

Виктор Денисенко

## Выбор аппаратных средств автоматизации опасных промышленных объектов

### ВВЕДЕНИЕ

В предлагаемой статье предпринята попытка ответить на важные практические вопросы, возникающие у системных интеграторов АСУ ТП при автоматизации опасных производственных объектов. Статья не является официальным документом, и её нельзя использовать при решении юридических вопросов, связанных с деятельностью в области промышленной безопасности. Руководствоваться нужно только официальными документами, список которых приведён в конце статьи.

### Виды опасных производственных объектов

К опасным производственным объектам относятся [1] предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, на которых:

- получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются или уничтожаются:
  - воспламеняющиеся вещества (перечень см. в [1]),
  - окисляющие вещества (например, кислород);
  - горючие вещества;
  - взрывчатые вещества;
  - токсичные вещества;
  - вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды;
- используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа (0,7 атм) или при температуре нагрева воды более 115°;
- используются стационарно установленные грузоподъёмные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулёры;
- получаются расплавы чёрных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

- ведутся горные работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

*На опасных производственных объектах запрещено применение технических средств, не имеющих разрешения Ростехнадзора на применение [2, п. 2.2].*

**Примечание.** В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 20 мая 2004 г. № 649 Госгортехнадзор преобразован в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору и получил сокращенное название Ростехнадзор.

### Опасные и взрывоопасные производственные объекты

Следует различать *опасные и взрывоопасные* производственные объекты. Например, грузоподъёмный механизм или котел с электрическим нагревом являются опасными, но не взрывоопасными объектами. Это понятие является существенным при выборе оборудования. Оборудование для *опасных* производственных объектов должно иметь *разрешение* Ростехнадзора, но для него не требуется маркировка взрывозащиты. Оборудование для *взрывоопасных* производственных объектов должно иметь *разрешение* Ростехнадзора и *маркировку* взрывозащиты на корпусе.

Примером оборудования для опасных производственных объектов без маркировки взрывозащиты являются модули ввода-вывода серии NL фирмы НИЛ АП, которые могут применяться, например, на опасных производственных объектах, на которых используются токсичные вещества или вещества, представляющие опасность для окружающей среды, или используется оборудование, работающее под давлением, или грузоподъёмные механизмы, а также в металлургии. В то же время они не могут использоваться во

взрывоопасных зонах, например, в надсилосном помещении элеватора или во взрывоопасной зоне эстакады для налива бензина. Примерами оборудования для взрывоопасных производственных объектов могут быть система IS-RPI фирмы Pepper+Fuchs, искробезопасные модули ввода-вывода SIMATIC S7 фирмы Siemens или взрывобезопасная серия NL-Ex фирмы НИЛ АП.

Отнесение производственных объектов к категории опасных производится *организацией, эксплуатирующей эти объекты*, по результатам их идентификации в соответствии с перечнем типовых видов опасных производственных объектов, который разрабатывается Ростехнадзором России [3].

### Объекты, опасные по воспламенению горючей пыли или газа

Следует различать взрывоопасные объекты, опасные по воспламенению смеси горючей *пыли или волокон* с воздухом, и объекты, в которых существует возможность воспламенения смеси горючих *газов или паров* с воздухом. Это различие является существенным при выборе оборудования с нужной маркировкой взрывозащиты. Принципиальное различие между газом и пылью заключается в том, что пыль, в отличие от газа, может оседать на нагретые поверхности. Вентиляция, используемая для снижения опасности взрыва в среде газа, может привести к подъёму осевшей пыли в воздух в среде, опасной по воспламенению горючей пыли, и создать взрывоопасную концентрацию пыли (более 20-50 г/куб.м).

Для смесей горючих *газов или паров* с воздухом используют такие средства защиты, как:

- взрывонепроницаемая оболочка (**d**);
- заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением (**p**);

- кварцевое заполнение оболочки (q);
- масляное заполнение оболочки (o);
- защита вида e;
- искробезопасная электрическая цепь (i), имеет уровни искробезопасности *ia, ib, ic*;
- герметизация компаундом (m);
- защита вида n;
- вид защиты s.

