформатор тока *3*; чувствительный элемент - магнитоэлектрическое реле-защелка *4*; механизм расцепителя *5* с контактной системой *6*

Функционально УЗО определяется как быстродействующий защитный выключатель реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке (рис. 4.1)

В нормальном режиме при отсутствии дифференциального тока (тока утечки) - рабочие токи нагрузки *7* в прямом и обратном проводниках дифференциального трансформатора *3* равны по величине и направлены навстречу друг другу. Соответственно эти токи создают равные по величине встречнонаправленные магнитные потоки Ф1 и Ф2, в результате чего ток во вторичной обмотке равен нулю и не вызывает срабатывания чувствительного элемента - магнитоэлектрической защелки *4.*

При возникновении дифференциального тока *IΔn* например, при пробое изоляции на корпус заземленного электроприемника, при прикосновении человека к открытым токопроводящим частям баланс токов в прямом и обратном проводниках, а следовательно, и магнитных потоков нарушается и во вторичной обмотке появляется трансформированный дифференциальный ток небаланса, который вызывает срабатывание защелки 4. Она действует, в свою очередь, на механизм расцепителя *5*, а он приводит в действие контактную систему *6*, и защищаемая цепь обесточивается

Конструкции УЗО разделяются на две категории

УЗО, функционально не зависящие от напряжения питания (электромеханические). Источником энергии, необходимой для функционирования (выполнения операции отключения), является сам сигнал - дифференциальный ток, на который оно реагирует.

УЗО, функционально зависящие от напряжения питания (электронные). Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника.

Область применения устройств, функционально зависящих от напряжения питания, ограничена в силу их меньшей надежности, подверженности воздействию внешних факторов и др.

Расширение электрических сетей с нулевым защитным проводником требует обязательного применения УЗО в целях защиты электропроводок и электрооборудования от возгорания. Использование нулевого защитного проводника в сетях зданий без УЗО повышает их пожарную опасность вследствие возможности возникновения короткого замыкания фазного провода на заземляющий проводник электрической сети или внешние заземленные поверхности электрооборудования с оболочкой класса I.

**4.4.2. Термины и определения**

Согласно ГОСТ Р 50807-95 [33] нормируются следующие параметры УЗО.

**Номинальное напряжение -** указанное изготовителем действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО.

**Номинальный ток нагрузки -** указанное изготовителем значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы.

**Номинальный отключающий дифференциальный ток -** значение дифференциального тока, которое вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

**Номинальный неотключающий дифференциальный ток -** наибольшее значение дифференциального тока, которое не вызывает отключения УЗО при заданных условиях эксплуатации.

**Сверхток** - ток, значение которого превосходит наибольшее рабочее значение тока.

**Предельное значение неотключающего сверхтока -** минимальное значение неотключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух- и четырехполюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырехполюсных УЗО.

**Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) -** действующее значение ожидаемого тока, который УЗО способно включать, пропускать в течение времени своего размыкания и отключать при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

**Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току -** действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое УЗО способно включать, пропускать в течение своего размыкания и отключать при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

**Номинальный условный ток короткого замыкания (ток термической стойкости)** - указанное изготовителем действующее значение ожидаемого тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий - плавкой вставкой с номинальным током, равным току нагрузки УЗО.

**Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания** - действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий при заданных условиях эксплуатации без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

**Время отключения (время срабатывания) -** промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока и моментом завершения срабатывания данного устройства до полного гашения дуги.

**4.4.3. Параметры УЗО**

Конкретная модификация УЗО выбирается на основе электротехнического расчета нормальных и аварийных режимов работы электроустановки.

Технические требования и параметры УЗО на основе ГОСТ Р 50807-95 и НПБ 243-97 [32] приведены в табл. 4.7.

*Таблица 4.7*

|  |  |
| --- | --- |
| Технический параметр | Значение параметра |
| Номинальное напряжение *Un, В* | 220, 380 \* |
| Номинальный ток нагрузки *In*, А | 6, 16, 25, 32, 40, 63, 80, 100, 125, 200\* |
| Номинальный отключающий дифференциальный ток (ток утечки) *IΔn*, мА | 10, 30, 100, 300, 500\* |
| Номинальный неотключающий дифференциальный ток *IΔno*, мА | 0,5*IΔн* |
| Предельное значение неотключающего сверхтока *Inm*, A | 6*In* |
| Номинальная включающая и отключающая (коммутационная) способность *Im*, A | 10*In* или 500 А (выбирается большее значение) |
| Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току *IΔm*, А | 10*In* или 500 А (выбирается большее значение) |
| Номинальный условный ток короткого замыкания *Inc*, А | 1500, 3000, 6000, 10000 |
| Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания *IΔc*, А | 1500, 3000, 6000, 10000 |
| Номинальное время отключения *Тн*\*\*, с | 0,3 при *IΔn*,  0,15 при 2*IΔn*,  0,04 при 5*IΔn* или при 500 А |

\* В зависимости от модификации устройства.

\*\* *Тн -* заданы для любого-рабочего тока, не превышающего номинальный.

**4.4.4. Выбор типа и параметров УЗО**

УЗО должно отключать защищаемую часть электроустановки при появлении в ней синусоидального переменного или пульсирующего постоянного (в зависимости от модификации) тока утечки, превышающего 0,5 номинального отключающего дифференциального тока.

Уставка (номинальный дифференциальный отключающий ток) УЗО выбирается на основе критериев электробезопасности с учетом тока нагрузки. Рекомендуемые значения уставки приведены в табл. 4.8.

*Таблица 4.8*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид потребителя | Номинальный ток уставки УЗО в зоне защиты, мА, при токе нафузки, А | | | | |
| 16 | 25 | 40 | 63 | 80 |
| Одиночный потребитель | 10 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Группа потребителей | 30 | 30 | 30  (100) | 100 | 300 |
| На главном вводе (ВРУ, ВРЩ) | 300 | 300 | 300 | 300 | 500 |

В ряде случаев, для определенных потребителей значение уставки задается нормативными документами.

Стандартные значения максимального времени отключения при любом рабочем токе нагрузки не должны превышать значений, приведенных в табл. 4.8.

Схема включения УЗО должна предусматривать установку последовательно с УЗО защитного устройства от сверхтоков (автоматический выключатель, плавкая вставка), отвечающего соответствующим стандартам. При этом номинальный ток УЗО должен быть равен или быть на ступень выше номинального тока защитного устройства от сверхтоков.

В некоторых случаях, например для одиночных потребителей электроэнергии, целесообразно применять комбинированное УЗО, т.е. УЗО со встроенной защитой от сверхтоков и перегрузки.

В настоящее время выпускаются УЗО двухполюсные (для однофазных электроустановок) и четырехполюсные (для трехфазных электроустановок).

Некоторые виды отечественных УЗО и их параметры представлены в табл. 4.9.

*Таблица 4.9*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Тип устройства защитного отключения | | | | |
| УЗО-22 | ВАД-11 | Д-АС | М304 | Астро\*УЗО |
| Номинальное напряжение, В | 220 | | | 220/380 | |
| Частота, Гц | 50 | 50; 60 | 50 | 50 | 50 |
| Номинальный ток нагрузки, А | 6,3; 10; 16; 25; 32; 40 | 6; 40 | 6; 10; 16; 25; 32 | 16; 25; 40; 63 | |
| Номинальное значение дифференциального отключающего тока, мА | 10; 30 | 10; 30; 100 | 10, 30, 100, 300 | 10; 30 | 10; 30; 100; 300 |
| Максимальное время отключения при номинальном дифференциальном токе, мс | 40 | 10 | 40 | 30 | 30 |
| Рабочая температура, °С | От -10 до +40 | От -5 до +40 | От -5 до +40 | От -25 до +40 | От -20 до +45 |
| Зависимость от колебаний напряжения сети | Не зависит | | | | |
| Потребность в источнике питания | Требуется | | | Не требуется | |
| Тип расцепителя | Электронно-магнитный | | | Электромеханический | |

**4.4.5. Селективность работы УЗО**

Для обеспечения требований селективной работы нескольких УЗО в радиальных схемах электроснабжения необходимо учитывать следующие факторы.

