

Классификация взрывоопасных зон

Примерная расшифровка маркировки взрывозащиты тали канатной взрывозащищенной

	1	Ex	d	IIВ	T5
ГОСТ	Знак уровня взрывозащиты	Знак соответствия стандартам	Знак вида взрывозащиты	Знак подгруппы (категория смеси)	Знак температурного класса (группа смеси)

Классификация взрывоопасных зон

Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно со специалистами проектной или эксплуатирующей организации.

Согласно российским нормативным документам выделяют следующие **классы взрывоопасных зон**:

- **зоны класса В-1** – расположены в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы ;
- **зоны класса В-1а** – расположены в помещениях, в которых взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются при нормальной эксплуатации, а только в результате аварий или неисправностей;
- **зоны класса В-1б** – аналогичны В-1а, но отличаются от них тем, что при авариях горючие газы обладают высоким нижним пределом воспламенения (15% и выше), а также при опасных концентрациях резким запахом. В этот класс входят зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в малых концентрациях, недостаточных для создания взрывоопасной смеси и где работа производится без применения открытого пламени. Зоны не относятся к взрывоопасным, если работы с опасными веществами производятся в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтиками;
- **зоны класса В-1г** – пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, открытых нефтеловушек, надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеров), эстакад для слива и налива ЛВЖ, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.
- **зоны класса В-2** – расположены в помещениях, где выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что могут создавать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы;
- **зоны класса В-2а** – такие, где опасные условия при нормальной работе не возникают, но могут возникнуть в результате аварий или неисправностей.

Нормативные документы содержат определение геометрических размеров каждого класса зон.



	Зона 0 взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени	Зона 1 существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации	Зона 2 маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует очень непродолжительное время
CENELEC/IEC, ЕВРОПА	Зона 0	Зона 1	Зона 2
ГОСТР 51330.9-99, РОССИЯ	Зона 0	Зона 1	Зона 2
ПУЭ (2001), РОССИЯ		В-1	В-1а, В-1б, В-1г

Оборудование, предназначенное для работы в пределах зоны того или иного класса, должно иметь соответствующий уровень взрывозащищенности.

Уровень взрывозащищенности оборудования

Уровни взрывозащищенности электрооборудования имеют в российской классификации обозначения 2, 1 и 0:

- **Уровень 2** – электрооборудование повышенной надежности против взрыва: в нем взрывозащита обеспечивается только в нормальном режиме работы;
- **Уровень 1** – взрывобезопасное электрооборудование: взрывозащищенность обеспечивается как при нормальных режимах работы, так и при вероятных повреждениях, зависящих от условий эксплуатации, кроме повреждений средств, обеспечивающих взрывозащищенность;
- **Уровень 0** – особо взрывобезопасное оборудование, в котором применены специальные меры и средства защиты от взрыва.

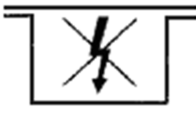
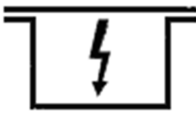
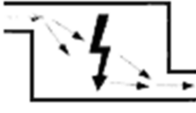

Степень взрывозащищенности оборудования (2, 1, или 0) ставится в РФ как первая цифра перед европейской маркировкой взрывозащищенности оборудования.

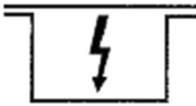

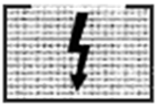
Методы обеспечения взрывобезопасности оборудования

Существует несколько методов обеспечения взрывобезопасности, цель которых — предотвратить возможность контакта внутренних искрообразующих или тепловыделяющих элементов аппаратуры с внешней взрывоопасной средой, либо препятствовать выходу наружу взрыва, возникшего внутри наружной оболочки аппаратуры путем его локализации:

- локализация, или сдерживание взрыва — предотвращение распространения взрыва за пределы оболочки;
- изоляция, или герметизация – заливка компаундом, лаком, поддержание высокого давления внутри оболочки продувкой оборудования сжатым воздухом или инертным газом;
- заполнение оболочки кварцевым песком, погружение оборудования в масло, применяемое, например, для обмоток трансформаторов;
- предотвращение, или ограничение электрической и тепловой выделяемой энергии — применение в методе защиты «искробезопасной электрической цепи».