В среде со смесью горючей пыли или волокон с воздухом приведённые здесь методы взрывозащиты в общем случае не используют. Защита от воспламенения горючей пыли основана на ограничении доступа пыли к электрооборудованию посредством использования *пыленепроницаемых (IP6X) или пылезащитных (IP5X) оболочек* и на *ограничении* максимально возможной *температуры поверхности* оболочки и тех поверхностей электрооборудования, на которых может осесть пыль. В случаях, когда отсутствует электрооборудование, предназначенное для использования во взрывоопасных зонах со смесями горючей пыли или волокон с воздухом, в зонах класса В-II допускается применять взрывозащищённое электрооборудование, предназначенное для работы в средах со взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом (ПУЭ [4], п. 7.3.63).

Следует также отметить, что взрывоопасные зоны класса В-IIа *не требуют* применения *взрывозащищённого* оборудования (ПУЭ [4], п. 7.3.63). Достаточно использовать защитную оболочку со степенью защиты не хуже IP54 при условии, если температура поверхности электрооборудования, на которой могут осесть горючие волокна или пыль (при работе оборудования с номинальной нагрузкой и без наслоения пыли) будет не менее чем на 50°C ниже температуры тления пыли для тлеющих пылей или не более двух третей от температуры самовоспламенения для нетлеющих пылей. Например, для мучной пыли (пшеницы, ржи и других зерновых культур) температура самовоспламенения составляет 205°C, следовательно, температура поверхности электрооборудования в этой среде должна быть не более 136,7°C.

Отметим, что применение сертифицированной защитной оболочки не исключает необходимости получения разрешения Ростехнадзора на оборудование, помещенное в эту оболочку.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Опасные производственные объекты могут иметь взрывоопасные зоны разных классов, в том числе и *взрывобезопасные* зоны. Класс взрывоопасной зоны определяется *технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации* (ПУЭ [4], п. 7.3.38). По ГОСТ Р 51330.9 [5] класс взрывоопасной зоны устанавливается *специалистами, знающими со свойствами горючих газов и паров, знающими технологический процесс и оборудование, в сотрудничестве с инженерами по безопасности, электриками и другим техническим персоналом.*

Вероятно, классы взрывоопасных зон конкретного предприятия будут указаны (в настоящий момент не указаны) в декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта [1] или в его техническом паспорте [6]. Они должны также указываться специальной штриховкой по ГОСТ Р 51330.9 на чертежах проектной документации на объект.

Классификация взрывоопасных зон установлена в ПУЭ (гл. 7.3), в ГОСТ Р 51330.9 и ГОСТ Р МЭК 61241-3. Классификации по ПУЭ и ГОСТ различаются между собой, что часто приводит пользователей взрывозащищённого оборудования в замешательство. Более того, к настоящему времени не существует документа, который бы устанавливал соответствие между классификацией ПУЭ и классификацией ГОСТ. Предполагается (ГОСТ 51330.9-99 [5]), что гл. 7.3 ПУЭ будет со временем пересмотрена и приведена в соответствие с ГОСТ, что вызвано необходимостью гармонизации Российских стандартов с международными стандартами МЭК, которые явились основой для разработки отечественных стандартов серии ГОСТ Р 51330.X и ГОСТ Р МЭК 61241-X.

В среде смесей горючих газов или паров с воздухом взрывоопасные зоны подразделяют на три класса (ГОСТ Р 51330.9-99):

- зона класса 0 — зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов 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 взрыво-

опасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует очень непродолжительное время.