В силу очень высокого быстродействия УЗО практически невозможно обеспечить селективность действия УЗО по току при значениях уставок 10, 30, 100 мА. В этом диапазоне уставок селективность работы УЗО может быть обеспечена благодаря применению модификаций УЗО с выдержкой времени (УЗО с индексом S), имеющих задержку срабатывания 10-20 мс.

Селективность срабатывания по току утечки на землю может быть обеспечена при применении на вводе - в качестве головного - УЗО с уставками 300, 500 мА и на отходящих линиях (группах) - УЗО с уставками 10, 30 мА.

**4.4.6. Требования пожарной безопасности**

Конструкция УЗО должна обеспечивать его пожарную безопасность как в нормальном режиме работы, так и при возникновении неисправностей и нарушении правил эксплуатации.

При оценке пожарной опасности УЗО следует определить его показатели в соответствии с НПБ 243-97. Результат положительной оценки подтверждается сертификатом пожарной безопасности.

Показатели пожарной опасности определяют путем прямых испытаний стандартных образцов УЗО, а также конструкционных и электроизоляционных материалов или образцов из состава деталей, комплектующих УЗО.

Конструкция УЗО должна исключать появление в процессе функциональных испытаний, а также испытаний на пожарную опасность пламени, дыма, размягчения и оплавления конструкционных материалов.

Не допускается применение УЗО для электроустановок, внезапное отключение которых может привести по технологическим причинам к возникновению ситуаций, опасных для пользователей (например, к отключению пожарной, охранной сигнализации и т. п.).

**4.5. Тепловые реле**

Тепловые реле обычно применяют для защиты электродвигателей от опасного нагрева при длительных перегрузках (рабочий период не менее 30 мин).

Тепловые реле используют обычно и для защиты электродвигателей от работы на двух фазах. В этих случаях применяют два одноэлементных тепловых реле или одно двухэлементное.

Тепловые реле имеют следующие параметры.

**Номинальное напряжение реле** *Uн.p. -* наибольшее из номинальных напряжений сетей, в которых допускается применять данное реле.

**Номинальный ток реле** *I*н.р. - наибольший длительный ток, который не вызывает срабатывания реле.

**Номинальный ток нагревателя** *Iн.нагр -* наибольший длительный ток, при котором реле с данным нагревателем не срабатывает (для реле со сменными нагревателями).

**Номинальный ток уставки реле (для реле с регулятором)** *Iн.уст.р.* - наибольший длительный ток, который при данной настройке реле не вызывает срабатывания.

Обычно *Iн.уст.р.* =(0,6 - 1*)Iн.нагр*

*Таблица 4.10*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пускатель | | | Наибольшая мощность управляемого электродвигателя, кВт, при напряжении, В | | | Ток уставки тепловых реле, А | | |
| Тип | Величина | Номи-  нальный ток, А | 220 | 380 | 500 | Номи-  нальный ток, А | Нулевая уставка (номин. ток нагревательного элемента) | Диапазон уставок |
| ПМЕ-222 | 2 | 25 | 5,5 | 10 | 10 | 6,25  7,87  10,0  12,5  15,6  20,0  25,0 | 5  6,3  8  10  12,5  16  20 | 3,75-6,25  4,72-7,87  6-10  7,5-12,5  9,38-15,6  12-20  15-25 |
| ПА-322 | 3 | 40 | 7 | 13 | 17 | 40 | 32 | 24-40 |
| ПА-422 | 4 | 56 | 13 | 20 | 28 | 56 | 44 | 33-56 |
| ПА-522 | 5 | 115 | 23 | 55 | 55 | 115 | 104 | 78-115 |
| ПА-622 | 6 | 140 | 40 | 75 | 75 | 140 | 126 | 94-140 |

Примечаниям: 1. Нулевая уставка - уставка в нулевом положении указателя шкалы теплового реле.

2 Регулировка тока уставки реле плавная и производится регулятором уставки. Шкала регулятора тока уставки имеет по пять делений влево (минус) и вправо (плюс) от нулевой риски шкалы. Каждое деление шкалы соответствует примерно 5 % номинального тока нагревательных элементов (тока нулевой уставки) для пускателей открытого исполнения и 5,5 % - для защищенного исполнения.

3. Для магнитных пускателей серии ПА 4, 5 и 6-й величин (с тепловым реле без термокомпенсации) при температуре окружающей среды ниже +30 °С вносится поправка в пределах шкалы реле.

*Таблица 4.11*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина пускателя | Тип реле | Номинальный ток реле, А | Номинальный ток теплового реле, А, при +25 °С (положение регулятора уставки на нуле) | Предел регулирования номинального тока уставки |
| 1 | ТРН-8 или ТРН-10 | 10 | 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4;5; 6,8; 8; 10 | От 0,75*Iн* до 1,3*Iн* |
| 2 | ТРН-20 или ТРН-25 | 25 | 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | От 0,74*Iн* до 1,3*Iн* |
| 3 | ТРН-32 или ТРН-40 | 40 | 16; 20; 25; 32; 40 | От 0,75*Iн* до 1,3*Iн* |
| 4 | ТРП-60 | 60 | 25; 30; 40; 50; 60 | От 0,75*Iн* до1,25*Iн* |
| 5 | ТРП-150 | 150 | 50; 60; 80; 100 | От 0,75*Iн* до1,25*Iн* |
| 6 | ТРП-150 | 150 | 100; 120; 150 | От 0,75*Iн* до 1,25*Iн* |

Для реле с регулятором значения *Iн.р* и *Iн.нагр* соответствуют нулевому (среднему) положению поводка регулятора (току нулевой уставки).

В настоящее время применяют тепловые реле серий ТРП, ТРН, ТРА, ТРВ, ТРГ, ТРТ.

При выборе тока тепловых реле (например, для магнитных пускателей серии ПМЕ и ПА) следует руководствоваться данными табл. 4.10 и 4.11.

**5. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТЬ (ЭСИБ) И ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

**5.1. Основные положения**

Опасность статической электризации и ее разнообразных проявлений сопряжена с разрядами статического электричества и их способностью зажигать горючие газы, пары или пыли в среде воздуха.

Наряду со специфичными техническими решениями, предусматривающими предупреждение образования взрывоопасных смесей и возникновение загораний, пожаров и взрывов, разрабатываются и применяются устройства, способы и средства защиты от опасных проявлений статического электричества (см. табл. 5.1). Мероприятия по защите от статического электричества должны осуществляться во взрывопожароопасных зонах помещений и зонах наружных взрывоопасных установок, отнесенных к классам B-I, B-Ia, B-Iб, B-Iг, B-II, В-IIa, П-I, П-II. Защите подлежат: человек (см. табл. 5.2) или биологические объекты; объекты, чувствительные к зажигающему или инициирующему взрыв воздействию разрядов статического электричества; объекты, подлежащие защите от пробоя или появления дефектов от разрядов статического электричества, а также объекты, необходимость защиты которых вызвана технологическими причинами. Разрабатываются способы и устройства, позволяющие обеспечивать нормальный ход производства или технологического процесса, ослаблять силовые проявления электростатических полей, устранять дефекты продукции, воздействие разрядов на светочувствительные материалы, снижать скорость старения и загрязнения декоративных поверхностей и т. п.