В европейской классификации приводится детализация примененного в оборудовании типа взрывозащиты (она признается в РФ и встречается в сертификатах на взрывозащищенное оборудование):

Вид взрывозащиты		Схематическое представление	Основное применение	Стандарт
Защита вида e	e		Клеммные и соединительные коробки, светильники, посты управления, распределительные устройства	ГОСТ Р 51330.8-99
Взрывонепроницаемая оболочка	d		Коммутирующие приборы, светильники, посты управления, распределительные устройства, пускатели электродвигателей, нагревательные элементы	ГОСТ Р 51330.1-99
Заполнение или продувка	p		Сильноточные распределительные шкафы, анализаторные приборы, двигатели	ГОСТ Р 51330.3-99
Искробезопасная электрическая цепь	i		Измерительная и регулирующая техника, техника связи, датчики, приводы	ГОСТ 3 51330.10-99

Масляное заполнение оболочки	o		Трансформаторы, пусковые сопротивления	ГОСТ 3 51330.7-99
Кварцевое заполнение оболочки	q		Трансформаторы, конденсаторы	ГОСТ Р 51330.6-99
Герметизация компаундом	m		Коммутирующие приборы малой мощности, индикаторы, датчики	ГОСТ Р 51330.17-99
Отсутствие искрообразования	n	Зона 2 Этот вид взрывозащиты включает упрощенные варианты различных методов взрывозащиты	Все устройства для зоны 2, кроме коммутирующих устройств	ГОСТ Р 51330.17-99
Специальная защита	s	Этот вид взрывозащиты включает специальные методы взрывозащиты	Датчики, разрядники	ГОСТ Р 51330.17-99
Герметическая изоляция	h			ГОСТ Р 51330.17-99

Действует следующая российская классификация уровней взрывозащиты оборудования :

Категория взрывоопасности смеси		Требуемый уровень взрывозащиты
I (рудничный метан)	II (все газы)	
Иа	ia	Особо взрывобезопасный
Иб	ib	Взрывобезопасный
Ис	ic	Повышенная надежность против взрыва

Категории взрывоопасности смеси

В существующей классификации предусмотрены две категории: I и II:

- Категория I определяет требования к оборудованию, предназначенному для работы в шахтах и рудниках, где имеется опасность взрыва рудничного метана.

- Категория II оборудование, применяемое для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и взвесей.

Существуют три подкатегории категории II: IIА, IIВ, IIС. Каждая последующая подкатегория включает (может заменить) предшествующую, то есть, подкатегория С является высшей и соответствует требованиям всех категорий – А, В и С. Она, таким образом, является самой «строгой».

Россия, Европа	Энергия поджига атмосферы (мкдж)	Возрастание опасности ↓	Типичный представитель
I	Зона 0		Метан (рудничный)
II А	Более 180		Пропан
II В	60-180		Этилен
II С	менее 60		Ацетилен, Водород

Категории взрывоопасности смеси детализируются в зависимости от температуры самовоспламенения взрывоопасных газов и смесей.

Согласно ГОСТу, действует следующая классификация по температуре самовоспламенения :

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

Объединенные требования к аппаратуре по категориям взрывоопасности газовых смесей и температуре самовоспламенения смесей газов.

Категория ПС взрывоопасности смеси применяется к группам :

- Т1 – водород, водяной газ, светильный газ, водород 75% + азот 25%»;
- Т2 – ацетилен, метилдихлорсилан;
- Т3 – трихлорсилан;
- Т4 – не применяется;
- Т5 – сероуглерод;
- Т6 – не применяется.

Категориям А и В соответствуют взрывоопасные смеси

IIА :

- Т1 – аммиак, ..., ацетон, ..., бензол, 1,2-дихлорпропан, дихлорэтан, диэтиламин, ..., доменный газ, изобутан, ..., метан (промышленный, с содержанием водорода в 75 раз большим, чем в рудничном метане), пропан, ..., растворители, сольвент нефтяной, спирт диацетоновый, ..., хлорбензол, ..., этан;
- Т2 – алкилбензол, амилацетат, ..., бензин Б95\130, бутан, ...растворители..., спирты, ..., этилбензол, циклогексанол;
- Т3 – бензины А-66, А-72, А-76, «галоша», Б-70, экстракционный. Бутилметакрилат, гексан, гептан, ..., керосин, нефть, эфир петролейный, полиэфир, пентан, скипидар, спирты, топливо Т-1 и ТС-1, уайт-спирит, циклогексан, этилмеркаптан;
- Т4 – ацетальдегид, альдегид изомасляный, альдегид масляный, альдегид пропионовый, декан, тетраметилдиаминометан, 1,1,3 – триэтоксидобутан;
- Т5 и Т6 – не применяются.

