

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра электрических машин и электропривода**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫБОРУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДОК  
ДЛЯ ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОН  
В КУРСОВОМ И ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Краснодар, 2009

УДК 621.313

ББК 31.26

С 154

Рецензент:

д-р техн. наук, проф. Богдан А.В., завкафедрой энергетики и возобновляемых источников энергии;

Методические рекомендации рассмотрены и представлены кафедрой электрических машин и электропривода Кубанского ГАУ (протокол № 8 от 12 января 2009 г.)

**Методические рекомендации по выбору электрооборудования и проводок для взрыво- и пожароопасных зон в курсовом и дипломном проектировании.** – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 30 с.

Составитель: проф. Стрижков И.Г.

Утверждены и рекомендованы к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета энергетики и электрификации Кубанского ГАУ (протокол № 4 от 27 января 2009 г.)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 4  |
| 1 Оценка взрыво- и пожароопасности зон объекта проектирования .....  | 5  |
| 1.1 Оценка классов взрыво- и пожароопасных зон .....   | 5  |
| 1.2 Нормативная оценка классов взрыво- и пожароопасных зон<br>и их размеров .....                                    | 9  |
| 1.3 Классификация взрывоопасных смесей по группам и категориям ..  | 11 |
| 2 Маркировка взрывозащищенного электрооборудования .....   | 12 |
| 3 Выбор взрывозащищенного электрооборудования .....  | 14 |
| 4 Особенности выбора электрооборудования для применения<br>в пожароопасных зонах .....                               | 22 |
| 5 Оценка соответствия электрооборудования пожаро-<br>взрывоопасных зон требованиям ПУЭ и пожарной безопасности ..... | 25 |
| 6 Методика решения типовых задач .....   | 27 |
| Литература .....   | 29 |

## ВВЕДЕНИЕ

В сельскохозяйственном производстве используются материалы, способные распространять горение или взрываться в смеси с воздухом или иными газами. Это и жидкое топливо двигателей внутреннего сгорания и пары этого топлива, и мучная пыль различного происхождения, сено, зерно и много других веществ. Проектирование электрооборудования и электропроводок во взрыво- и пожароопасных зонах имеет свои особенности. Электрооборудование, используемое во взрыво- и пожароопасных зонах, должно иметь специальное конструктивное исполнение и не должно быть источником воспламенения или взрыва. Электротехническая промышленность выпускает электрооборудование, имеющее различную степень защиты конструктивных частей, способных быть причиной взрыва или пожара вследствие образования искр, перегрева и др.

Требования к электрооборудованию, используемому во взрывоопасных зонах, сформулированы в главе 7.3 Правил устройства электроустановок (ПУЭ); в пожароопасных зонах – в главе 7.4 ПУЭ.

ПУЭ предполагают следующий порядок выбора электрооборудования и электропроводок. Вначале производится классификация помещений и зон электроустановок по степени опасности поражения электрическим током. С разъяснения терминов «влажное помещение», «особо сырое помещение» и др. начинается первый раздел ПУЭ. Определяется наличие на проектируемом объекте в обращении веществ, способных взрываться или распространять горение. При наличии таких веществ (автомобильное топливо, горючие масла, мучная пыль и др.) определяется класс взрыво- или пожароопасных зон, где проектируется электрооборудование. Затем определяется категория и группа взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по температуре самовоспламенения и проникающей способности опасных веществ. Далее определяются требования к электрооборудованию (их защитным оболочкам) и электропроводам (типам проводников и способу прокладки), применяемым во взрыво- или пожароопасных зонах.

# 1 ОЦЕНКА ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНОСТИ ЗОН ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1 Оценка классов взрыво- и пожароопасных зон

Взрыво- и пожароопасные зоны являются неотъемлемой частью различных сельскохозяйственных, промышленных, строительных производств, транспортных и иных объектов. Применение электроустановок (ЭУ) на таких объектах сопровождается особыми требованиями, направленными на устранение возможности взрыва или пожара, причиной которых была бы работа этих ЭУ в нормальных или аварийных режимах. Вероятность взрыва или пожара зависит от многих факторов, одним из основных среди которых является оборот в производстве или хранение взрывчатых веществ или веществ, способных взрываться или воспламеняться при соединении с воздухом или иными веществами под действием открытого пламени, высоких температур и др.

Одной из задач по обеспечению пожарной безопасности является точное определение степени опасности зоны применения ЭУ и определение размеров этой зоны (границ взрыво- и пожароопасной зоны). От класса взрывоопасной или пожароопасной зоны зависят требования к ЭУ, необходимость применения особых видов защиты, таких как молниезащита, защита от статического электричества и др.

Оценка класса взрыво- или пожароопасной зоны применения ЭУ производится по материалам главы 7.3 или 7.4 ПУЭ, а также Международной электротехнической комиссии МЭК 79-10. С 1.05.2009 г. в России вводится федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ (далее Технический регламент или ТРТПБ), дающий иную, чем ПУЭ-6, классификацию взрывоопасных зон. Несомненно, что в седьмом издании ПУЭ будет введена классификация, совпадающая с ТРТПБ.

В з р ы в о о п а с н о й з о н о й называется пространство, в котором имеется или может образоваться взрывоопасная среда в таком количестве, что могут потребоваться специальные меры предосторожности, заложенные

в конструкцию электрооборудования, а также необходимые при его монтаже и в эксплуатации. Соответственно, пространство, где образование такой среды не предполагается, называется безопасной зоной.

Взрывоопасные зоны классифицируются в зависимости от агрегатного состояния взрывоопасных и пожароопасных веществ, образующих взрывоопасную среду. Назначение классификации – определение требований к безопасному использованию ЭУ во взрывоопасной зоне.

Действие указанных глав ПУЭ распространяется на ЭУ, размещенные во взрывоопасных зонах внутри и вне помещений, и не распространяется на подземные ЭУ в шахтах, на предприятиях производства и хранения взрывчатых веществ.

### ***Классификация взрывоопасных зон по ПУЭ-6:***

**З о н ы   к л а с с а   В-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых ёмкостях, и т.п.

**З о н ы   к л а с с а   В-Ia** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-88 (например, машинные залы аммиачных компрессорных).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, кроме электромашинных помещений с генераторами, имеющими водородное охлаждение.

З о н ы   к л а с с а   В-Iг – пространства у наружных установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, примыкающие к проемам в помещения со взрывоопасными зонами В-I, В-Iа и В-II.

З о н ы   к л а с с а   В-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

З о н ы   к л а с с а   В-IIа - зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния с волокнами и пылью возможны только в результате аварий или неисправностей.

### ***Классификация взрывоопасных зон по ТРТПБ*** (извлечение из закона):

#### **Статья 19. Классификация взрывоопасных зон**

1. В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) 0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

2) 1-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

3) 2-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

4) 20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;

5) 21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

6) 22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

2. Методы определения классификационных показателей взрывоопасной зоны устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

Соответствие классов взрывоопасных зон (примерное) по ПУЭ-6 и ТРТПБ приведено в таблице 1.