В среде смеси горючей пыли или волокон с воздухом используется следующая классификация взрывоопасных зон по ГОСТ Р МЭК 61241-3-99:

- зона класса 20 — зона, в которой горючая пыль в виде облака присутствует постоянно или часто при нормальном режиме работы оборудования в количестве, способном произвести концентрацию, достаточную для взрыва горючей или воспламеняемой пыли в смесях с воздухом, и/или где могут формироваться слои пыли произвольной или чрезмерной толщины. Такие зоны бывают обычно внутри оборудования;
  - зона класса 21 — зона, не классифицируемая как зона класса 20, в которой горючая пыль в виде облака может присутствовать при нормальном режиме работы электрооборудования в количестве, способном произвести концентрацию, достаточную для взрыва горючей пыли в смесях с воздухом;
  - зона класса 22 — зона, не классифицируемая как зона 21, в которой облака горючей пыли могут возникать редко и сохраняются только на короткий период или в которых накопление слоев горючей пыли может иметь место при ненормальном режиме работы, что может привести к возникновению способных воспламеняться смесей пыли с воздухом.
- В гл. 7.3 ПУЭ устанавливается иная классификация взрывоопасных зон для смесей газов и паров с воздухом:
- зона класса В-I — зона, расположенная в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасную смесь при нормальных режимах работы, например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов;
  - зона класса В-Ia — зона, расположенная в помещении, в котором при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или пара ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей;

- зона класса В-Іб — зона, расположенная в помещении, в котором 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 рядом особенностей, перечисленных в п. 7.3.42 ПУЭ;
- зона класса В-Іг — пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек и т.п.

Для смесей пыли или волокон с воздухом устанавливаются следующие классы взрывоопасных зон:

- зона класса В-ІІ — зона, расположенная в помещении, в котором выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальной работе (например, при разгрузке и загрузке технологических аппаратов);
- зона класса В-ІІа — зона, расположенная в помещении, в котором опасные состояния, указанные для зоны В-ІІ, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Таким образом, для взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом ГОСТ устанавливает три класса зон, а ПУЭ — четыре; для смесей горючей пыли или волокон с воздухом ГОСТ устанавливает три класса зон, а ПУЭ — два, поэтому формальное соответствие между этими двумя классификациями установить невозможно, хотя попытки такого сопоставления имеются [7]. Сопоставление в случае необходимости должно выполняться по существу, то есть путём содержательного анализа основных признаков, по которым производятся обе классификации. В новых проектах автоматизации опасных промышленных объектов следует пользоваться поня-

Таблица 1

Категория взрывоопасности технологического блока

Категория взрывоопасности	$Q_B$	$m$ , кг
I	> 37	> 5000
II	27...37	2000...5000
III	< 27	< 2000

тиями ГОСТ, а не ПУЭ, поскольку ПУЭ со временем будут приведены в соответствие с ГОСТ, а не наоборот (ГОСТ 51330.9-99).

### Классификация взрывоопасности технологических блоков

Технологический блок — это аппарат или группа (с минимальным числом) аппаратов, которые в заданное время могут быть отключены (изолированы) от технологической системы без опасных изменений режима, которые могли бы привести к развитию аварии в смежной аппаратуре или системе [8]. Выбор технических средств, обслуживающих взрывоопасные технологические блоки, определяется их категорией взрывоопасности. Категория взрывоопасности определяется в зависимости от величины относительного энергетического потенциала взрывоопасности  $Q_B$  технологического блока, который рассчитывается, исходя из общей энергии сгорания парогазовой фазы, поступившей в окружающую среду при аварийной разгерметизации блока, по формулам, приведённым в [8]. Для определения категории взрывоопасности можно также использовать расчётную величину массы  $m$  горючих паров (газов) взрывоопасного парогазового облака, приведенную к единой удельной энергии сгорания. Категория взрывоопасности технологического блока определяется по табл. 1.

В зависимости от категории взрывоопасности формулируются требования к техническим средствам контроля, управления, противоаварийной защиты и сигнализации по надёжности, быстродействию, допустимой погрешности измерительных систем и другим техническим характеристикам. В зависимости от категории взрывоопасности могут быть предъявлены требования к повышению надёжности путем дублирования, троирования, использования временной или функциональной избыточности. Конкретные требования для блоков разных категорий и различного функционального назначения сформулированы в [8]. Например, на объектах с технологическими блоками I и II категории взрывоопасности необходимо использовать дублирование систем контроля параметров, применять системы самодиагностики с индикацией рабочего состояния, с сопоставлением значений технологически связанных параметров. Для объектов с технологическими блоками III категории таких требований нет.