*Таблица 5.1*

|  |  |
| --- | --- |
| Опасные проявления статического электричества | Система и критерии безопасности |
| Пожаро- и взрывоопасность | Электростатическая искробезопасность (ЭСИБ). Снижение риска зажигания, взрыва, пожара или ущерба до нормируемого значения |
| Опасное воздействие на человека | Санитарные нормы. Ограничение времени пребывания на рабочем месте. Исключение нежелательных воздействий разрядов на человека |
| Помехи в радиосвязи | Сертификация радиотехнической продукции на помехозащищённость от разрядов статического электричества |

*Таблица 5.2*

|  |  |
| --- | --- |
| Вид средств защиты | Перечень средств защиты |
| Средства индивидуальной защиты | Антиэлектростатическая одежда и обувь, средства защиты рук, антиэлектростатические кольца и браслеты |
| Средства коллективной защиты | Заземляющие устройства и полы; индукционные, высоковольтные, лучевые и аэродинамические нейтрализаторы; распылительные, испарительные и холодильные увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества, вводимые в объём материала или наносимые на поверхность, экранирующие устройства, козырьки и перегородки, ослабляющие напряжённость поля на рабочем месте |

При разработке и применении средств и способов пожаротушения важно учитывать также требования ЭСИБ, санитарные нормы по предупреждению нежелательного воздействия процессов электризации на человека, возможность пробоя или появления нежелательных электростатических нагрузок на стенки из неметаллических материалов, помех радиосвязи, создаваемых разрядами статического электричества.

**5.2. Условия электризации и предельные параметры процессов электризации**

*Таблица 5.3*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характер электризации | Параметр | Применение |
| Электризация без возникновения разрядов в газе | Разность потенциалов в разрядных промежутках не превосходит 300 В | Определяет требования к сопротивлению устройств и средств заземления |
| Электризация без возникновения разрядов, связанных с частичным или полным нарушением электрической прочности диэлектриков в жидкой или твердой фазе | Напряженность электростатического поля в твердом или жидком диэлектрике существенно меньше его электрической прочности | Определяет требования к ограничению зажигающей способности разрядов с этического электричества в газе или к ограничению области применения продукции |
| Электризация, не исключающая возникновение разрядов, связанных с частичным или полным нарушением электрической прочности диэлектриков в жидкой или твердой фазе | Напряженность электростатического поля в твердом или жидком диэлектрике соизмерима с его электрической прочностью | Определяет требования к ограничению зажигающей способности разрядов статического электричества, связанных с частичным или полным нарушением электрической прочности жидких или твердых диэлектриков |

*Таблица 5.4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Процесс электризации (примеры) | Параметр и значение | Применение |
| Протирка диэлектрических поверхностей сухой бязью | Ток электризации человека до 0,6 мкА | Определяет требования к сопротивлению заземляющих устройств |
| Работа с углекислотным огнетушителем | Ток электризации человека до 100 мкА |
| Процессы статической электризации в среде воздуха | Ток электризации в технологических процессах до 100 мкА | Определяет требования к сопротивлению заземляющих устройств |
| Ток электризации человека в бытовых условиях до 1 мкА |
| Предельные значения параметров, характерных для процессов электризации в среде воздуха | Напряжённость поля  *Елр* = 3·106 В/м | Учитываются при разработке и оценке эффективности средств защиты и при оценке соответствия объекта требованиям ЭСИБ |
| Поверхностная плотность зарядов σ*пр* = 26,4 мкКл/м2 |
| Плотность тока контактной электризации *jnp* = 100 мкА/м2 |
| Объемная плотность энергии поля *Wvпр* = 40 Дж/м3 |
| Объемная мощность процессов электризации (электростатического генерирования) *Nvnp* =300 Вт/м3 |

Система ЭСИБ учитывает условия электризации (табл. 5.3 и 5.4), чувствительность к зажигающему воздействию разрядов (табл. 5.5 и 5.6), состояние объекта защиты табл. (5.7-5.9) и параметры разрядов (табл. 5.10-5.13).

**5.3. Чувствительность к зажигающему воздействию разрядов**

Чувствительность веществ и материалов к зажигающему воздействию разрядов статического электричества характеризуется: безопасным экспериментальным максимальным зазором (БЭМЗ или *S*0) или критическим расстоянием *Iкр* и температурой самовоспламенения *Тсв*, минимальной энергией зажигания *Wмин,* минимальным зарядом зажигания *qмин,* минимальной линейной плотностью энергии зажигания *WLмин*.

**5.4. Зажигающая способность разрядов статического электричества**

Зажигающая способность разряда статического электричества может зависеть: от энергии разряда *Ws*,Дж; заряда в униполярном импульсе разрядного тока *qs*,Кл; геометрических параметров объекта, включая радиус кривизны проводящей поверхности *Rs*, м, на которую происходит разряд; характеристического линейного размера заряженной свободной диэлектрической поверхности *Ls,* м, и характеристического линейного размера *Is*, м, полости со стенками из электропроводящего заземленного материала; максимального потенциала наэлектризованной диэлектрической среды *Vs,* В.

**5.5. Критерии электростатической искробезопасности**

Электростатическую искробезопасность (ЭСИБ) объекта можно определить, сравнивая его параметры с критериальными (с подстрочным индексом "с") значениями, указанными в табл. 5.5. При этом параметр разряда с индексом s не должен превосходить критериальное значение, что предполагает соблюдение условия "... s" ≤ "... с".

*Таблица 5.5*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Чувствительность объекта к зажиганию *Wмин*,мДж | Критерии ЭСИБ | | | | | |
| *Wc,* мДж | *qс*, мкКп | *Rc,* мм | *Iс*, м | *Lc,* м | *Vc*, кВ |
| 0,18 | 0,07 | 0,036 | 2,5 | 0,02 | 0,02 | 14,3 |
| 0,30 | 0,12 | 0,052 | 3,3 | 0,06 | 0,03 | 17,5 |
| 1,00 | 0,40 | 0,16 | 6,5 | 0,28 | 0,10 | 29,5 |
| 2,00 | 0,80 | 0,31 | 8,5 | 0,36 | 0,13 | 36,6 |
| 3,00 | 1,20 | 0,44 | 10,0 | 0,41 | 0,15 | 42,0 |
| 5,00 | 2,00 | 0,66 | 13,0 | 0,51 | 0,19 | 52,1 |
| 10,00 | 4,00 | 1,20 | 16,0 | 0,62 | 0,23 | 62,1 |
| 15,00 | 6,00 | 1,80 | 19,0 | 0,72 | 0,26 | 71,8 |
| 20,00 | 8,00 | 2,40 | 22,0 | 0,81 | 0,29 | 81,6 |

Кроме критериев, указанных в табл. 5.5, используются критерии (см. табл. 5.6), которые помимо чувствительности к зажигающей способности разрядов зависят ещё и от геометрических параметров объекта. К ним относят нормальную к заряженной поверхности составляющую напряжённости электрического поля в газе *Ес*, поверхностную плотность электрических зарядов σ*с*, время релаксации электрических зарядов *τс* или комплексный параметр (ερ*v*)*с*, зависящий от удельного сопротивления и относительной диэлектрической проницаемости наэлектризованной среды.

Пользоваться критериями *Rc*, *Lc, Ic, Vc, Ec*, *τс* и (ερ*v*)*с* допустимо в случае, когда разряды возникают только в смесях горючих веществ с воздухом, но исключены скользящие искровые и другие разряды, характерные для сильных электростатических полей. Считается также, что разряды единичны, а ток электризации не определяет условий зажигания. Но следует учитывать, что токи зажигания в процессах электризации для объектов с наличием газовоздушных взрывоопасных смесей с минимальной энергией 0,01 мДж (водородно-воздушная смесь) и 0,22 мДж (пропано-воздушная смесь) равны соответственно 10 и 200 мкА.

