**Пожаро - и взрывоопасность электроустановок**

**1. Классификация зон помещения по ПУЭ**

Для предотвращения пожара и взрыва от тепловых источников электрического происхождения во взрывоопасных зонах помещений необходимо применить электрооборудование во взрывозащищенном исполнении. Взрывозащищенным является электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды при эксплуатации этого оборудования.

Для предупреждения пожаров и аварий от коротких замыканий, перегрузок, больших переходных сопротивлений и других причин необходим правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей и электрооборудования (машин, аппаратов, устройств).

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) помещения и наружные установки в зависимости от способности к образованию взрывоопасных смесей или возгоранию находящихся в них материалов и веществ делятся на взрыво- и пожароопасные.

Взрывоопасные зоны. Помещение или пространство в помещении либо вокруг наружной установки, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси, является взрывоопасной зоной.

Все помещение будет взрывоопасной зоной, если взрывоопасные парогазовоздушные или пылевоздушные смеси при воспламенении могут развивать расчетное избыточное давление, превышающее 5 кПа. Если взрывоопасная смесь при воспламенении развивает расчетное избыточное давление менее 5 кПа, то взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического оборудования, у которого возможно выделение горючих газов, паров, жидкостей и пыли. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Зоны класса В - I располагаются в помещениях, где выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей в таком количестве, что могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях.

Зоны класса В - Iа располагаются в помещениях, где при нормальной эксплуатации взрывоопасных горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а их образования возможны только в результате аварий или неисправностей (нефтяные, газонасосные, компрессорные, цехи нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств).

Зоны класса В - Iб располагаются в помещениях, где как и в предыдущем случае, при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможно их образование только в результате аварий или неисправностей. Эти зоны отличаются одной из следующих особенностей:

горючие газы в них обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более);

резким запахом (например, аммиачные компрессорные);

горючие газы и пары имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси, при воспламенении которой может развиться избыточное давление не более 5 кПа и в которых работы с ГГ и ЛВЖ производятся без применения открытого огня (помещения зарядки аккумуляторных батарей, лаборатории и др.).

Зоны класса В - Iг - это пространства у наружных технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, у наземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, у эстакад для слива и налива ЛВЖ, у открытых нефтеловушек, прудов-отстойников и др.

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Iг считается в следующих максимальных пределах по горизонтали и вертикали:

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

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

5 м - от устройства для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов аппаратов с ГЖ или ЛВЖ;

8 м - от резервуаров с ЛВЖ и ГГ (газгольдеров) при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования;

20 м - от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Зоны класса В - II располагаются в помещениях, где выделяются горючие пыли и волокна в таком количестве, что способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

Зоны класса В - IIа располагаются в помещениях, где взрывоопасные концентрации пыли с воздухом могут образоваться только в результате аварии или неисправности.

Класс зоны помещения смежного с взрывоопасной зоной другого помещения определяется по табл.13.1.

Таблица 1. Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения

| Класс взрывоопасной зоны | Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения и отдельного от нее | |
| --- | --- | --- |
| стеной с дверью | стеной без проемов или проемами, оборудованными тамбурами-шлюзами |
| В - I | В - Iа | Невзрыво- и непожароопасная |
| В - Iа | В - Iб | - " - |
| В - Iб | Невзрыво- и непожароопасная | - " - |
| В - II | В - IIа | - " - |
| В - IIа | Невзрыво- и непожароопасная | - " - |

Пожароопасная зона - пространство внутри или вне помещения, в пределах которого постоянно или периодически образуются горючие вещества.

Зоны класса П - I располагаются в помещениях, где образуются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 оС.

Зоны класса П - II располагаются в помещениях, где выделяется горючая пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м3.

Зоны класса П - IIа располагаются в помещениях, где обращаются твердые горючие вещества.

Зоны класса П - III располагаются вне помещений, в них обращаются ГЖ с температурой вспышки выше 61оС или твердые горючие вещества.

В помещениях и наружных установках зоны, в которых твердые и газообразные вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным.

**2. Взрывозащищенное электрооборудование**

Классификация электрооборудования. Взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, а также по группам и температурным классам.