Таблица 1. Соответствие классов взрывоопасных зон по Техническому регламенту и ПУЭ-6

| Класс зоны по ТРТПБ | 0   | 1         | 2          | 20   | 21   | 22    |
|---------------------|-----|-----------|------------|------|------|-------|
| По ПУЭ-6            | В-I | В-I, В-Iг | В-Ia, В-Iг | В-II | В-II | В-IIa |

В таблице 2 приведена классификация взрывоопасных зон при использовании веществ и материалов различного агрегатного состояния.

Таблица 2. Классификация взрывоопасных зон при использовании различных веществ и материалов

| Вещества и материалы  | Избыточное давление взрыва, кПа | Класс зоны по ТРТПБ | Класс зоны по ПУЭ | Размеры зоны            |
|---|---------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| ГГ, ЛВЖ   | Более 5                         | 1, 2                | В-I, В-Ia         | Все помещение           |
| То же   | Не более 5                      | 1, 2                | В-I, В-Iб         | Часть помещения         |
| Горючие пыли, волокна   | Более 5                         | 21, 22              | В-II, В-IIa       | Все помещение           |
| То же   | Не более 5                      | 21, 22              | В-II, В-IIa       | Часть помещения         |
| Вещества, образующие взрывоопасные смеси при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом | Более 5                         | 2                   | В-Ia              | Все помещение           |
| То же   | Не более 5                      | 2                   | В-Iб              | Часть помещения         |
| Перегретые ГЖ   | Более 5                         | 2                   | В-Ia              | Все помещение           |
| То же   | Не более 5                      | 2                   | В-Iб              | Часть помещения         |
| Газообразный водород  | Не более 5                      | 2                   | В-Iб              | Верхняя часть помещения |

Публикация МЭК 79-10 дает основные принципы и методику классификации взрывоопасных зон, принятую за основу в большинстве зарубежных стран. Целью публикации МЭК 79-10 является обоснованный выбор электрооборудования для использования во взрывоопасных зонах.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся к взрывоопасным в отношении их электрооборудования.



Зоны, примыкающие к взрывоопасным и соединенные с ними дверью или проемом, также считаются опасными и подлежат классификации. Эта классификация приведена в таблице 3.

Таблица 3. Классификация взрывоопасных зон в смежных помещениях

| Класс взрывоопасной зоны | Класс зоны смежного с взрывоопасным помещения, отделенного стеной с дверным проемом |
|--------------------------|---|
| В-I                      | В-Ia  |
| В-Ia                     | В-Iб  |
| В-Iб                     | Невзрывопожароопасная   |
| В-II                     | В-IIa   |
| В-IIa                    | Невзрывопожароопасная   |

Классификация пожароопасных зон (в ПУЭ-6 и в Техническом регламенте они совпадают).

**П о ж а р о о п а с н о й з о н о й** называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в которых они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

**З о н ы к л а с с а П-I** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

**З о н ы к л а с с а П-II**– зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> к объёму воздуха.

**З о н ы к л а с с а П-IIa** – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

**З о н ы к л а с с а П-III** – зоны, расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества.

Зоны за пределами 5 м от технологического оборудования и 3 м для единичного пожароопасного оборудования, где обращаются горючие веще-

ства, имеется открытое пламя, раскаленные части, не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным.

Определение границ и класса взрыво- и пожароопасных зон должно производиться технологами совместно с электриками проектной или эксплуатационной организации. Наличие взрыво- или пожароопасных зон указывается на рабочих чертежах, на планах силового и осветительного оборудования и сетей в виде прямоугольника с обозначением внутри класса зоны (пример обозначения см. в приложении 1).

Классифицируют помещения по взрыво- и пожароопасности на основании анализа состава и количества опасных веществ, находящихся в обращении в проектируемых зонах. В случае отсутствия достоверных данных в учебных проектах может быть использована примерная классификация зон по таблице 4.

Таблица 4. Примерный перечень взрыво- и пожароопасных зон сельскохозяйственных объектов (для учебного проектирования)

| Наименование объекта  | Основные опасные вещества, находящиеся в обращении  | Категория опасных зон объекта |
|---|---|-------------------------------|
| Газораспределительные станции, склады хранения баллонного газа              | Природный газ   | В-I                           |
| Покрасочные участки, АЗС  | Распыленные краски и лаки, пары бензина   | В-Ia                          |
| Крупные мельницы и комбикормовые производства                               | Мучная или травяная пыль в больших количествах  | В-II                          |
| Авторемонтные предприятия, гаражи, мехмастерские, склады горючих материалов | Дизельное топливо, бензин, машинное и моторное масло  | П-I                           |
| Мельницы, дробилки, табакохранилища, цеха обработки древесины               | Мучная, травяная пыль в малых количествах, древесная пыль, дерево, сухая трава, сухой табак | П-II                          |
| Коровники, телятники, свиарники с подстилкой из соломы                      | Сено, солома, сухие корма   | П-IIa                         |
| Склады минеральных масел, дерева, соломы, сена, комбикормов                 | Перечисленные складированные вещества   | П-III                         |

## 1.2 Нормативная оценка классов взрыво- и пожароопасных зон и их размеров

Оценка классов взрыво- и пожароопасных зон производится согласно глав 7.3 и 7.4 ПУЭ и статьям 17-19 Технического регламента (напомним, что классификация зон в этих документах неодинакова).

Определение границ классов пожаро- и взрывоопасной зоны производится технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

Аналитическую оценку классов взрывоопасной и пожароопасной зоны и ее размеров производят на основе расчета избыточного давления взрыва взрывоопасной смеси  $\Delta P$ . Порядок расчета следующий.

Массу вещества  $m$ , кг, участвующего в образовании реактивных зон взрывоопасных концентраций, определяют по формуле

$$m = m^* Z,$$

где  $m^*$  – масса вещества, которая может быть аккумулирована в объеме помещения, кг;  $Z$  – коэффициент участия горючего вещества во взрыве, который может быть рассчитан по методике в приложении НПБ 105-95 (для горючих газов и пылей  $Z = 0,5$ , для ЛВЖ и ГЖ, нагретых до температуры вспышки  $Z = 0,3$ , для водорода  $Z = 1$ ).

Для веществ группы А (индивидуальные горючие вещества, состоящие из атомов углерода, водорода, кислорода, азота и галогенов) избыточное давление взрыва  $\Delta P$  рассчитывают по формуле

$$\Delta P = \frac{100m(P_{\max} - P_0)}{V_{св} \rho_{гн} C_{ст} K_n},$$

где  $P_{\max}$  – максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, кПа (определяется экспериментально или по справочным данным; при их отсутствии принимают  $P_{\max} = 900$  кПа);  $P_0$  – начальное давление, принимают равным 101 кПа;  $m$  – масса горючего газа (ГГ) или паров ЛВЖ и ГЖ, попавших в помещение в результате аварии;  $V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup> (допускается принять  $V_{св} =$

$0,8V_{\text{geom}})$ ;  $\rho_{\text{гп}}$  – плотность газа или паров при расчетной температуре, кг.м<sup>3</sup>;  $C_{\text{ст}}$  – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об);  $K_n$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (принимают равным 3).