Маркировка взрывозащиты напрямую не связана с категорией взрывоопасности. Она описана в разделе «Маркировка взрывозащищённого оборудования».

### Взрывопожарная и пожарная опасность зданий и помещений

По взрывопожарной и пожарной опасности здания и их помещения де-

Таблица 2

Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 - В4 пожароопасные	Горючие и труднгорючие жидкости, твердые горючие и труднгорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица 3

Классы пожароопасных зон в помещении и вне его

Класс пожароопасной зоны	Характеристика зоны
П-I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C
П-II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие волокна или пыль с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м <sup>3</sup>
П-IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества
П-III	Зоны, расположенные <i>вне</i> помещений, в которых обращаются горючие вещества с температурой вспышки выше 61°C или твёрдые горючие вещества

Таблица 4

Степени защиты оболочек по ГОСТ 14254-80 в зависимости от вида оборудования и условий его работы

Вид технического средства и условия его работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса			
	П-I	П-II	П-IIa	П-III
Искрящие по условиям работы, установленные стационарно или на передвижных механизмах (на кранах, тельферах, тележках и т.п.)	IP44	IP54	IP44	IP44
Не искрящие по условиям работы, установленные стационарно или на передвижных механизмах	IP44	IP44	IP44	IP44
Шкафы для размещения аппаратов и приборов	IP44	IP54, IP44*	IP44	IP44
Коробки сборок зажимов силовых и вторичных цепей	IP44	IP44	IP44	IP44

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

ляются на категории [9]. Категория помещений устанавливается на стадии их проектирования в зависимости от количества и свойств находящихся в них веществ и материалов и с учётом особенностей размещённых в них производств (табл. 2). Деление помещений и зданий на категории используется для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности при планировке и застройке, определении этажности, площадей, размещении помещений, инженерного оборудования, для конструктивных решений. Категория помещения обычно указывается на двери, ведущей в это помещение.

Прямой связи между категорией помещения и классом взрывоопасной зоны не существует, поскольку в одном и том же помещении могут быть взрывоопасные зоны разных классов.

В пределах помещения и вне его выделяются также пожароопасные зоны П-I, П-II, П-IIa, П-III [гл. 7.4.], (табл. 3), то есть области пространства, в пределах которых постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества, которые могут появляться при нормальном технологическом процессе или его нарушениях.

Для оборудования, применяемого в пожароопасных зонах, не требуется маркировка взрывозащиты. Однако это оборудование должно иметь оболочку (корпус), которая отделяет потенциальный источник воспламенения (оборудование) от горючих веществ, находящихся в пожароопасной зоне. В табл. 4 приведены требуемые ПУЭ степени защиты оболочек по ГОСТ 14254-80 [10] в зависимости от вида оборудования (установки) и условий его работы.

### ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ ДЛЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Организации, эксплуатирующие опасный производственный объект, должны иметь разрешение Ростехнадзора РФ на применение технических устройств на опасных производственных объектах [2, п. 2.2]. Копия разрешения, представленная поставщиком технических устройств, должна находиться у эксплуатирующей организации.

Технические устройства могут иметь также *сертификат* соответствия требованиям промышленной безопасности. Для взрывозащищенного оборудо-

вания это сертификат ССEx в системе ГОСТ Р (ПБ 03-538-03, [11]). Однако одного сертификата недостаточно. Он служит только основанием для того, чтобы Ростехнадзор выдал разрешение на применение технического устройства на опасных производственных объектах [3, п. 6.6]. Разрешение Ростехнадзора может быть выдано также и на основании экспертного заключения о промышленной безопасности, выданного организацией, имеющей соответствующую лицензию и область аккредитации.

Если техническое устройство, используемое на опасном производственном объекте, содержит в своем составе средства измерений, то эти средства должны иметь *сертификат об утверждении типа* средств измерений [12, 13]. Отметим, что речь идет не о сертификате на техническое устройство в целом, а только о средствах измерений, входящих в его состав. Соответственно, в документации на устройство должна быть ссылка на методику поверки устройства.