*Таблица 5.6*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Чувствительность объекта к зажиганию *Wмин,* мДж | Критерии ЭСИБ | | | |
| *Ес*, кВ/м | σ*с*, мкКл/м2 | *τ*с, мс | (ερ*v*)*с*,ГОм·м |
| Диаметр аппарата или емкости 12 м | | | | |
| 0,18 | 2,37 | 0,042 | 0,042 | 0,047 |
| 0,30 | 2,94 | 0,052 | 0,52 | 0,059 |
| 1,00 | 5,10 | 0,090 | 0,90 | 0,10 |
| 2,00 | 6,40 | 0,114 | 1,14 | 0,13 |
| 3,00 | 7,70 | 0,132 | 1,32 | 0,15 |
| 5,00 | 9,40 | 0,166 | 1,66 | 0,19 |
| 10,00 | 11,30 | 0,200 | 2,00 | 0,23 |
| 15,00 | 13,40 | 0,238 | 2,30 | 0,27 |
| 20,00 | 15,40 | 0,272 | 2,70 | 0,31 |
| Диаметр аппарата или емкости 1 м | | | | |
| 0,18 | 29 | 0,52 | 5,2 | 0,59 |
| 0,30 | 39 | 0,69 | 6,9 | 0,78 |
| 1,00 | 98 | 1,74 | 17,4 | 2,00 |
| 2,00 | 138 | 2,45 | 24,5 | 2,80 |
| 3,00 | 170 | 3,00 | 30,0 | 3,40 |
| 5,00 | 240 | 4,30 | 43,1 | 4,90 |
| 10,00 | 330 | 5,90 | 58,9 | 6,70 |
| 15,00 | 430 | 7,60 | 76,4 | 8,60 |
| 20,00 | 540 | 9,60 | 95,5 | 10,80 |

**5.6. Требования к заземлению и данные по обеспечению ЭСИБ в некоторых технологических процессах**

*Таблица 5.7*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Объект | Назначение и допустимое сопротивление средств защиты | |
| нижние значения | верхние значения |
| Тело человека | Защита от поражения электрическим током | Защита от опасных проявлений статического электричества |
| Строительные конструкции, оборудование, аппараты, коммуникации, подвижные объекты | Защита от опасных проявлений статического электричества | Предупреждение опасных проявлений: искр размыкания электрических цепей с ЭДС гальванического происхождения; блуждающих токов; токов электромагнитных вторичных проявлений молнии; токов, обусловленных воздействием магнитных бурь солнечно-земного происхождения, воздействием ЭМП радиочастот и т. п. |
| Предупреждение опасных проявлений искровых разрядов в разрядных промежутках при прямых ударах молнии или при электростатических вторичных проявлениях молнии | Защита от опасных проявлений статического электричества |
| Электрическое сопротивление заземляющего устройства (исключительно для защиты от статического электричества) [29] | Не нормируется | 100 Ом |
| Оборудование, аппараты, коммуникации в пределах цеха, отделения или установки | Присоединяются не менее чем в двух местах [31] к контуру заземления с сопротивлением растеканию тока до 100 Ом | |
| Резервуары и емкости объёмом более 50 м3 | Присоединяются к заземлителям не менее чем двумя проводниками | |
| Вентиляционные короба и кожуха теплоизоляции | Заземляются через каждые 40-50 м | |
| Трубопроводы на наружных установках | Заземляются согласно требованиям РД 34.21.122-87. При молниезащите категории I сопротивление в соединениях ≤ 0,03 Ом, при категории II - не менее 4 болтов на фланец | |
| Диэлектрический трубопровод с обвивкой металлической проволокой и электропроводящие покрытия электризуемых стенок из диэлектрических материалов | Рекомендуется при слабой электризации.  При сильной электризации удваивает зажигающую способность скользящих искровых разрядов и в 2 раза снижает порог электростатической нагрузки, при которой разряды возникают | |
| Система TN-C | Не допускается в помещениях медицинского назначения [30] | |

*Таблица 5.8*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Сопротивление средств защиты | |
| Объект | нижние значения | верхние значения |
| Электропроводящий пол | - | 107 Ом (для участка площадью 0,05 м2) |
| - | 106 Ом (в зонах, где возможно зажигание веществ или объектов с *Wмин* ≤ 0,1 мДж и для участка площадью 0,05 м2) |
| Электропроводящие участки антиэлектростатической одежды [29] | 106 Ом | 108 Ом |
| Антиэлектростатическая обувь | Подпятник - ходовая сторона подошвы [29] | |
| 106 Ом | 108 Ом |
| Обувь с кожаной подошвой | 107 Ом | 108 Ом |
| Антиэлектростатические кольца и браслеты | Человек – земля | |
| 106 Ом | 107 Ом |
| Сопротивление между точками электропроводящей системы, объединённой перемычками [30] | Не нормируется | 0,2 Ом |

*Таблица 59*

|  |  |
| --- | --- |
| Средство | Требуемая эффективность |
| Антиэлектростатические вещества (добавки) [29] | Должны снижать удельное сопротивление материалов до значений ρ*v* ≤ 107 Ом·м и ρ*s* ≤109 Ом |
| Антиэлектростатическая специальная одежда [29] | ρ*s* ≤ 107 Ом (требование к удельному сопротивлению материалов) |

*Таблица 5 10*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Свойство | Исходные данные для классификации | Критерий |
| Антистатическое футерованное оборудование | ρ*v* | ρ*v* ≤ 108 Ом·м |
| Электростатически заземлённое оборудование | *Rз* | *Rз* ≤ 107 Ом  Примечание Для площади участка покрытия S ≤ 20 см2 |
| Электростатически заземлённое оборудование | ρ*v*  λ | ρv ≤ 2·104/λ Ом·м |
| Электростатически безыскровое футерованное оборудование | ρ*v*  *j*  λ | ρv ≤ 300/(*j*λ) Ом·м  Примечание Общее условие при эксплуатации оборудования в среде воздуха |
| Электростатически безыскровое футерованное оборудование | ρ*v*  λ | ρv ≤ 3·106/λ Ом·м  Примечание Условие для смесей горючего с воздухом |
| Электростатически слабоэлектризующееся футерованное оборудование | *п*  Примечание. *п -*электростатическая нагрузка, безразмерна | *п* ≤ *ппр*  Примечание. Общее условие |
| Электростатически слабоэлектризующееся футерованное оборудование | *V* | *V* ≤ 0,4*Vnp* |
| Электростатически слабоэлектризующееся футерованное оборудование | ρ*v*  *j*  λ | ρv ≤ 0,4 *Vпр* /(*j*λ) Ом·м  Примечание. Комплексное условие |
| Электростатически слабоэлектризующееся футерованное оборудование | ρv | ρv ≤ 2,9·1010 Ом·м  Примечание. Условие соответствия электростатическим свойствам воздуха |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси и *Vs* | *Vs* ≤ (*Vд* -*Vж*) |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси и ρv | ρv ≤ *Vд* /(*j*λ)  Примечание. Комплексное условие |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси и *Vnp* | *Vnp* ≤ (*Vд* -*Vж*) |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси IIА и *V* | *V* ≤ 17,5 кВ  Примечание. Данное значение не должно превышать максимальный потенциал жидкости, находящейся в ёмкости |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси IIА, *V* и λ | ρv ≤ 1,7·108/λ Ом·м |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси IIВ и *V* | *V* ≤ 14,2 кВ  Примечание. Данное значение не должно превышать максимальный потенциал жидкости, находящейся в емкости |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | Категория взрывоопасной смеси IIВ, *V* и λ | ρv ≤ 1,4·108/λ Ом·м |
| Электростатически искробезопасное слабоэлектризующееся футерованное оборудование | *Wмин* и ρv | ρ*v* ≤ ρ*vдF* (*Wмин*) Ом·м |

Обозначения: *j* - плотность тока, А/м2; *n -* электростатическая нагрузка, безразмерна; *nпр -* электростатическая нагрузка, соответствующая электростатической прочности; *Rз -* электрическое сопротивление "поверхность - основание" участка слоя покрытия заданной площади; *V -* потенциал, В; *Vnp* - потенциал, соответствующий электростатической прочности; *Vд* - потенциал, допустимое значение; *Vж* - максимальный потенциал жидкости в металлической заземлённой ёмкости без покрытия, В; *Vs -* потенциал, обусловленный поверхностной плотностью электрических зарядов покрытия, В; *Wмин* - минимальная энергия зажигания взрывоопасной смеси; ρ*v* *-* удельное объёмное электрическое сопротивление материала слоя покрытия, Ом·м; ρ*vд* - удельное объёмное электрическое сопротивление материала слоя покрытия, допустимое значение, Ом·м; λ - толщина слоя покрытия, м.