Стехиометрическую концентрацию горючего вещества определяют по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta},$$

где  $\beta$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения, определяемый по формуле

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_o}{4} - \frac{n}{2},$$

где  $n_c$ ,  $n_n$ ,  $n_o$  и  $n$  – число атомов углерода, водорода, кислорода и галогенов в молекуле горючего.

Плотность пара или газа определяется по формуле

$$\rho_{\text{гп}} = \frac{12,15M}{273 + t_{\text{г}}},$$

где  $M$  – молекулярная масса вещества;  $t_{\text{г}}$  – расчетная температура воздуха, °С (принимают 61 °С).

Для веществ группы В (смеси и индивидуальные вещества, кроме группы А)

$$\Delta P = \frac{mQ_m P_0}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г}} C_{\text{г}} K_n (273 + t_{\text{г}})},$$

где  $Q_m$  – теплота сгорания вещества, кДж/кг;  $C_{\text{г}}$  – теплоемкость воздуха, кДж/(кг.К) (допускается принимать равной  $1,01 \cdot 10^3$  кДж/(кг.К));  $\rho$  – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре, кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\rho = 352/(273 + t_{\text{в}}).$$

### 1.3 Классификация взрывоопасных смесей по группам и категориям

Все взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом принято разделять на *группы* и *категории*. В основу классификации по группам положена температура самовоспламенения смеси. ПУЭ дает следующее определение групп.

Таблица 5. Группы взрывоопасных смесей и паров с воздухом по температуре самовоспламенения

| Группа | Температура самовоспламенения смеси, °С | Группа | Температура самовоспламенения смеси, °С |
|--------|---|--------|---|
| T1     | Выше 450                                | T4     | Выше 135 до 200                         |
| T2     | Выше 300 до 450                         | T5     | Выше 100 до 135                         |
| T3     | Выше 200 до 300                         | T6     | Выше 85 до 100                          |

Таблица 6. Категории взрывоопасных смесей по ПИВРЭ\*

| Категория | Критический зазор, мм | Категория | Критический зазор, мм |
|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| 1         | Более 1,0             | 3         | От 0,35 до 0,65       |
| 2         | От 0,65 до 1,0        | 4         | До 0,35               |

\* - Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования

Категории взрывоопасности смеси определяется по таблице 5.

Таблица 7. Категории взрывоопасности смеси

| Категория смеси | Наименование смеси       | БЭМЗ*, мм        |
|-----------------|--------------------------|------------------|
| I               | Рудничный метан          | Более 1,0        |
| II              | Промышленные газы и пары | Более 1,0        |
| IIA             | То же                    | Более 0,9        |
| IIB             | То же                    | Более 0,5 до 0,9 |
| IIC             | То же                    | До 0,5           |

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

## 2 МАРКИРОВКА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования определена ГОСТ 12.2.020-76.

Взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Установлены следующие уровни взрывозащиты электрооборудования: «электрооборудование повышенной надежности против взрыва», «взрыво-

безопасное электрооборудование», «особовзрывобезопасное электрооборудование».

Уровень «электрооборудование повышенной надежности против взрыва» - взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в нормальном режиме работы. Знак уровня – 2.

Уровень - «взрывобезопасное электрооборудование» - взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как в нормальном режиме работы, так и в при вероятных повреждениях, кроме повреждений средств взрывозащиты. Знак уровня – 1.

Уровень «особовзрывобезопасное электрооборудование» - взрывозащищенное электрооборудование, в котором приняты дополнительные средства взрывозащиты. Знак уровня – 0.

Взрывозащищенное электрооборудование может иметь следующие виды взрывозащиты:

|  |   |
|--|---|
| Взрывонепроницаемая оболочка .....   | d |
| Заполнении или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом ..... | p |
| Искробезопасная электрическая цепь .....                                       | i |
| Кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями .....                     | q |
| Масляное заполнение оболочки с токоведущими частями .....                      | o |
| Специальный вид взрывозащиты .....   | s |
| Защита вида «е» .....  | e |

Взрывозащищенное электрооборудование в зависимости от области применения подразделяется на две группы: рудничное, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, знак группы – I; для прочих – II.

В маркировку по взрывозащите электрооборудования в указанной ниже последовательности входят:

знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);

знак Ex, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;

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

знак группы или подгруппы электрооборудования (II, IIA, IIB, IIC);

знак температурного класса электрооборудования (T1-T6).

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования:  
2ExeПТ6 – электрооборудование повышенной надежности против взрыва, с защитой вида «е», группы II, температурного класса T6; 0ExiПСТ5 - особовзрывобезопасное электрооборудование с искробезопасной электрической цепью, группы IIC, температурного класса T5.

**Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ПИВРЭ** (Правилам изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования). По ПИВРЭ взрывозащищенное электрооборудование имеет маркировку с указанием:

а) уровня взрывозащиты;

б) наивысшей категории и наивысшей группы взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является защищенным;

в) вида взрывозащиты.

Маркировка выполняется непосредственно на электрооборудовании в прямоугольной или круглой рамках.

**В прямоугольной рамке** обозначаются уровень взрывозащиты, категория и группа взрывоопасной смеси.

Первой буквой обозначается уровень взрывозащиты электрооборудования:

Повышенной надежности против взрыва ..... Н

Взрывобезопасное ..... В

Особовзрывобезопасное ..... О

На второй-четвертой позициях обозначаются категория и группа взрывоопасной смеси: категория – цифрой согласно табл. 7, группа – буквой и цифрой согласно табл. 5.

В круглой рамке обозначается буквой вид (или виды) взрывозащиты:

|   |   |
|---|---|
| Взрывонепроницаемая оболочка .....                              | В |
| Заполнении или продувка оболочки под избыточным давлением ..... | П |
| Искробезопасная электрическая цепь .....                        | И |
| Кварцевое заполнение оболочки .....                             | К |
| Масляное заполнение оболочки .....                              | М |
| Автоматическое отключение от источника электроэнергии .....     | А |
| Специальный вид взрывозащиты .....                              | С |
| Повышенной надежности против взрыва (защита вида «е») .....     | Н |

### 3 ВЫБОР ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Надежность и безопасность эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования во взрывобезопасных зонах может быть обеспечена при соответствии используемого оборудования условиям среды, что отражено в требованиях по выбору оборудования, содержащихся в главе 7.3 ПУЭ.

Выбор электрооборудования по допустимому уровню взрывозащиты для взрывоопасных зон должен соответствовать таблице 8. Рекомендуемое осветительное оборудование для различных зон представлено в таблицах 11 и 12, двигатели, аппараты и рекомендуемые проводки представлены в соответствующих таблицах главы.