В правилах сертификации электрооборудования для взрывоопасных сред ПБ 03-538-03 сказано (п. 3.13), что сертификат утверждения типа нужен только для средств измерения, которые используются в сферах, на ко-

торые распространяется действие государственного метрологического контроля и надзора, то есть в сферах, в которых точность измерений определяет безопасность труда [14], например, в устройствах технологических защит или в системах контроля температуры в силосах элеваторов. В более старых, но еще действующих «Правилах применения технических устройств на опасных производственных объектах» [13] сказано, что *все* средства измерений должны иметь сертификат об утверждении их типа.

### МАРКИРОВКА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование, используемое на взрывоопасных объектах, может иметь три типа знаков маркировки взрывозащиты:

- для оборудования, работающего во взрывоопасной среде смеси газа или паров с воздухом, например, 0[Exib]IICT4 или PExdI/IEXdIIBT3 [15];
- для оборудования, работающего во взрывоопасной среде смеси горючих волокон или пыли с воздухом, например, DIP A21 TA T3 [16];
- может быть без маркировки, но в оболочке со степенью защиты не ху-

же IP54 для взрывоопасных зон В-Па, В-Iб [4].

Выбор оборудования осуществляется на основании предварительных знаний о типе взрывоопасной смеси, категории взрывоопасности технологического блока, классе взрывоопасной зоны и допустимой температуре поверхности оборудования.

### Маркировка и выбор оборудования, работающего в среде газа

Знак **Ex** в маркировке указывает, что электрооборудование удовлетворяет стандартам на взрывозащиту. Для связанного электрооборудования знак **Ex** и следующее за ним обозначение вида взрывозащиты заключаются в квадратные скобки. Связанным называется электрооборудование, которое содержит одновременно как искроопасные, так и искробезопасные электрические цепи, но конструкция его выполнена так, что искроопасные цепи не могут повлиять на степень безопасности искробезопасных цепей. Примером связанного электрооборудования являются барьеры искробезопасности.

Символы перед **Ex** обозначают уровень взрывозащиты.

Для электрооборудования группы I (рудничное) установлены следующие обозначения уровня взрывозащиты (ГОСТ Р 51330.0-99):

РП — для электрооборудования повышенной надёжности против взрыва;

РВ — для взрывобезопасного электрооборудования;

РО — для особовзрывобезопасного электрооборудования.

Для электрооборудования группы II (не рудничное) установлены другие обозначения уровня взрывозащиты:

2 — для электрооборудования повышенной надёжности против взрыва (низший уровень взрывозащиты, взрывозащита обеспечивается только при нормальном режиме работы);

1 — для взрывобезопасного электрооборудования, в котором взрывозащита обеспечивается не только при нормальном режиме работы, но и при вероятных повреждениях, кроме повреждения средств взрывозащиты;

0 — для особовзрывобезопасного электрооборудования (с дополнительными средствами взрывозащиты по сравнению с взрывобезопасным оборудованием).

После знака **Ex** следует обозначение вида взрывозащиты (o, p, q, d, e, ia, ib, ic, m, n, s).

Далее указывается группа электрооборудования:

I — для электрооборудования, предназначенного для подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и пыли;

II или IIА, IIВ, IIС — для электрооборудования внутренней и наружной установки, используемого в газовой среде, кроме шахт. Буквы А, В, С используются только для искробезопасного электрооборудования и защищённого взрывонепроницаемой оболочкой (вид **d**). Группа электрооборудования выбирается, исходя из состава (категории) взрывоопасной смеси, в которой используется электрооборудование. Если электрооборудование предназначено для использования в среде только одного газа, сразу за обозначением II следует химическая формула или название газа.

При испытании взрывозащищённого электрооборудования используются испытательные газовые смеси (ГОСТ Р 51330.10-99), состав которых приведён в табл. 5.