*Таблица 5.11*

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр разрядов и объектов защиты | Нормируемое значение |
| Напряженность электростатического поля | При 20 кВ/м и более регламентируется время пребывания на рабочем месте |
| Электрический ток | 60 мкА - порог биологического воздействия |
| Потенциал электростатически заряженного тела человека | 2 кВ - потенциал, допустимый по раздражающему воздействию разрядов. При потенциале более 2 кВ возможны непроизвольные движения при разрядах с человека. По требованиям ЭСИБ допустимый потенциал может быть менее 2 кВ |
| Заряд в импульсе при разрядах статического электричества, когда одним из полюсов разрядного промежутка является тело человека | 0,1 мкКл - заряд, допустимый по раздражающему воздействию разрядов. При заряде в импульсе более 0,1 мкКл возможны непроизвольные движения. По требованиям ЭСИБ допустимый заряд в импульсе разрядного тока может быть менее 0,1 мкКл |
| Ток, применяемый в системах контроля заземления человека [30] | 10 мкА |
| Напряжение, применяемое в системах контроля заземления человека [30] | 10 мВ |
| Емкость человека (измеренные значения) | От 40 до 8000 пФ |
| Сопротивление тела человека, принимаемое в нормировании [30] | 1 кОм |

*Таблица 5.12*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производственная операция | Значение заряда в импульсном разряде статического электричества, мкКл | | |
| Наиболее вероятное | Максимальное измеренное | При вероятности 10-6 |
| Полирование на ленточном полировальном станке | 0,530 | 1,50 | 2,5 |
| Первая шлифовка на станке ШЛПС | 0,008 | 0,08 | 0,1 |
| Вторая шлифовка на станке ШЛПС | 0,150 | 0,40 | 2,1 |

*Таблица 5.13*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал поверхности | Значение заряда в импульсном разряде статического электричества, мкКл | | |
| Наиболее вероятное | Максимальное измеренное | При вероятности 10-6 |
| Органическое стекло | 0,0760 | 0,250 | 0,91 |
| Полиэтилен | 0,0140 | 0,058 | 0,26 |
| Оконное стекло | 0,0023 | 0,011 | 0,50 |
| Техническое стекло 13В (труба) | 0,011 | 0,038 | 0,52 |
| Стекло "Спал" (труба) | 0,012 | 0,046 | 0,12 |

*Таблица 5.14*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Сопротивление изоляции от земли, Ом | Время RC цепи "человек -земля", с | Напряжение полюсов "человек-земля", В | Заряд тела, мкКл | Энергия перед разрядом, мДж |
| Протирка | 105 | 4·10-6 – 8·10-4 | 0,06 | Разряды возможны на человека | |
| 107 | 4·10-6 – 8·10-4 | 6 |
| 1010 | 0,4 - 80 | 6000 | Разряды с человека | |
| 0,24 - 48 | 0,72 - 144 |
| Разряды возможны на человека | |
| Действие СО2- огнетушителя | 106 | 4·10-6 – 8·10-4 | 10 | Разряды возможны на человека | |
| 107 | 4·10-6 – 8·10-4 | 1000 | Разряды с человека | |
| 0,04 - 8,0 | 0,02 - 4,0 |
| Разряды возможны на человека | |
| 1010 | 0,4 - 80 | 106 | Расчетный предел не достигается, и значения ограничены коронированием, разрядами, пробоем электроизолирующих средств защиты | |

Примечание При выборе средств защиты, удовлетворяющих санитарным нормам и требованиям ЭСИБ, следует руководствоваться наиболее жесткими параметрами

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

ПРИЛОЖЕНИЕ Г [ГОСТ Р 51330.9-99]

**Классификация взрывоопасных зон для отдельных производств и установок**

Г.1 Окрасочные производства

При применении для окраски материалов, которые могут образовать взрывоопасные смеси, зона считается взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов окрасочных и сушильных камер.

При бескамерной окраске изделий зона считается взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от края решетки, от свежевыкрашенных изделий и от емкостей с горючими материалами.

Класс взрывоопасных зон указанных размеров определяется отраслевыми нормативными документами в зависимости от способа окраски и характеристик лакокрасочных материалов. При этом должны учитываться результаты классификации взрывоопасности всего помещения, в котором производятся окрасочные работы в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Г.2 Помещения производств, в которых технологический процесс ведется с использованием газообразного водорода, имеют взрывоопасную зону класса 2 только в верхней части помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути.

Настоящее требование не распространяется на помещения, в которых технологический процесс ведется с использованием водорода под давлением, превышающим 0,5 МПа.

В помещениях производств, в которых в силу особенностей технологического процесса выделение газообразного водорода в окружающую атмосферу незначительное (например, цеха анодного химического оксидирования и глубокого размерного травления деталей из алюминиевых сплавов, отдельные гальванические производства), взрывоопасная зона в верхней части помещения не устанавливается.

Г.3 Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытого огня и раскаленных поверхностей технологического оборудования, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся к взрывоопасным. Настоящее требование распространяется на эти помещения в период, когда в них осуществляется технологический процесс. В помещениях отопительных котельных, встроенных в здания и предназначенных для работы на газообразном или на жидком топливе, следует предусматривать, несмотря на отсутствие взрывоопасной зоны, установку части светильников и электрооборудования вытяжной вентиляции, включаемых перед началом работы котельной установки, во взрывозащищенном исполнении.

Г.4 Помещения производств и наружные установки, в которых используется газообразный или сжиженный аммиак, следует относить к взрывоопасным зонам класса 2, если оценка в соответствии с требованиями настоящего стандарта не указывает на то, что такие зоны являются взрывобезопасными.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