Электродвигатели, применяемые во взрывоопасных зонах. Во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iг и В-II применяют взрывозащищенные электродвигатели серии ВАО, ВАО2, ВАО3, В, 2В, ВАСО, АИМ, АИМР, 2АЗМВ1, СТДП и др. Во взрывоопасных зонах класса В-Iб и В-IIа допускается применение электродвигателей общего назначения без средств взрывозащиты, например АИР, 5А. Взрывозащищенные двигатели АИМ и АИМР являются новыми сериями, и постепенно вытесняют двигатели других типов мощностью 0,4-110 кВт.



Таблица 8. Электрооборудование для взрывоопасных зон

| Вид ЭО                           |                                       | Минимально допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки* в зависимости от класса взрывоопасной зоны |                                       |                                     |                                       |                                     |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|                                  |                                       | В-I  | В-Ia                                  | В-Iг                                | В-Iб                                  | В-II                                | В-IIa                                 |
| Электрические машины             |                                       | Взрывобезопасное   | Повышенной надежности против взрыва   |                                     | Без средств взрывозащиты              | Взрывобезопасное                    | Без средств взрывозащиты, <i>IP5X</i> |
| Электрические аппараты и приборы | В стационарных установках             |  | Повышенной надежности против взрыва** |                                     |                                       |                                     |                                       |
|                                  | В передвижных, переносных и ручных ЭУ |  | Взрывобезопасное                      | Повышенной надежности против взрыва |                                       |                                     |                                       |
| Электрические светильники        | Стационарные                          |  | Повышенной надежности против взрыва   |                                     | Без средств взрывозащиты, <i>IP5X</i> | Повышенной надежности против взрыва |                                       |
|                                  | Переносные                            |  | Взрывобезопасное                      | Повышенной надежности против взрыва |                                       | Взрывобезопасное                    | Повышенной надежности против взрыва   |

\* - степень защиты оболочки от воздействия воды должна выбираться дополнительно.

\*\* - Аппараты и приборы, нормально не искрящие и не подверженные нагреву выше 80 °С, допускается применять без средств взрывозащиты, в оболочках со степенью защиты не ниже *IP5X*.

Электродвигатели серии ВАО расшифровываются так: В – взрывозащищенный, А – асинхронный, О – обдуваемый. Первая цифра в маркировке обозначает условный номер диаметра пакета сердечника статора (габарит), вторая цифра – условную длину пакета статора, третья цифра – число полюсов. Например, ВАО-72-4 означает взрывозащищенный асинхронный обдуваемый двигатель 7-го габарита, второй длины статора, четырехполюсный (синхронная частота вращения 1500 об/мин).

Маркировка двигателя АИМ90L6 расшифровывается так: А – асинхронный, И – разработан группой стран, входящих в объединение Интерэлектро, М – взрывозащищенный для группы II, подгруппы В по ГОСТ 12.2.20-76, высота оси вращения 90 мм, условная длина станины длинная (S – короткий, M – средний, L – длинный), 6 полюсов (четное число).

Полный перечень отечественных взрывозащищенных двигателей с указанием области их применения приводится в справочниках по электрическим машинам [6].

Таблица 9. Маркировка по взрывозащите двигателей АИМ и АИМП

| Типоразмеры двигателей      | Маркировка по ГОСТ 12.2.020-76 |                         |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                             | для внутренних поставок        | для экспортных поставок |
| АИМ 63, 71, 80              | 1ExdeПВТ4/2ExdeПСТ4            | ExdeПВТ4, ExdПВТ4       |
| АИМ, АИМП 90, 100, 112, 132 | 1ExdПВТ4/2ExdПСТ4              | ExdПВТ4                 |
| АИМ, АИМП 160, 180          | 1ExdeПВТ4, 1ExdПВТ4            | ExdeПВТ4, ExdПВТ4       |
| АИМ, АИМП 200, 225, 250     | 1ExdПВТ4                       | ExdeПВТ4                |

Основными взрывозащищенными аппаратами, применяемыми в ЭУ взрывоопасных зон, являются электромагнитные пускатели ПМ32, ПМ700А, посты управления серии КУ90 и ПВ, выключатели путевые серии ВПВ, универсальные переключатели серии УП5800 и др. Пускатель ПМ32 имеет маркировку по взрывозащите 2ExdeПСТ5. Пускатель имеет два отделения – отделение вводов и коммутационное. В коммутационном отделении расположены два контактора (пускателя), соединенных последовательно, и тепловое реле. Электрическая схема допускает работу двух пускателей по схеме реверсивного управления, а также позволяет осуществлять нулевую защиту, защиту от перегрузки и блокировку последовательности включения пускателей. Основные технические данные электромагнитных пускателей приведены в таблице 8.

Для дистанционного управления аппаратами управления применяются кнопочные посты управления серии КУ90 с маркировкой по взрывозащите

IExdПВТ5. Посты рассчитаны на ток 10 А, при напряжении 380 В и частотах 50 и 60 Гц. В зависимости от типа имеют одно-, двух- и трехкнопочное исполнение, с обозначением, соответственно, КУ91, КУ92 и КУ93.

Таблица 10. Основные технические данные электромагнитных пускателей

| Тип пускателя | Номинальный ток, А | Макс. мощность двигателя при U=380В, кВт | Наличие теплового реле | Кол-во блокконт. н.о./н.з., шт. | Предельный ток отключения, кА | Маркировка по взрывозащите |
|---------------|--------------------|--|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| ПМ712А-100    | 100                | 13                                       | Есть                   | 1/2                             | 1,3                           | НМБ                        |
| ПМ722А-100    | 100                | 13                                       | Нет                    | 1/2                             | 1,3                           | НМГ                        |
| ПМ711А-250    | 250                | 55                                       | Есть                   | 1/2                             | 2,3                           | НМБ                        |
| ПМ721А-250    | 250                | 55                                       | Нет                    | 1/2                             | 2,3                           | НМГ                        |

Электрические светильники, устанавливаемые во взрывоопасных зонах, должны отвечать требованиям раздела 7.3 ПУЭ.

Основные технические данные отечественных взрывозащищенных светильников группы II приведены в таблицах 11 и 12.

Электрическую сеть во взрывоопасных зонах следует выполнять рекомендованными проводниками и способами прокладки. Применение голых проводников в этих зонах не допускается. Во взрывоопасных зонах проводки рекомендуется выполнять кабелями с оболочками из материалов, не распространяющих горение. Рекомендуется преимущественно применять открытую прокладку бронированных и небронированных кабелей по стенам и строительным конструкциям, на лотках, профилях, тросах, струнах и т.п., а в наружных зонах на эстакадах, по строительным конструкциям (см. табл. 7.14). Во взрывоопасных зонах провода можно применять только при прокладке в стальных водогазопроводных трубах. Использование соединительных и ответвительных коробок и кабельных муфт не допускается, за исключением искробезопасных цепей.