Таблица 5

Состав газовых смесей для испытания взрывозащищенного электрооборудования

Группа электрооборудования	Состав смеси для испытания взрывозащиты вида «искробезопасная электрическая цепь»	Энергия воспламенения смеси по стандарту CENELEC, мкДж
I	8-8,6% метана в воздухе	—
IIA	5-5,5% пропана в воздухе	Более 180
IIВ	7,3-8,3% этилена в воздухе	60-180
IIС	19-23% водорода в воздухе	Менее 60

Примечание. CENELEC — Европейский комитет по стандартизации в электротехнике

Таблица 6

Классификация взрывоопасных зон по ГОСТ 51330.9-99 и ПУЭ

Уровень взрывозащиты электрооборудования	Класс взрывоопасных зон, в которых допускается применение электрооборудования	
	Классификация по ГОСТ	Классификация по ПУЭ
0 — особовзрывобезопасное	0, 1, 2; 20, 21, 22	В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa
1 — взрывобезопасное	1, 2; 21, 22	В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa
2 — повышенной надёжности против взрыва	2; 22	В-Ia (только стационарные установки), В-Iб (передвижные установки), В-Iг; В-IIa, для светильников — В-II
Без средств взрывозащиты, но с оболочкой IP54	—	В-IIa, В-Iб

Таблица 7

Температурные классы и максимальная температура поверхности для электрооборудования группы II

Температурный класс	Максимальная температура поверхности, °С	Температурный класс	Максимальная температура поверхности, °С
T1	450	T4	135
T2	300	T5	100
T3	200	T6	85

Таблица 8

Выбор оборудования для использования в среде пыли

Тип пыли	Маркировка оборудования		
	Зона класса 20	Зона класса 21	Зона класса 22
Электропроводящая	DIP A20, DIP B20	DIP A21, DIP B21	DIP A21 (IP6X), DIP B21
Непроводящая	DIP A20, DIP B20	DIP A21, DIP B21	DIP A22 или DIPA21DIP B22 или DIP B21

При использовании классификации взрывоопасных зон по ГОСТ трём уровням взрывозащиты («повышенная надёжность против взрыва», «взрывобезопасный» и «особовзрывобезопасный») соответствуют три класса взрывоопасных зон: 2, 1, 0 для среды газа или 22, 21, 20 для среды пыли (ГОСТ 51330.9-99, введение). При классификации взрывоопасных зон по ПУЭ такого простого соответствия привести нельзя и следует пользоваться рекомендациями ПУЭ, гл. 7.3.

Следует отметить, что согласно ПУЭ не существует зон, в которых следует использовать только особовзрывобезопасное электрооборудование (уровень 0) и нельзя использовать взрывобезопасное (уровень 1). Согласно ГОСТ 51330.9-99 такие зоны имеются (табл. 6).

Для электрооборудования группы II после обозначения группы указывают температурный класс (табл. 7), или максимальную температуру поверхности, или и то и другое одновременно.

Пример:

**0ExdibIICT6**

Здесь

0 — особовзрывобезопасное электрооборудование;

d — взрывозащита с помощью взрывонепроницаемой оболочки и с помощью искробезопасной цепи с уровнем безопасности *ib*;

IIС — тип взрывоопасной смеси (см. табл. 5);

T6 — температура поверхности оборудования ниже 85°С.

### Маркировка и выбор оборудования для использования в среде пыли

Маркировка оборудования для использования в среде взрывоопасной смеси горючей пыли или волокон с воздухом начинается с условного обозначения защиты от воспламенения пыли (DIP). Далее следует вид исполнения оборудования: А или В.

Исполнение А отличается от исполнения В следующим:

- максимальная температура поверхности исполнения А определяется при условии отсутствия пыли, а для исполнения В — при наличии слоя пыли;
- максимально допустимая температура поверхности для исполнения А определяется при толщине пыли до 5 мм, а для исполнения В — до 12,5 мм;

- пыленепроницаемость оборудования исполнения А испытывается методом искусственного разрежения, а для исполнения В — методом циклического нагревания.

Затем указывается максимальная температура поверхности  $T_A$  для исполнения А, или  $T_B$  для исполнения В, или температурный класс, или и то и другое вместе.