**Номенклатура светильников для пожаровзрывоопасных зон и производственных помещений с тяжелыми условиями среды**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ОП | Номер технических  условий | Тип ИС | Степень защиты по ГОСТ 14254-96 и (или) исполнение по взрывозащите | Идентификационные признаки | | | |  |
| Габаритные размеры мм | | |  | Область применения |
| длина или диаметр | ширина | высота | кг |
| Светильники с люминесцентными лампами ДРЛ и лампами накаливания | | | | | | | | |
| РСП38М-250 | ПРАЦ676.14.009ТУ | ДРЛ-250 | 1ExdeIICT4 | ∅200 | - | 440 | 15,5 | Взрывозащищенные светильники для взрывоопасных зон в различных отраслях промышленности (газо- и нефтедобыча транспортировка нефти и газа химическая и нефтехимическая промышленность производство газов бумаги и др.) Лампа защищена отожженным термостойким стеклом с механической прочностью 4 Дж |
| РСП38М-125 | ДРЛ-125 | 1ExdeIICT5 | 15,5 |
| РСП38М-80 | ДРЛ-80 | 1ExdeIICT6 | 15,5 |
| НСП43М-300 | Н-300 | 1ExdeIICT4 | ∅340 | - | 510 | 13 |
| НСП43М-200 | Н-200 | 1ExdeIICT5 | 13 |
| НСП43М-01 | ПРАЦ676.126.009ТУ | Н 75-200 | 1ExdeIICT6…T5\* | ∅210 | - | 350 | Сведения отсутствуют |
| НСП43М | КГМ | 1ExdeIICT4 |
| НСП43М-11 | Н 75-200 | 1ExdeIICT6…T5\* |
| НСП43М | КГМ | 1ExdeIICT4 |
| РСП45 | ПРАЦ676.146.006ТУ | ДРЛ 125 и 80 | 1ExdellCT4 | ∅190 | 230 | 360 | 7 | - |
| НСП47 | Н75-200 | 1ExdellCT4 T6 T4 |
| НСП47 | ДНаТ70 | 1ExdellCT6 |
| ФСПО3 | ЛЛ2х9 Вт | 1ExdellCT6 |
| ПКС-ВМ | ПРАЦ676.126.009ТУ | КГМ или КГВ | 1ExoellCT4 T6- |  | 290 | 360 | 9 | Прожекторы |
| ПЗС-ВМ |
| \* Температурная группа зависит от мощности источника света | | | | | | | | |
| ЛСР01-20 | ТУ 16-87  ИКЖБ.67316.006 | ЛБ20 | IP54  РВ, В1А | 912 | 265 | 205 | 9 | Для подземных выработок шахт, опасных по газу и пыли |
| ЛСР01-40 | ЛБ40 | 1648 | 13 |
| Н4Т4Л-1х80 | ТУ 16-545.309-80 | ЛБ80 | IP54 | 1695 | 115 | 390 | 12,3 | Для взрывоопасных производственных помещений |
| Н4Т4Л-2х80 | 2ExedIICT4 | 230 | 400 | 24,5 |
| Н4Т5Л-1х65 | ЛБ65 | IP54 | 115 | 390 | 12,8 |
| Н4Т5Л-2х65 | 2ExedIICT4 | 230 | 400 | 25,5 |
| ЛСП01В-2х36 | ТУ З Украины  0214279.008-92 | ЛБ36 | IP65 | 1400 | 255 | 210 | 8,4 | Для пыльных, влажных, сырых помещений и помещений с химически активной средой, взрывоопасных зон классов B-Iб, В-IIа (со степенью защиты IP64, IP65), атакже для помещений с нормальными условиями среды (степень защиты 5'0, 5'4) |
| ЛСП01В-2х58 | ЛБ58 |  | 1700 | 9,4 |
| ЛСП01В-2х40 | ЛБ40 | 5'0 | 1400 | 8,4 |
| ЛСП01В-2х65 | ЛБ65 |  | 1700 | 9,4 |
| ЛСП02-1х18 | ТУ У  3.62-00214263-001-94 | ЛБ18 | IP65 | 680 | 230 | 155 | 4,5 |
| ЛСП02-1х20 | ЛБ20 | 5'4 | 4,5 |
| ЛСП02-1х36 | ЛБ36 | IP65 | 1280 | 6,8 |
| ЛСП02-1х40 | ЛБ40 | 5'4 | 6,8 |
| ЛСП02-2х36 | ЛБ36 | IP65 | 260 | 8,5 |
| ЛСП02-2х40 | ЛБ40 | 5'4 | 260 |
| ЛСП02-1х58 | ЛБ58 | 5'4 | 1580 | 230 |
| ЛСП02-1х65 | ЛБ65 | 5'4 | 230 |
| ЛСП02-2х58 | ЛБ58 | 5'4 | 260 | 9,8 |
| ЛСП02-2х65 | ЛБ65 | 5'4 | 260 | 9,8 |
| ЛЛП04В-2х18 | ТУ У  3.62-00214267-061-98 | ЛБ18 | IP54 | 680 | 190 | 140 | 3,5 | Для производственных помещений с тяжелыми условиями среды по пыли и влаге |
| ЛЛП04В-2х20 | ЛБ20 |
| ЛЛП04В-2х36 | ЛБ36 | 1290 | 6,5 |
| ЛПП04В-2х40 | ЛБ40 |
| ЛПП01В-7 | ТУ 3 Украины  0214279.012-93 | КЛ7/ТБЦ | IP54 | 270 | 112 | 125 | 1,9 | Для низких производственных помещений, коридоров, туннелей, подвалов, с/х помещений с агрессивной средой |
| ЛПП01В-9 | КЛ9/ТБЦ |
| ЛПП05В-2х11\* | КЛ11/ТБЦ | IP65 | Для аварийного освещения (с автономным источником питания) |
| ЛПП05В-8\* | ЛБ-8 |
| Светильники с лампами накаливания | | | | | | | | |
| НСП11x100-234 | ТУ У 3.62-  00214267-044-97 | Б-100 | IP52 | 200 | 200 | 330 | 2,1 | Для низких, пыльных, влажных производственных помещений, взрывоопасных зон классов B-Iб, В-IIa и пожароопасных зон П-I, П-II |
| НСП11Х100-614 | Б-200 | 175 | 175 | 390 | 2,3 |
| НСП11x200-234 |  | 230 | 230 | 365 | 3,2 |
| НСП11x200-614 | 205 | 205 | 450 | 2,9 |
| НПП01В-60 | ТУ 3 Украины  0214279.012-93 | Б-60 | IP54 | 270 | 112 | 125 | 1,9 |
| НСП11x500 | ТУ 16-676.159-86 |  | IP52 | 310 | 310 | 560 | 8,3 | Для высоких пыльных, влажных производственных помещений взрывоопасных зон классов B-Iб, В-IIa и пожароопасных зон классов П-I, П-II |
| НСП20х500-111 | ТУ У 3.62-00214267-044-97 | 445 | 445 | 570 | 9,4 |
| НСП22х500-111 | 445 | 445 | 480 | 9,5 |
| ИСП04-1000 | ТУ 16-545.407-82 | КГ 1000-5 | IP54 | 700 | 360 | 630 | 21 | Для зон атомных электростанций в герметичной части реакторного отделения |
| ССП01В-250 | ТУ 3 Украины | ИКЗК-250 | 5'4 | 220 | 220 | 510 | 1,9 | Для ИК-обогрева птицы и животных |
| ССП01В-500 | 0214279.011-92 | ИКЗ-500 | 2,0 |
| НКП04-60 | ТУ 16-87  ИКЖБ.676112.253ТУ | МО24-60 | IP54 | 260  690 | 190 | 175 | 1,3-1,6 | Для металлорежущих станков с тяжелыми условиями среды |
| ИКП03В-50 | ТУ У 3.62-00214263-041-97 | КГМ24-50-1 | 235  520  680 | 118 | 125 | 1,4  1,6  1,7 |
| ИКП03В-80 | КГМ24-60-1 |
| НСП23-200-001.002 | ТУ 16-676.173-86 | Г-200 | 240 | 240 | 350 | 6,0 | Для взрывоопасных производственных помещении зоны В-IIа |
| НСП23-200-001.004 | 410 | 410 | 350 | 5,6 |
| Светильники с разрядными лампами высокого давления | | | | | | | | |
| РПП01-50/80/1 25 | ТУ 16-676.070-84 | ДРЛ 50, 80, 125 | IP54 | 340 | 340 | 200 | 6,5 | Для низких пыльных, влажных производственных помещений, взрывоопасных зон классов B-Iб и В-IIa и пожароопасных зон классов П-I, П-II |
| ЖПП01-70/100 | ДНаТ 70, 100 | 7,5 |
| ГПП01-125 | ДРИ 125 | 7,5 |
| РСП02В-80/125 | - | ДРЛ 80,125 | 210 | 210 | 460 | 5,2 |
| ЖСП02В-70/100 | ДНаТ 70,100 | 404 | 404 | 500 | 7,1 |
| РСП06В-80/125 | ДРЛ 80,125 | 210 | 210 | 460 | 5,7 |
| ЖСП06В-70/100 | ДНаТ 70/100 | 404 | 404 | 500 | 7,1 |
| ЖСП04В-250 | ТУ У 3.62-00214267-016-95 | ДнаТ 250 | 580 | 580 | 650 | 15 | Для высоких промышленных производственных помещений с тяжелыми и нормальными условиями среды и сельскохозяйственных помещений с агрессивной средой |
| ЖСП04В-400 | ДНаТ 400 | 18,5 |
| ГСП04В-250 | ДРИ250 | 14,5 |
| ГСП04В-400 | ДРИ 400 | 16,5 |
| РСП04В-250 | ДРЛ 250 | 13,5 |
| РСП04В-400 | ДРЛ 400 | 16 |
| РСП04В-700 | ДРЛ 700 | 18,5 |
| ЖСП05В-150 | ТУ У 3.62-00214267-032-86 | ДНаТ 150 | IP54 | 310 | 310 | 560 | 12,8 | Для высоких производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды взрывоопасных зон классов B-Iб и B-IIа (со степенью защиты IP54) |
| ГСП05В-175 | ДРИ 175 |
| РСП05В-250 | ДРЛ 250 |
| ЖСП07В-150 | ДНаТ 150 | 430 | 430 | 600 | 10,8 |
| РСП07В-250 | ДРЛ 250 | 11,3 |
| ГСП07В-175 | ДРИ 175 | 10,8 |
| РСП12х700 | ТУ 16-676, 159-86 | ДРЛ 700 | IP52 | 600 | 600 | 650 | 11,3 | Для высоких производственных помещений с тяжелыми условиями среды, взрывоопасных зон классов B-Iб, В-IIа, пожароопасных П-I, П-II |
| РСП11Bex-125 | ТУ У 3.62-00214263-040-97 | ДРЛ 125 | IP65 |  |  |  | 18 | Для взрывоопасных производственных помещений и наружных установок зоны B-IIa |
| РСП11Bex-250 | ДРЛ 250 | 295 | 295 | 580 | 19 |
| ГСП11Вех-175 | ДРИ 175 | 470 | 470 | 550 | 18 |
| ЖСП11Bex-100 | ДНаТ 100 | 470 | 470 | 600 | 17,8 |
| ЖСП11Вех-150 | ДHaT 150 |  |  |  | 18 |
| РСП11х400 | ТУ 16-676, 159-86 | ДРЛ 400 | IP52 | 310 | 310 | 560 | 8,3 | Для высоких производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды взрывоопасных зон классов B-Iб, В-IIа, пожароопасных зон классов П-I, П-II |
| РСП12В-250 | ТУ У 3.62-00214267-032-96 | ДРЛ250 | IP54 | 310 | 310 | 635 | 15,8 |
| ЖСП12В-400 | ДРЛ 400 |
| ЖСП12В-250 | ДНаТ 250 |
| ЖСП12В-400 | ДНаТ 400 |
| РВП14ВЕх-125\* | Нет сведений | ДРЛ 125 | 460 | 460 | 190 | 12 | Для взрывоопасных помещений и наружных установок зоны В-IIа |
| РВП14ВЕх-250\* | ДРЛ 250 | 13 |
| ГВП14ВЕх-250\* | ДРИ 250 |
| ЖВП14ВЕх-100\* | Нет сведений | ДНаТ 100 | IP54 | Нет свед. | Нет свед | Нет свед. | 12 | Для взрывоопасных помещений и наружных установок зоны II в т ч. автозаправочных станций |
| ЖВП14Вех-150\* | ДНаТ 150 |
| КОУ1А-М275-1х700 | ТУ 16-676.120-85 | ДРИЗ-700 | 7500 | 370 | 380 | 19,0 | Для помещений с большим содержанием пыли и влаги, со взрывоопасными зонами классов B-Iб и B-IIa, B-II при условии установки вводных устройств вне взрывоопасных помещений |
| КОУ1-М275-1х700 | 7000 | 370 | 380 | 11,5 |
| Прожекторы | | | | | | | | |
| ГО06В-2000 | ТУ У 3.62-00214263-067-98 | HQJ-TS-2000 W/D/S "OSRAM" | IP55 | 600 | 720 | 940 | 30 | Для спортивных сооружений и других открытых пространств |
| ГО12В-1000 | HQJ-TS-2000 W/D/S "OSRAM" | IP65 | 450 | 520 | 620 | 16 |
| ГО12В-2000 | HQJ-TS-1000 W/D/S "OSRAM" |
| Р415 | Нет сведений | ДРЛ | IP54 | Нет сведений | | | | Для освещения промышленных помещений с тяжелыми условиями среды и помещений с высотой потолков до 35 м |
| РСП48-250(400)-001 УХЛУ | ДРИ |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*