Таблица 11. Взрывозащищенные светильники НПО «Электролуч»

| Наименование | Тип светильника |      |          |           |
|--------------|-----------------|------|----------|-----------|
|              | ВЗГ-            | Н4Б- | ВЗГ/В4А- | РСР25-125 |

|                                      |  |                                     |                                |                                     |                                     |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                      |  | 200АМС                              | 300МА                          | 200МС                               |                                     |
| Правила или стандарт по взрывозащите |  | ПИБЭ                                |                                |                                     | ГОСТ22782.<br>ГОСТ22782             |
| Маркировка взрывозащиты              |  | ВЗГ<br>(1Exd11BT4)                  | Н4Б<br>(2Exd11CT<br>2)         | (1Exd11B<br>T4/<br>H <sub>2</sub> ) | <u>1Exd11BT4</u><br>2Exd11CT4       |
| Область применения                   | Наивысшая категория и группа взрывоопасной смеси | 11BT4                               | 11CT4                          | 11BT4+H <sub>2</sub>                | <u>11BT4</u><br>11CT4               |
|                                      | Класс взрывоопасной зоны                         | В-1, В-1а, В-11, В-1г (под навесом) | В-1а, В-11, В-1г (под навесом) | В-1, В-1а, В-11, В-1г (под навесом) | В-1, В-1а, В-11, В-1г (под навесом) |
|                                      | Климат. исполнение и катег. размещения           | У2, Т2                              |                                |                                     | У1, Т1, УХЛ4                        |
| Степень защиты оболочки              |  | IP54                                |                                |                                     |                                     |
| Источник света                       | Тип  | Лампа накаливания                   |                                |                                     | ДРЛ                                 |
|                                      | Марка лампы                                      | Г125-135-200, Г220-230-200          | Г125-135-300-1, Г220-230-300-1 | Г125-135-200, Г220-230-200          | ДРЛ125(6)                           |
|                                      | Мощность, Вт                                     | 200                                 | 300                            | 200                                 | 125                                 |

Таблица 12. Взрывозащищенные светильники НПО «Ватра»

|                                      |                                    |                        |                        |                             |                       |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Наименование                         |                                    | Н4БН-150               | НСП23-200              | Н4Т4-Л                      | Н4Т5-Л                |
| Правила или стандарт по взрывозащите |                                    | ПИБЭ                   | ГОСТ22782              | ПИБЭ                        |                       |
| Маркировка взрывозащиты              |                                    | Н4Б<br>(2Exed11CT2)    | 2Exed11CT2             | Н4Т4<br>Н(2Exed11CT4)       | Н4Т5<br>Н(2Exed11CT5) |
| Степень защиты оболочки              |                                    | IP54                   |                        |                             |                       |
| Область применения                   | Наивысшая категория и группа смеси | 11CT2                  |                        | 11CT4                       | 11CT5                 |
|                                      | Класс взрывоопасной зоны           | В-1а, В-1г, В-11       | В-1а, В-1г             | В-1а, В-11                  |                       |
|                                      | Климатическое исполнение           | У1, Т1<br>-40...+35 °С | У1, Т1<br>-40...+40 °С | У3, УХЛ3, Т3<br>+5...+40 °С |                       |
|                                      | Запыленность воздуха               | -                      |                        | 10 мг/м <sup>3</sup>        |                       |
| Источник света                       | Тип                                | Лампа накаливания      |                        | Люминесцентная лампа        |                       |
|                                      | Марка лампы                        | Г215-225-150           | Г215-225-200           | ЛБ80                        | ЛБ65                  |
|                                      | Мощность, Вт                       | 150                    | 200                    | <u>1x80</u><br>2x80         | <u>1x65</u><br>2x65   |

Отношение к трубным проводкам в последние годы меняется; их применяют всё реже. Главным недостатком трубных проводок является большая

трудоемкость прокладок, необходимость в специальных разделительных уплотнениях, склонность к скоплению конденсата в трубах и коррозии труб. Повышенная безопасность трубных проводок во многих случаях не подтверждается практикой, что связано с некачественным монтажом, повреждением проводников при их протяжке по трубам, которое приводит к возникновению КЗ или обрыву жилы. В целом открытая прокладка кабелей оказывается надежнее и эффективнее трубных проводок.

Рекомендуемые марки кабелей и проводов и способов прокладки приведены в таблицах 13-14.

Таблица 13. Область применения кабелей, рекомендуемых для открытой прокладки по классам взрывоопасных зон

| Назначение сети             | Рекомендуемые марки кабелей для зон классов |                                      |   |   |                                       |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
|                             | В-I   | В-Ia                                 | В-Iб  | В-Iг  | В-II                                  | В-IIa   |
| 1                           | 2   | 3                                    | 4   | 5   | 6                                     | 7   |
| Силовые сети выше 1кВ       | СБГУ  | СБГУ                                 | ААБилГ<br>ААБлГУ<br>АСБГУ                                       | ААБилГ<br>ААБлГУ<br>АСБГУ<br>ААШвУнг                                | ААБилГ<br>ААБлГУ<br>АСБГУ             | ААБилГ<br>ААБлГУ<br>АСБГУ                                       |
| Силовые сети до 1 кВ        | ВБбШв<br>ВРБГ <sub>3</sub><br>СБГУ          | ВБбШв<br>ВРБГ <sub>3</sub><br>СБГУ   | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub><br>АСШвУ<br>АСГУ<br>ААГУ | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub><br>ААШвУнг<br>АСШв<br>АВБбШв | АВБбШв<br>АВРБГ <sub>3</sub><br>АСБГУ | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub><br>АСШвУ<br>АСГУ<br>ААГУ |
| Осветительные сети до 380 В | -   | ВВГ <sub>3</sub><br>ВРГ <sub>3</sub> | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub>                          | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub>                              | -                                     | АВВГ <sub>3</sub><br>АВРГ <sub>3</sub>                          |
| Вторичные сети до 1 кВ      | КВБбШв<br>КВВБГ<br>КРНБГ                    | КВБбШв<br>КВВБГ<br>КРНБГ             | АКВВГ <sub>3</sub><br>АКВРГ <sub>3</sub><br>АКНРГ               | АКВВГ <sub>3</sub><br>АКВРГ <sub>3</sub><br>АКНРГ                   | АКВБбШв<br>АКВВБГ<br>АКРНБГ           | АКВВГ <sub>3</sub><br>АКВРГ <sub>3</sub><br>АКНРГ               |
| Сети передвижных ЭУ до 1 кВ | КПГСН<br>КПГС                               | КПГСН<br>КПГС<br>КПГН                | КПГСН<br>КПГС<br>КПГН<br>КГН<br>КГ                              | КПГСН<br>КПГС<br>КПГН   | КПГСН<br>КПГС<br>КПГН                 | КПГСН<br>КПГС<br>КПГН<br>КГН<br>КГ                              |

Таблица 14. Рекомендуемые способы прокладки кабелей во взрывоопасных зонах

| Характеристика | Способ прокладки | Назначение сети |
|----------------|------------------|-----------------|
|----------------|------------------|-----------------|

|  |  |                              |                               |
|--|--|------------------------------|-------------------------------|
| кабелей  |  | Силовые<br>до и выше<br>1 кВ | Освети-<br>тельные            |
| Бронированные<br>кабели                              | Открыто - по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях и монтажных профилях.<br>Скрыто – в земле, в блоках | В зонах любого класса        |                               |
| Небронированные<br>кабели для стационарной прокладки | То же, но кроме того для осветительных сетей на тросах и струнах   | В-1б<br>В-1г<br>В-11а        | В-1а<br>В-1б<br>В-1г<br>В-11а |
| Гибкие до 0,66 кВ для передвижных электроприемников  | На специальных каретках и подвесах   | В зонах любого класса        |                               |

#### 4. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ

Электрооборудование, применяемое в пожароопасных зонах, должно соответствовать требованиям главы 7.4 ПУЭ.