Пример:

**DIP A21 T<sub>A</sub> T3 или DIP A21 T<sub>A</sub> 170°С** — оборудование, предназначенное для работы в среде пыли, во взрывоопасной зоне класса 21 с температурой поверхности не более 170°С, с исполнением А.

При выборе электрооборудования следует учитывать, что допустимая температура поверхности не должна

превышать 2/3 от температуры самовоспламенения пыли для негнущих пылей и должна быть не менее чем на 50°С ниже температуры тления для гнущих пылей [ПУЭ, гл. 7.3].

Выбор оборудования для работы в среде пыли производится в соответствии с табл. 8.

В гл. 7.3 ПУЭ написано, что если нет устройств, предназначенных для работы в среде пыли, то можно использовать устройства для среды газа, если ограничить температуру поверхности до безопасных значений.

### МОНТАЖ ВЗРЫВООПАСНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. Лицензии

Лицензия на монтаж (или проектирование) систем автоматизации на

опасных промышленных объектах *не требуется* после принятия закона «О лицензировании отдельных видов деятельности» [17].

Монтаж технологического оборудования и систем автоматизации на производственном объекте является частным случаем строительства [18-20]. Поэтому для выполнения работ по монтажу и пусконаладке систем автоматизации необходимо иметь лицензию Госстроя на *строительство* зданий и сооружений I и II уровня ответственности [17]. Проект системы автоматизации могут выполнять организации, имеющие лицензию Госстроя на *проектирование* зданий и сооружений I и II уровня ответственности с разрешёнными работами по проектированию средств автоматизации.

Проект строительства на опасном производственном объекте должен пройти экспертизу промышленной безопасности в экспертной организации, имеющей соответствующую лицензию и область аккредитации, а при строительстве проектировщик должен осуществлять авторский надзор за ходом строительства.

Перед началом монтажных работ на опасном производственном объекте должен быть оформлен акт-допуск. Ответственность за безопасность при монтаже несут как строитель, так и заказчик.

К обслуживанию, монтажу и пусконаладке технических устройств, предназначенных для применения на опасных производственных объектах, допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение, что должно быть подтверждено удостоверением установленного образца.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, алгоритм выбора технических средств для опасных промышленных объектов можно представить в виде последовательности шагов.

1. Определяют, является ли опасный производственный объект взрывоопасным. Если не является, то единственным требованием к техническим средствам является наличие разрешения Ростехнадзора на его применение. Если является взрывоопасным, то
  - а) определяют класс взрывоопасной зоны, пользуясь техническим пас-

портом опасного производственного объекта, проектной или эксплуатационной документацией; в зависимости от класса выбирают уровень взрывозащиты (первая цифра в маркировке);

- б) определяют категорию взрывоопасности технологического блока. В зависимости от категории взрывоопасности формулируются требования к техническим характеристикам по надёжности (необходимости резервирования), быстройдействию, допустимой погрешности и др. Категория взрывоопасности влияет также на выбор вида взрывозащиты (d, m, ia и др). Формальные критерии такого выбора в известной нам литературе не описаны;
- в) в зависимости от энергии воспламенения взрывоопасной среды или состава взрывоопасной смеси (табл. 5) выбирают группу электрооборудования (в маркировке следует за видом взрывозащиты);
- г) в зависимости от температуры воспламенения взрывоопасной смеси выбирают температурный класс оборудования (в маркиров-

- ке следует за группой электрооборудования).
2. Если объект не является взрывоопасным, но является пожароопасным, то определяют степень защиты оболочки оборудования по табл. 4.
  3. Проверяют наличие разрешения Ростехнадзора на применение технического средства, срок его действия и соответствие маркировки вида взрывозащиты необходимым требованиям.
  4. Установка технического средства (системы автоматизации) на объект должна выполняться строго в соответствии с проектом строительства опасного производственного объекта. Если в проект вносятся изменения в связи с модернизацией (реконструкцией), то эти изменения должны пройти экспертизу промышленной безопасности в организации, имеющей лицензию на данный вид деятельности и соответствующую область аккредитации. Заключение экспертизы утверждается в Ростехнадзоре. По окончании установки производится приёмка объекта в эксплуатацию.
  5. Монтажная (проектная) организация должна иметь лицензию на строительство зданий и сооружений I и II уровня ответственности с разрешёнными работами по монтажу средств автоматизации. Работники монтажной (проектной) организации должны пройти обучение, аттестацию и иметь удостоверения Ростехнадзора о проверке знаний в области промышленной безопасности. ●