По уровню взрывозащиты электрооборудование бывает повышенной надежности против взрыва, взрывобезопасное и особовзрывоопасное.

В электрооборудовании повышенной надежности против взрыва защита обеспечивается только при нормальном режиме работы (знак уровня-2). Во взрывобезопасном электрооборудовании - как при нормальном режиме работы, так и при повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме поврежденных средств взрывозащиты (знак уровня - 1). В особовзрывобезопасном электрооборудовании приняты дополнительные (по отношению к взрывоопасному электрооборудованию) средства взрывозащиты (знак уровня - 0).

Виды взрывозащиты электрооборудования следующие: взрывонепроницаемая оболочка - d; заполнение или продувка оболочки при избыточном давлении защитным газом - p; искробезопасная цепь - i; кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями - q; масляное заполнение оболочки с токоведущими частями - о; специальная взрывозащита - s; защита вида "е".

Группа взрывозащищенного оборудования определяется областью его применения;

I - рудничное, предназначенное для шахт и рудников;

II - для внутренней и наружной установки (кроме рудничного). II - группа делится на подгруппы IIА, IIВ и IIС, которые соответствуют категории взрывоопасных смесей.

При создании взрывозащищенного электрооборудования большую роль играет безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) между фланцами, через который взрыв не передается в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе. Взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом в зависимости от допустимого размера БЭМЗ подразделяются на пять категорий, соответствующих подгруппам II группы электрооборудования (табл. 13.2).

Таблица 2. Категории взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом

| Категория | Наименование смеси | БЭМЗ, мм | Категория | Наименование смеси | БЭМЗ, мм |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I | Рудничный метан | более 1 | II А | Промышленные газы | более 0,9 |
| II | Промышленные газы | - | II В | - " - | 0,5 - 0,9 |
| II С | - " - | до 0,5 |

Температурные классы электрооборудования II группы зависят от предельной температуры поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, безопасной в отношении воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

Группы взрывоопасной смеси газов и паров с воздухом, соответствующие температурным классам электрооборудования II группы, зависят от температуры самовоспламенения этих смесей (табл. 3).

Таблица 3. Группы взрывоопасных смесей паров и газов с воздухом

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | Группа | Температура самовоспламенения, оС | | --- | --- | | Т 1 | выше 450 | | Т 2 | 300 - 450 | | Т 3 | 200 - 300 | | | Группа | Температура самовоспламенения, оС | | --- | --- | | Т 4 | 135 - 200 | | Т 5 | 100 - 135 | | Т 6 | 85 - 100 | |

Распределение взрывоопасных смесей паров и газов с воздухом по категориям и группам приведено в табл. 13.4.

Маркировка взрывозащитного электрооборудования. В маркировку электрооборудования по взрывозащите входят: уровень взрывозащиты (0, 1, 2); знак Ех, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам; вид взрывозащиты (q, d, p, o, s, i, e); группа и подгруппа оборудования (II, IIА, IIВ и IIC), температурный класс (Т1 - Т6). Например, 2ЕхеIIТ6 (повышенная надежность против взрыва, с защитой вида "е", группа II, температурный класс Т6). В маркировке по взрывозащите могут применяться дополнительные знаки и надписи в соответствии со стандартом на электрооборудование.

Таблица 4. Распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам

| Категория смеси | Группа смеси | Вещества, образующие с воздухом взрывоопасную смесь |
| --- | --- | --- |
| I | Т 1 | Рудничный метан |
| II А | Т 1 | Аммиак, ацетон, бензол, изобутилен, изобутан, изопропилбензол, уксусная кислота, ксилол, промышленный метан, окись углерода, пропан, растворители Р - 4, Р - 5 и РС - 1, этан, хлористый этил |
| Т 2 | Алкилбензол, бензин Б-95/130, бутан, бутилацетат, изооктан, растворители № 646, 647, 648, спирты: бутиловый нормальный, бутиловый третичный, изоамиловый, изобутиловый, изопропиловый, метиловый, этиловый, этилбензол, циклогексанол |
| Т 3 | Бензины: А-66, А-72, А-76, "Галоша", Б-70, гексан, гептан, керосин, нефть, петролейный эфир, пентан, растворитель № 651, скипидар, амиловый спирт, топливо Т-1 и ТС-1, уайт-спирит |
| Т 4 | Альдегиды, декан, тетраметилдиаминометан |
| II В | Т 1 | Коксовый газ, синильная кислота |
| Т 2 | Дивинил, диметилдихлорсилан, диоксан, камфарное масло, акриловая кислота, нитроциклогексан, окись пропилена, окись этилена, растворители АМП-3 и АКР, формальдегид, этилен |
| Т 3 | Акролеин, сероводород, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан, дизельное топливо, формальгликоль этоксисилан, дизельное топливо, формальгликоль |
| Т 4 | Дибутиловый и диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля |
| II С | Т 1 | Водород, водяной газ, светильный газ, смесь водорода с азотом (3:1) |
| Т 2 | Ацетилен, метилдихлорсилан |
| Т 3 | Трихлорсилан |
| Т 5 | Сероуглерод |