При выборе электрооборудования для пожароопасных зон основным показателем является минимально допустимая степень защиты оболочек электрооборудования от прикосновения, попадания твердых предметов и частиц, пыли и волокон, а также воды (дождя, брызг). При этом степень защиты оболочек от проникновения воды (вторую цифру обозначения) допускается изменять в зависимости от условий среды размещения оборудования. Следует отметить отсутствие прямой связи между маркировкой электрооборудования по степени защиты оболочки и его пожарной безопасности; имеет место косвенная связь.

Минимальная допустимая степень защиты оболочек приведена в таблице 15. Рекомендованные для применения в пожароопасных зонах аппараты управления и защиты представлены в таблице 16. Светильники отечественного производства, рекомендованные для применения в пожароопасных зонах, представлены в таблице 17.

Таблица 15. Минимальная степень защиты оболочек электрооборудования для пожароопасных зон

| Электрооборудование  | Степень защиты оболочки для зоны |      |       |       |
|--|----------------------------------|------|-------|-------|
|  | П-I                              | П-II | П-IIa | П-III |
| 1  | 2                                | 3    | 4     | 5     |
| Электрические машины   |                                  |      |       |       |
| Стационарно установленные с искрящими частями по условиям работы                             | IP44                             | IP54 | IP44  | IP44  |
| То же без искрящихся частей  | IP44                             | IP44 | IP44  | IP44  |
| Все машины, установленные на передвижных механизмах (краны, тельферы, электротележки и т.п.) | IP44                             | IP54 | IP44  | IP44  |
| Электрические аппараты, приборы, шкафы и сборки зажимов                                      |                                  |      |       |       |
| Аппараты искрящие по условиям работы   | IP44                             | IP54 | IP44  | IP44  |
| Аппараты не искрящие по условиям работы  | IP44                             | IP44 | IP44  | IP44  |
| Шкафы для размещения аппаратов и приборов  | IP44                             | IP54 | IP44  | IP44  |
| Коробки для зажимов  | IP44                             | IP44 | IP44  | IP44  |
| Светильники  |                                  |      |       |       |
| Лампы накаливания  | IP53                             | IP53 | 2'3   | 2'3   |
| Лампы ДРЛ  | IP53                             | IP53 | IP23  | IP23  |
| Люминесцентные лампы   | 5'3                              | 5'3  | IP23  | IP23  |

Таблица 16. ПЗА, рекомендуемые для применения в пожароопасных зонах

| Наименование               | Тип      | Напряжение, В | Ток, А      | Степень защиты оболочки |
|----------------------------|----------|---------------|-------------|-------------------------|
| Автоматический выключатель | АП50Б    | 380           | 1,6 - 63    | IP54                    |
| Магнитные пускатели        | ПМЛ      | 380           | 10 – 63     | IP54                    |
|                            | ПМА      | 660           | 40 - 160    | IP54                    |
| Посты управления           | ПКЕ      | 660           | 10          | IP54                    |
|                            | ПКУ14    | 660           | 2,5; 6      | IP54                    |
|                            | ПКУ15    | 660           | 10          | IP54                    |
| Кнопки управления          | КЕ       | 660           | 10          | IP54                    |
| Ящики силовые              | ЯРП11    | 380           | 100; 250    | IP54                    |
|                            | ЯРП20    | 380           | 250         | IP54                    |
|                            | ЯВЗ      | 380           | 100; 250    | IP54                    |
|                            | ЯПБВУ-1М | 380           | 100         | IP54                    |
|                            | ЯПБВУ-4  | 380           | 315         | IP54                    |
|                            | ЯБ-2     | 380           | 160; 200    | IP54                    |
|                            | ЯБ-4     | 380           | 250         | IP54                    |
|                            | ЯВШ      | 380           | 25, 63, 100 | IP54                    |
|                            | УП5400   | 380           | 16          | IP54                    |
| Распределительные пункты   | ПР 8804  | 380; 660      |             | IP54                    |

Таблица 17. Светильники, рекомендуемые для применения в пожароопасных зонах

| Тип светильни- | Источник света | Степень защиты | Способ |
|----------------|----------------|----------------|--------|
|----------------|----------------|----------------|--------|

| ка                        | Тип лампы | Кол-во и мощность ламп | оболочки  | монтажа* |
|---------------------------|-----------|------------------------|-----------|----------|
| 1                         | 2         | 3                      | 4         | 5        |
| С газоразрядными лампами  |           |                        |           |          |
| РПП 01                    | ДРЛ       | 1x50, 1x80, 1x125      | IP54      | 1, 2, 3  |
| РСП 08                    | ДРЛ       | 1x250                  | 5'3       | 1, 2, 3  |
| РСП 11                    | ДРЛ       | 1x400                  | IP52      | 1, 3     |
| РСП 12                    | ДРЛ       | 1x700                  | IP52      | 1, 3     |
| РСП 13                    | ДРЛ       | 1x400, 1x700<br>1x1000 | 5'3       | 1, 3     |
| РСП 16                    | ДРЛ       | 1x400                  | IP52      | 1, 3     |
| РСП 20                    | ДРЛ       | 1x400, 1x700           | 5'0       | 1, 3     |
| РСП 21                    | ДРЛ       | 1x80, 1x125            | IP52, 5'3 | 1, 2, 3  |
| РСП 27                    | ДРЛ       | 1x80, 1x125            | IP52      | 1, 2     |
| ГПП 01                    | ДРИ       | 1x125                  | IP54      | 4        |
| ГПП 15                    | ДРИ       | 1x400                  | IP52      | 1, 3     |
| ГСП 17                    | ДРИ       | 1x700, 1x2000          | 5'0       | 1, 2, 3  |
| ССП 04                    | ДРИЗ      | 1x250, 1x400<br>1x700  | 5'0       | 1, 2, 3  |
| ЖПП 01                    | ДНаТ      | 1x70, 1x100            | IP54      | 6        |
| ЖСП 01                    | ДНаТ      | 1x400                  | IP53      | 1, 2     |
| ЖСП 01                    | ДНаТ      | 1x250                  | 5'0       | 1, 2, 3  |
| ЖСП 01                    | ДНаТ      | 1x70                   | IP53      | 1, 2, 3  |
| С лампами накаливания     |           |                        |           |          |
| НСП 11                    | ЛН        | 1x100, 1x200           | IP62      | 1, 2     |
| НСП 11                    | ЛН        | 1x500                  | IP52      | 1, 2, 3  |
| НСП 17                    | ЛН        | 1x200, 1x500<br>1x1000 | 5'0       | 1, 2, 3  |
| НСП 22                    | ЛН        | 1x500                  | IP52      | 1, 3     |
| НСП 01                    | ЛН        | 1x100                  | 5'0       | 2, 3     |
| НСП 02                    | ЛН        | 1x100                  | IP51      | 1, 2     |
| НСП 03                    | ЛН        | 1x60                   | IP54      | 4        |
| НСП 09                    | ЛН        | 1x200                  | IP50      | 1, 2     |
| НПП 05                    | ЛН        | 1x100                  | IP55      | 4        |
| ПСХ                       | ЛН        | 1x60                   | IP54      | 4        |
| НСР 01                    | ЛН        | 1x200                  | IP54      | 2        |
| С люминесцентными лампами |           |                        |           |          |
| ПВЛМ                      | ЛЛ        | 2x40                   | 5'0       | 4, 5     |
| ПВЛП                      | ЛЛ        | 2x40                   | IP54      | 4, 5     |
| ЛСП 16                    | ЛЛ        | 2x40                   | IP54      | 2, 5, 6  |
| ЛСП 18                    | ЛЛ        | 1x40, 2x65             | 5'4       | 4, 5     |
| ЛСП 18                    | ЛЛ        | 1x18, 1x58             | IP65      | 1, 4     |
| ЛСП 22                    | ЛЛ        | 2x65                   | 5'0, 5'3  | 4, 5     |