II В :

- Т1 – коксовый газ, синильная кислота;
- Т2 – дивинил, 4,4 – диметилдиоксан, диметилдихлорсилан, диоксан, ..., нитроциклогексан, окись пропилена, окись этилена, ..., этилен;
- Т3 – акролеин, винилтрихлорсилан, сероводород, тетрагидрофуран, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан, топливо дизельное, формальгликоль, этилдихлорсилан, этилшеллозольв;
- Т4 – дибутиловый эфир, диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля;
- Т5 и Т6 – не применяются.

Как видно из приведенных данных, категория ПС является избыточной для большинства случаев применения аппаратуры связи на реальных объектах.

Дополнительная информация.

Категории IIА, IIВ и ПС определяются следующими параметрами: безопасным экспериментальным максимальным зазором (БЭМЗ – максимальный зазор между фланцами оболочки, через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду) и величиной МТВ (отношением минимального тока воспламенения смеси взрывоопасного газа и минимального тока воспламенения метана).

Категория взрывоопасной смеси	БЭМЗ (мм)	МТВ
I (рудничный метан)	более 1,0	1,0
IIА	0,9 и более	0,8
IIВ	от 0,5 до 0,9	от 0,4 до 0,8
ПС	0,5 и менее	менее 0,45

Температурный класс

Температурный класс электрооборудования определяется предельной температурой в градусах Цельсия, которую могут иметь при работе поверхности взрывозащищенного оборудования.

Температурный класс оборудования устанавливается исходя из минимальной температуры соответствующего температурного диапазона (его левой границы) : оборудование, которое может применяться в среде газов с температурой самовоспламенения класса Т4 , должно иметь максимальную температуру элементов поверхности ниже 135 градусов ; Т5 – ниже 100, а Т6 – ниже 85.

Рассмотрим пример маркировки (применявшейся в Европе до 1 июля 2003 года)согласно стандарту “CENELEC”: **ExdIIВТ4**

- Ex** – знак взрывозащищенного оборудования по стандарту CENELEC ;
- d** – тип взрывозащиты (взрывонепроницаемая оболочка) ;
- IIВ** – категория взрывоопасности газовой смеси II вариант В (см. выше) ;
- T4** — группа смеси по температуре воспламенения (температура не выше 135 С°) ;

Обозначения взрывозащищенности по американскому стандарту FM

Factory Mutual (FM) по своей сути тождественны европейскому и российскому стандартам, но отличаются от них по форме записи. В американском стандарте также указываются условия применения аппаратуры: класс взрывоопасности среды (Class), условия эксплуатации (Division) и группы смеси по их температуре самовоспламенения (Group).

Class может иметь значения I, II, III: Class I – взрывоопасные смеси газов и паров, Class II – горячая пыль, Class III – горючие волокна.

Division может иметь значения 1 и 2: Division 1 – это полный аналог зоны В1(В2) — взрывоопасная смесь присутствует при нормальных условиях работы; Division 2 – аналог зоны В1А (В2А), в которой взрывоопасная смесь может появиться только в результате аварии или нарушений технологического процесса.

Для работы в зоне Div.1 требуется особо взрывобезопасное оборудование (в терминах стандарта — intrinsically safe), а для работы в зоне Div.2 — взрывобезопасное оборудование класса Non-Incendive.

Взрывоопасные воздушные смеси, газы, пары образуют 7 подгрупп, у которых есть прямые аналогии в российском и европейском стандартах:

- Group A – смеси, содержащие ацетилен (IIС Т3, Т2);
- Group B – смеси, содержащие бутadiен, акролеин, водород и окись этилена (IIС Т2, Т1);
- Group C – смеси, содержащие циклопропан, этилен или этиловый эфир (IIВ Т4, Т3, Т2);
- Group D — смеси, содержащие спирты, аммиак, бензол, бутан, бензин, гексан, лаки, пары растворителей, керосин, природный газ или пропан (IIА Т1, Т2, Т3, Т4);
- Group E – воздушные взвеси частиц горючей металлической пыли вне зависимости от ее электрической проводимости, либо пыль с подобными характеристиками опасности, имеющая удельную объемную проводимость менее 100 КОм – см.
- Group F – смеси, содержащие горючую пыль сажи, древесного угля или кокса с содержанием горючего вещества более 8% объема, или взвеси, имеющие проводимость от 100 до 100 000 ом-см;
- Group G – взвеси горючей пыли, имеющие сопротивление более 100 000 ом-см.