**Номенклатура монтажных коробок для пожаровзрывоопасных зон и помещений**

**с тяжелыми условиями среды**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип коробки | ТУ | Максимальное сечение жил провода (кабеля), мм2 | Степень защиты по ГОСТ или взрывозащиты | Область применения | Завод (фирма)-изготовитель |
| КР-В-100 | ПРАЦ 686465.001 ТУ | 6,0 | IP65 | Коробки предназначены для выполнения соединений, ответвлений и прокладки электропроводок в трубах ¾ и кабелей на монтажных профилях.  Применяется в закрытых трубках систем электропроводки, во взрывоопасных зонах В-I и В-II только для протяжки и ответвления без соединения жил | Фирма "Индустрия". 215010, Смоленская обл., г. Гагарин, ул. Стройотрядовская, 5 |
| КР-В-100е | 2,5 | IP65/2ExeIIT6 | Повышенной надежности против взрыва. Ввод в коробку кабелей - с помощью кабельного ввода |
| KP-B-100d | 4,0 | IP65/1ExdIICT6 | Взрывонепроницаемая оболочка. Ввод в коробку открыто проложенных кабелей осуществляется с помощью кабельного ввода |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*

**Перечень стандартов на взрывозащищенное электрооборудование**

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение ГОСТ Р | Наименование ГОСТ Р |
| ГОСТ Р 51330.0-99  (МЭК 60079-0-98).  Взамен ГОСТ 22782.0-81,  ГОСТ 12.2.020-76 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования |
| ГОСТ Р 51330.1-99  (МЭК 60079-1-98).  Взамен ГОСТ 22782.6-81 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка" |
| ГОСТ Р 51330.2-99  (МЭК 60079-1А-75) | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка". Дополнение 1. Приложение D. Метод определения безопасного экспериментального зазора |
| ГОСТ Р 51330.3-99.  Взамен ГОСТ 22782.4-78 | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 2. Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением "р" |
| ГОСТ Р 51330.4-99  (МЭК 60079-3-90).  Взамен ГОСТ 22782.5-78 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 3. Искрообразующие механизмы для испытаний электрических цепей на искробезопасность |
| ГОСТ Р 51330.5-99  (МЭК 60079-4-75) | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 4. Метод определения температуры самовоспламенения |
| ГОСТ Р 51330.6-99  (МЭК 60079-5-97).  Взамен ГОСТ 22782.2-77 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 5. Кварцевое заполнение оболочки "q" |
| ГОСТ Р 51330.7-99  (МЭК 60079-6-95).  Взамен ГОСТ 22782.1-77 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 6. Масляное заполнение оболочки "о" |
| ГОСТ Р 51330.8-99.  Взамен ГОСТ 22782.7-81 | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 7. Защита вида "е" |
| ГОСТ Р 51330.9-99  (МЭК 60079-10-95) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 10. Классификация взрывоопасных зон |
| ГОСТ Р 51330.10-99  (МЭК 60079-11-98). Взамен ГОСТ 22782.5-78 | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь "i" |
| ГОСТ Р 51330.11-99  (МЭК 60079-12-78) | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным максимальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам |
| ГОСТ Р 51330.12-99  (МЭК 60079-13-82) | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 13. Проектирование и эксплуатация помещений, защищенных избыточным давлением |
| ГОСТ Р 51330.13-99 (МЭК 60079-14-96) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) |
| ГОСТ Р 51330.14-99 | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 15. Защита вида "n" |
| ГОСТ Р 51330.15-99  (МЭК 60079-16-90) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 16. Принудительная вентиляция для защиты помещений, в которых устанавливают анализаторы |
| ГОСТ Р 51330.16-99  (МЭК 60079-17-96) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) |
| ГОСТ Р 51330.17-99  (МЭК 60079-18-92) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 18. Взрывозащита вида «герметизация компаундом (m)» |
| ГОСТ Р 51330.18-99  (МЭК 60079-19-93) | Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 19. Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах (кроме подземных выработок или применений, связанных с переработкой и производством взрывчатых веществ) |
| ГОСТ Р 51330.19-99  (МЭК 60079-20-96) | Электрооборудование взрывозащищенное Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования |
| ГОСТ Р 51330.20-99.  Взамен ГОСТ 24719-81 | Электрооборудование рудничное. Изоляция, пути утечки и электрические зазоры. Технические требования и методы испытаний |
| ГОСТ Р МЭК 61241-3-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 3. Классификация зон |
| ГОСТ Р МЭК 61241-2-1-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 2. Методы испытаний. Раздел 1. Методы определения температуры самовоспламенения горючей пыли |
| ГОСТ Р МЭК 61241-2-2-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 2. Методы испытаний. Раздел 2. Метод определения удельного электрического сопротивления пыли в слоях |
| ГОСТ Р МЭК 61241-2-3-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 2. Методы испытаний. Раздел 3. Методы определения минимальной энергии зажигания пылевоздушных смесей |
| ГОСТ Р МЭК 61241-1-1-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Электрооборудование, защищенное оболочками и ограничением температуры поверхности. Раздел 1. Технические требования |
| ГОСТ Р МЭК 61241-1-2-99 | Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Электрооборудование, защищенное оболочками и ограничением температуры поверхности. Раздел 2. Выбор, установка и эксплуатация |
| ГОСТ Р МЭК 61779-1-99 | Электрические приборы для обнаружения и измерения горючих газов. Часть 1. Общие требования и методы испытаний |
| ГОСТ Р МЭК 61779-2-99 | Электрические приборы для обнаружения и измерения горючих газов. Часть 2. Требования к рабочим характеристикам приборов группы I, имеющих индикацию до 5 % объемной концентрации метана в воздухе |
| ГОСТ Р МЭК 61779-3-99 | Электрические приборы для обнаружения и измерения горючих газов. Часть 3. Требования к рабочим характеристикам приборов группы I, имеющих индикацию до 100 % объемной концентрации метана в воздухе |
| ГОСТ Р МЭК 61779-4-99 | Электрические приборы для обнаружения и измерения горючих газов. Часть 4. Требования к рабочим характеристикам приборов группы II, имеющих индикацию до 100 % объемной концентрации метана в воздухе |
| ГОСТ Р 61779-5-99 | Электрические приборы для обнаружения и измерения горючих газов. Часть 5. Требования к рабочим характеристикам приборов группы II при объемных концентрациях газа до 100% |