\* Способы монтажа:

1 – на трубу G 3/4;

2 – на крюк, на трубу G 3/4;

3 – на монтажный профиль, на трубу G 3/4;

4 - на крюк, на монтажный профиль, на трубу G 3/4;

5 - на крюк, на монтажный профиль;

6 – на потолке;



7 – на крюк.

В пожароопасных зонах любого класса разрешаются все виды прокладок кабелей и проводов с медными жилами, кроме неизолированных. При этом провода и кабели должны иметь оболочки из материалов, не распространяющих горение. Прокладка незащищенных изолированных проводов с алюминиевыми жилами должна производиться в трубах и коробах. Рекомендованные марки кабелей и проводов с алюминиевыми жилами для различных видов прокладки представлены в таблице 18.

Таблица 18. Способы прокладки и марки проводов и кабелей с алюминиевыми жилами, рекомендуемых для применения в пожароопасных зонах всех классов

| Вид электропроводки и способ прокладки  | Марки  |   |
|---|--|---|
|   | проводов   | кабелей   |
| Открытая – по стенам, по потолку, на струнах и лентах   | -  | АВВГ <sub>3</sub> АВБбШв<br>АВРГ <sub>3</sub> АВРБГ <sub>3</sub><br>АНРГ <sub>3</sub> АНРБГ <sub>3</sub><br>ААГУ ААБГУ<br>ААШвУ |
| На лотках   |  | АВВГ <sub>3</sub> АВБбШв<br>АВРГ <sub>3</sub><br>АНРГ <sub>3</sub>  |
| Открытая - в стальных коробах   | АПРН<br>АПВ  | АВВГ <sub>3</sub> АВРГ <sub>3</sub><br>АНРГ <sub>3</sub>  |
| Открытая - на кабельных конструкциях  | -  | АВВГ <sub>3</sub> АВБбШв<br>АВРГ <sub>3</sub> АВРБГ <sub>3</sub><br>АНРГ <sub>3</sub> АНРБГ <sub>3</sub><br>ААШвУ               |
| Открытая - на тросах  | -  | АВВГ <sub>3</sub> АВРГ <sub>3</sub><br>АНРГ <sub>3</sub>  |
| Открытая и скрытая - в стальных трубах  | АПРТО АПРН<br>АПВ  | -   |
| Открытая и скрытая - в винипластовых трубах   | АПРТО АПРН<br>АПВ  |   |
| Скрытая в строительных конструкциях из негорючих материалов:<br>- в полиэтиленовых и полипропиленовых трубах<br>- в кабельных каналах<br>- под штукатуркой, в бороздах, замоноличенно | АПРТО АПРН<br>АПВ АППВ<br>АПРТО АПРН<br>АПВ АППВ<br>АППВ | -   |

Соединительные и ответвительные коробки, применяемые в пожароопасных зонах, должна иметь степень защиты оболочки не менее IP43.

## 5. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН ТРЕБОВАНИЯМ ПУЭ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель оценки соответствия оборудования – выявить возможные нарушения требований пожарной безопасности и ПУЭ, допущенные в проекте, и предложить решения по их устранению.

Основным методом оценки является сопоставление проектируемого электрооборудования с требуемым по нормам и правилам.

Последовательность действий эксперта может быть следующей.

1. Определение класса пожаро- и взрывоопасности зоны (ПУЭ, гл. 7.3).
2. Определение категории и группы взрывоопасной смеси (ПУЭ, табл. 7.3.3)
3. Анализ схемы распределения электроэнергии и перечня используемого силового и осветительного электрооборудования и проводок, марок и сечения проводников, способов их прокладки.
4. Проверка правильности устройства защитного зануления и заземления электрооборудования.
5. Составление заключения о соответствии электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ с рекомендацией о возможных исправлениях ошибок проекта.

### **Методика решения типовых задач**

**Задача 1.** В составе насосной бензина А-76 имеются распределительное устройство, электродвигатели, ПЗА, проводки.

Дать рекомендации о необходимых уровнях и видах взрывозащиты силового электрооборудования, располагаемого в насосной, указать знаки взрывозащиты электрооборудования и рекомендовать тип защитного зануления.

**Решение.**

1. Класс взрывоопасной зоны согласно ПУЭ пп.7.3.11 и 7.3.41 – В-Iа.
2. Категория и группа взрывоопасной смеси бензина согласно ПУЭ табл. 7.3.3, прил. 1, табл. П1.4 и П1.5 – ПА-ТЗ.
3. Уровни и виды взрывозащиты электрооборудования.
  - а) Согласно п.7.3.78 распределительное устройство следует располагать за пределами взрывоопасной зоны.
  - б) Электропроводки следует выполнять бронированными кабелями с медными жилами без горючего покрова в лотках или на скобах, а также медными проводами в стальных трубах (п.7.3.93, 7.3.118, табл.7.3.14).
  - в) Электродвигатели серии ВАО или В со знаками взрывозащиты по ГОСТу IExdПВТЗ (пп.7.3.60 и 7.3.66).
  - г) Магнитные пускатели следует расположить за пределами взрывоопасной зоны, например, в электрощитовой (п.7.3.54).
  - д) Кнопочные посты, установленные во взрывоопасной зоне, должны быть типа КУ-92 ВЗГ или КУ-700/2 (МОД) со знаками взрывозащиты IExdПВТЗ.
  - е) Металлические части электрооборудования необходимо занулить присоединением к четвертому проводу или к жиле кабеля, используемой в качестве нулевого защитного проводника (п.7.3.135).