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : [федер. закон. — 2-е изд., с изм.]. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 28 с.
2. ПБ 14-586-03. Правила промышленной безопасности для взрывоопасных производственных объектов хранения, переработки и использования растительного сырья. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 128 с. — (Серия 14 ; вып. 4).
3. ПБ 03-517-02. Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 24 с. — (Серия 03 ; вып. 20).
4. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. — 6-е изд. — М. : Энергосервис, 2002. — 606 с.
5. ГОСТ Р 51330.9-99. Электрооборудование взрывозащищённое. Ч. 10. Классификация взрывоопасных зон.
6. РД 14-569-03. Инструкция по составлению технического паспорта взрывобезопасности опасного производственного объекта по хранению, переработке и использованию сырья в агропромышленном комплексе. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 16 с. — (Серия 14 ; вып. 3).
7. Классификация в области применения электроустановок в пожаровзрывоопасных зонах : Справочное пособие / Смелков Г.И., Черкасов В.Н., Шеститко Е.Л. [и др.]. — М. : ВНИИПО, 2001. — 112 с.
8. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств : Утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 мая 2003 г. № 29.
9. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : Утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. № 314.
10. ГОСТ 14254-80. Изделия электротехнические оболочки. Степени защиты.
11. ПБ 03-538-03. Правила сертификации электрооборудования для взрывоопасных сред. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 36 с. — (Серия 03 ; вып. 23.)
12. Инструкция о порядке выдачи разрешений на применение технических устройств на опасных производственных объектах по хранению, переработке и использованию сырья в агропромышленном комплексе № 52 от 05.06.2003.
13. Правила применения технических устройств на опасных производственных объектах : Утв. постановлением Правительства РФ от 25.12.98 № 1540.
14. Об обеспечении единства измерений : [Закон РФ от 27 апреля 1993 г. № 4871-1].
15. ГОСТ Р 51330.10-99. Электрооборудование взрывозащищённое. Ч. 11. Искробезопасная электрическая цепь i.
16. ГОСТ Р МЭК 61241-1-1-99. Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Ч. 1. Электрооборудование, защищённое оболочками и ограничением температуры поверхности.
17. О лицензировании отдельных видов деятельности : [федер. закон № 128-ФЗ от 8 августа 2001 г.]
18. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
19. ГОСТ 21.408-93. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
20. СНиП 3.05.07-85. Системы автоматизации.
21. Лицензирование отдельных видов деятельности, отнесённых к компетенции Госгортехнадзора России: Сборник документов/ Под общ. ред. В.М. Кульчева. — М. : ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. — 152 с. — (Серия 22 ; вып. 1).
22. ГОСТ Р 51330.22-99. Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Ч. 3. Классификация зон.
23. ГОСТ Р 51330.13-99. Электрооборудование взрывозащищённое. Ч. 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок).
24. ГОСТ 12.2.020-76 ССБТ. Электрооборудование взрывозащищённое. Термины и определения. Классификация. Маркировка.
25. ГОСТ Р 51330.0. Электрооборудование взрывозащищённое. Общие положения.
26. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы определения.
27. Положение о порядке подготовки и аттестации работников и организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России : Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 20.04.02. № 21.
28. Положение о порядке оформления декларации промышленной безопасности и перечне сведений, содержащихся в ней : Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 7.09.99 № 66, в ред. Постановления Госгортехнадзора РФ от 27.10.00 № 62.

**Автор — сотрудник НИЛ АП**  
**Телефон: (86344) 214-57**  
**Факс: (8634) 324-139**  
**E-mail: vic@RLDA.ru**