Электрические аккумуляторы, имеющие сертификацию FM, могут применяться в следующих случаях:

- Division 1; Classes I, II, III; Groups D, F, G (Intrinsically safe);
- Division 2; Class I; Groups A, B, C, D (Non-Incendive).

ATEX — новый европейский стандарт взрывозащищенного оборудования

В соответствии с директивой Евросоюза 94/9/ЕС с 01 июля 2003 года вводится новый стандарт ATEX. Новая классификация заменит старую CENELEC и вводится в действие на территории европейских стран.



ATEX – сокращение от Атмосpheres Explosibles (взрывоопасные смеси газов). Требования ATEX распространяются на механическое, электрическое оборудование и защитные средства, которые предполагается использовать в потенциально взрывоопасной атмосфере, как под землей, так и на поверхности земли.

В стандарте ATEX ужесточены требования стандартов EN50020/EN50014 в части IS (Intrinsically Safe) оборудования. Эти ужесточения предусматривают:

- ограничение емкостных параметров схемы;
- использование других классов защиты;
- новые требования к электростатике;
- использование защитного кожаного чехла.

Классификационную маркировку взрывозащищенного оборудования по АТЕХ рассмотрим на следующем примере: II 2 G EEx ib IIB T4

Ex в шестиграннике – маркировка взрывозащищенного оборудования по АТЕХ.


Следующий элемент маркировки определяет группу оборудования:

- I – шахтное;
- II – другое (не шахтное): химиндустрия, НХЗ, НПЗ и т. п. Третий элемент — арабская цифра — определяет допустимую зону работы оборудования, она может принимать значения 0, 1 или 2:
 - 0 – при частом возникновении взрывоопасных или воспламеняющихся концентраций опасных газов или смесей (газов, взвесей);
 - 1 – то же, что и 0, но указанные концентрации могут возникать лишь время от времени (например, при аварийных ситуациях);
 - 2 – то же, что и 1, но при редких случаях возникновения этих ситуаций.

Четвертый элемент : G – для газов, D – для горючих пылей, волокон и взвесей.

Дальнейшие символы (после E E x) были рассмотрены ранее.

Европейская маркировка взрывозащищенного оборудования

Область применения оборудования				Маркировка взрывобезопасности оборудования			
1	2	3	4	5	6	7	8
	II	1	G	EEx	ia	IIB	T3

1. Взрывозащищенное оборудование имеет сертификаты одной из испытательных лабораторий стран ЕС.

2. Область применения:

- I — подземные выработки;
- II — наземное применение.

3. Категория зоны:

- 0 — постоянное присутствие взрывоопасных веществ (более 1000 часов в год);
- 1 — частое 10...1000 часов в год;
- 2 — краткосрочные менее 10 часов в год.

4. Окружающая атмосфера:

- G — газ;
- D — пыль.

5. E — согласно евронормам (требования CENELEC) ; Ex — взрывозащищенное оборудование.

6. Классификация видов защиты :

- d — взрывонепроницаемая оболочка;
- e — защита вида «е» (повышенная);
- o — масляное заполнение;
- p — заполнение или продувка оболочки под Ризб;
- q — кварцевое заполнение;
- m — заполнение компаундом;
- i — искробезопасная электроцепь: (данный тип взрывозащиты гарантирует, что опасная ситуация не может возникнуть в результате искры (при коротком замыкании), либо в случае внезапного обрыва цепи питания (энергия внутренней индуктивности прибора), либо в результате нагрева токонесущих проводов);
- ia — опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации при помехах на линии и при любой комбинации двух возможных неисправностей;
- ib — опасная ситуация не может возникнуть при нормальной эксплуатации, при помехах на линии и одной неисправности.

После главного вида защиты может указываться дополнительный.

7. Область применения :

- I — подземные работы ;
- II — наземное применение ;

Для видов защиты «d» и «i» в случае наземного применения вводятся подгруппы IIА , IIВ и IIС (по величине БЭМЗ или МТВ).

8. Температура воспламенения :

- T1 > 450 °C;
- T2 = 300...450 °C;
- T3 = 200...300 °C;
- T4 = 135...200 °C;
- T5 = 100...135 °C;
- T6 = 85...100 °C.

Маркировка в квадратных скобках указывает на то, что это связанное оборудование.

Например, маркировка [Ex ia] IIC указывает на связанное оборудование, располагающееся во взрывоопасной зоне.

Связанное оборудование, размещенное в взрывоопасной зоне и имеющее вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» маркируется следующим образом: Ex d [ia] IIC T4.