**Задача 2.** Дать заключение о соответствии требованиям ПБ и ПУЭ силового и осветительного оборудования цеха производства дивинила: элек-

тропроводки выполнены кабелем ВБВ в лотках, электродвигатели серии ВАО (В1Г), ключи управления типа КУ-700/2 (МОД), магнитные пускатели серии ПМ-700 (НМБ), светильники типа НЗБ-150 и выключатели для них со степенью защиты IP65.

Рабочий цикл непрерывный.

### **Решение.**

1. Класс взрывоопасности зоны цеха по ПУЭ: согласно ПУЭ п. 7.3.16 цех относится к взрывоопасным зонам; согласно п. 7.3.41 класс зоны В-Ia.

2. Категория и группа взрывоопасной смеси дивинила с воздухом: согласно табл. 7.3.3, приложению 1, табл. П1.4 и П1.5 взрывоопасная смесь дивинила относится к категории ПВ(3), группе Т2(Б).

3. Соответствие электрооборудования требованиям ПБ и ПУЭ:

а) Электропроводки кабелем ВБВ в лотках не соответствуют п.7.3.108.

б) ЭД серии ВАО с маркировкой В1Г не соответствуют п.7.3.60 по категории взрывоопасной смеси.

в) Магнитные пускатели ПМ-700 с маркировкой НМБ соответствуют п.7.3.60 и табл. 7.3.11.

г) Светильники НЗБ-150 соответствуют п. 7.3.76 и табл. 7.3.12.

д) Выключатели IP65 не соответствуют п.7.3.71 и должны быть вынесены за пределы взрывоопасной зоны.

### **Заключение.**

1. Кабели ВБВ следует заменить на ВРБГз (п.7.3.108).

2. Электродвигатели серии ВАО (В1Г) следует заменить на ВАО со знаком взрывозащиты ВЗГ (п.7.3.71).

3. Выключатели освещения следует расположить за пределами взрывоопасной зоны (п.7.3.71).

## **Литература**

1. Правила устройства электроустановок. -М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. -М.: ГУГПС МВД России.
3. ГОСТ РПЗ30.2-99 Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний.
4. ГОСТ Р 51330.9-99 (МЭК 60079-10-95). Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон.
5. ГОСТ 12.2.020-76. Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка.
6. Справочник по электрическим машинам: В 2 т./Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. -М.: Энергоатомиздат, 1989.

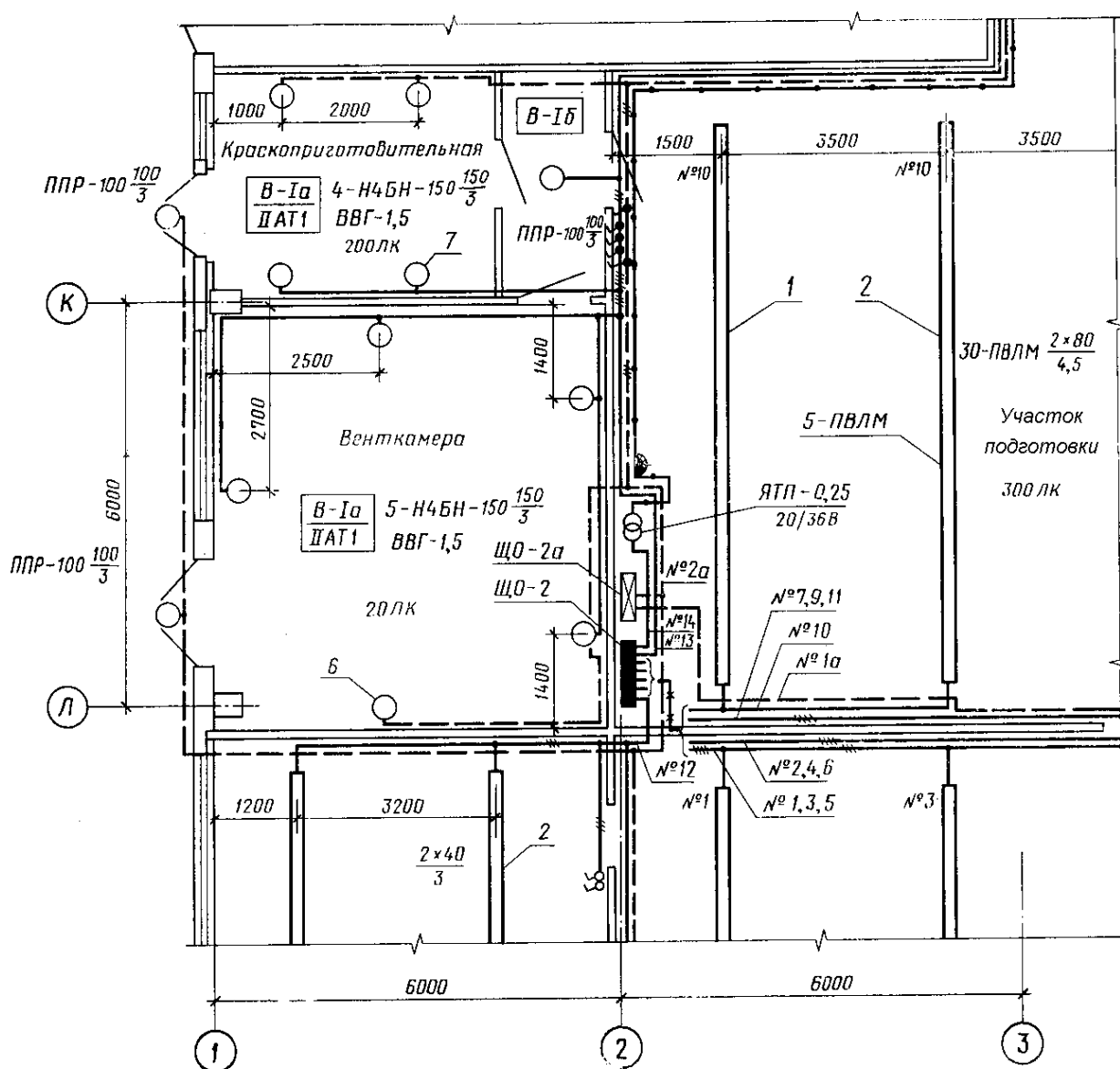


Рисунок П1. Пример оформления плана расположения электрооборудования и проводки для производственного здания.

Примечание: 1. Классы взрывоопасности зон указаны в прямоугольниках как зоны В-1а, В-1б.

2. В тамбуре краскораспылительной камеры зона взрывоопасности определена в соответствии с таблицей 3.

Тип. КубГАУ Заказ \_\_\_\_\_. Тираж \_\_\_\_\_ экз.