До введения в действие приведенных стандартов электрооборудование маркировали по Правилам изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования ПИВРЭ (1967 г.), а до него - по Правилам изготовления взрывозащищенного электрооборудования ПИВЭ (1963 г.). Маркировки по ПИВРЭ и ПИВЭ широко используются на производствах и приведены в табл. 13.5.

Таблица 5. Маркировка оборудования по ПИВРЭ и ПИВЭ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | Категория взрывоопасной смеси | БЭМЗ, мм | | --- | --- | | 1 | более 1,0 | | 2 | 0.65 - 1,0 | | 3 | 0,35 - 0,65 | | 4 | менее 0,35 | | | Группа взрывоопасной смеси | Температура самовоспламенения | | --- | --- | | Т1 (А) | более 450 | | Т2 (Б) | 300 - 450 | | Т3 (Г) | 200 - 300 | | Т4 (Д) | 135 - 100 | | Т5 | 100 - 135 | |

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень взрывозащиты: | Н - повышенной надежности против взрыва;  В - взрывобезопасное;  О - особовзрывобезопасное. |
| Исполнение: | В - взрывонепроницаемая оболочка;  М - маслонаполненное;  П - продуваемое под избыточным давлением;  И - искробезопасное;  К - кварцевое заполнение;  С - специальное. |

**3. Выбор электрооборудования**

Электрические машины. Во взрывоопасных зонах любого класса могут применяться электрические машины напряжением до 10 кВ при условии, что уровень их взрывозащиты или степень защиты соответствуют табл. 13.7, 13.8, 13.9.

Таблица 7. Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических машин в зависимости от класса зоны по ПУЭ

| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты |
| --- | --- |
| В - I, В - II | Взрывобезопасное |
| В - Iа, В - Iг | Повышенной надежности против взрыва |
| В - Iб | Без средств взрывозащиты, оболочка со степенью защиты не менее 1Р44 |
| В - IIа | То же, только степень защиты - 1Р54 |

Таблица 8. Допустимые уровни взрывозащиты или степень защиты оболочек электрических аппаратов и приборов

| Класс взрывозащитной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты |
| --- | --- |
| Стационарные установки | |
| В - I, В - II | Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное |
| В - Iа, В - Iг | Повышенной надежности против взрыва (для аппаратов и приборов искрящих или подверженных нагреву до + и выше 80оС); для приборов, не искрящих и не подверженных нагреву – без средств взрывозащиты; для аппаратов с нагревом не выше 80оС, оболочка со степенью защиты не менее 1Р54 |
| Передвижные и ручные переносные установки | |
| В - I, В - Iа, В - II | Взрывобезопасное, особовзрывобезопасное |
| В - Iб, В - I г | Повышенной надежности против взрыва |
| В - IIа | Без средств взрывозащиты; оболочка со степенью защиты не менее 1Р54 |

Таблица 9. Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников

| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты |
| --- | --- |
| Стационарные установки | |
| В - I | Взрывозащищенные |
| В - Iа, В - Iг, В - II | Повышенной надежности против взрыва |
| В - Iб, В - Iа | Без средств взрывозащиты; степень защиты 1Р53 |
| Переносные светильники | |
| В - I, В - Iа, В - II | Взрывозащищенные |
| В - Iб, В - I г, В - IIа | Повышенной надежности против взрыва |