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) - М.: Энергоатомиздат, 1986.

2. ГОСТ Р 51330.9-99. Электрооборудование взрывозащищенное Часть 10. Классификация взрывоопасных зон.

3. ГОСТ Р 51330.22-99. Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 3. Классификация зон.

4. ГОСТ 12.2.020-76. Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка.

5. ГОСТ 18311-80. Электрооборудование. Основные понятия. Термины и определения.

6. ГОСТ 12.1.011-78. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний.

7. Правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования (ПИВЭ). - М.: Энергия, 1964.

8. Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ПИВРЭ). - М.: Энергия, 1969.

9. Черкасов В.Н., Шаровар Ф.И. Пожарная профилактика электроустановок. - М.: ВИПТШ, 1987.

10. ГОСТ 14254-96. Электрооборудование напряжением до 1000 В с оболочкой. Степени защиты.

11. ГОСТ 22782.6-81. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Взрывонепроницаемая оболочка".

12. ГОСТ 22782.5-78. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь".

13. ГОСТ 22782.4-78. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением".

14. ГОСТ 22782.1-77. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Масляное заполнение оболочки".

15. ГОСТ 22782.2-77. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "Кварцевое заполнение оболочки".

16. ГОСТ 22782.3-77. Электрооборудование взрывозащищенное со специальным видом взрывозащиты.

17. ГОСТ 22782.7-81. Электрооборудование взрывозащищенное с защитой вида "е".

18. Черкасов В.Н. Защита пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений от молнии и статического электричества. - М.: Стройиздат, 1993.

19. Черкасов В.Н., Кузнецов В.А. Методические указания к решению задач по выбору электрооборудования для пожаро- и взрывоопасных производств. - М.: ВИПТШ, 1998.

20. Справочник по электрическим машинам. В 2 т. - М.. Энергоатомиздат, 1988. -Т. 1.

21. Справочник по электрическим машинам. В 2 т. - М.: Энергоатомиздат, 1989. -Т. 2.

22. ГОСТ 13828-74. Светильники. Виды и обозначения.

23. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. Разд. 6. Электрическое освещение. Разд. 7, гл.7.1 и 7.2. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 1999

24. Правила эксплуатации электроустановок потребителей 5-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1992.

25. РД-03-67-94. Инструкция о порядке выдачи разрешений на выпуск и применение горно-шахтного оборудования, взрывозащищенных и в рудничном нормальном исполнении электротехнических изделий Федеральным горным и промышленным надзором России.

26. ОСТ 160.800.699-79 - ОСТ 160.800.704-79. Оборудование электротехническое взрывозащищенное. Выбор и применение зарубежного электрооборудования для взрывоопасных установок.

27. Черкасов В.Н. Методика оценки соответствия зарубежного взрывозащищенного электрооборудования требованиям правил пожарной безопасности и ПУЭ // Пожаровзрывобезопасность. -1995. - № 3 - С.26-33.

28. НПБ 249-97. Светильники. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний.

29. ГОСТ 12.4.124-83 Средства защиты от статического электричества. ОТТ.

30. МЭК 64/60364-7-710 (1998-10, CD) Электроустановки зданий. Ч. 7-710. Требования к размещению установок специального назначения. Помещения медицинского назначения.

31. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1973.

32. НПБ 243-97. Устройства защитного отключения. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний.

33. ГОСТ Р 50807-95. Устройства защитные управляемые дифференциальным (остаточным) током.

34. НПБ 248-97. Кабели и провода электрические. Показатели пожарной опасности. Методы испытаний.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Предисловие

**1. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ**

1.1 Термины и определения

1.2 Классификация взрывоопасных зон

1.3 Классификация взрывоопасных смесей

1.4 Взрывозащищенное электрооборудование

1.4.1 Уровни взрывозащиты

1.4.2 Виды взрывозащиты

1.4.3 Маркировка взрывозащищенного электрооборудования

1.5 Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон

1.5.1 Электропроводки и кабельные линии

1.5.2 Электродвигатели

1.5.3 Аппараты управления и приборы

1.5.4 Светильники

1.6 Заземление и зануление электроустановок во взрывоопасных зонах

**2. ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

2.1 Общие сведения

2.2 Сопоставление отечественной и зарубежной классификаций взрывоопасных зон

2.3 Сопоставление классификаций взрывоопасных смесей по ПУЭ и зарубежным стандартам

2.4 Соответствие маркировок зарубежного и отечественного электрооборудования по взрывозащите

**3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ**

3.1 Общие сведения

3.2 Классификация пожароопасных зон

3.3 Выбор электрооборудования для пожароопасных зон

3.3.1 Электропроводки и кабельные линии

3.3.2 Электродвигатели

3.3.3 Аппараты управления и приборы

3.3.4 Светильники

3.4 Заземление и зануление электроустановок в пожароопасных зонах

**4. АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

4.1. Общие сведения

4.2. Плавкие предохранители

4.3. Автоматические выключатели (автоматы)

4.4. Устройство защитного отключения (УЗО)

4.4.1. Элементы конструкции и принцип действия УЗО

4.4.2. Термины и определения

4.4.3. Параметры УЗО

4.4.4. Выбор типа и параметров УЗО

4.4.5. Селективность работы УЗО

4.4.6. Требования пожарной безопасности

4.5. Тепловые реле

**5. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТЬ (ЭСИБ) И ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

5.1. Основные положения

5.2. Условия электризации и предельные параметры процессов электризации

5.3. Чувствительность к зажигающему воздействию разрядов

5.4. Зажигающая способность разрядов статического электричества

5.5. Критерии электростатической искробезопасности

5.6. Требования к заземлению и данные по обеспечению ЭСИБ в некоторых технологических процессах

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1* Классификация взрывоопасных зон для отдельных производств и установок

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2* Номенклатура светильников для пожаровзрывоопасных зон и производственных помещений с тяжелыми условиями среды

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3* Номенклатура монтажных коробок для пожаровзрывоопасных зон и помещений с тяжелыми условиями среды

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4* Перечень стандартов на взрывозащищенное электрооборудование

Литература