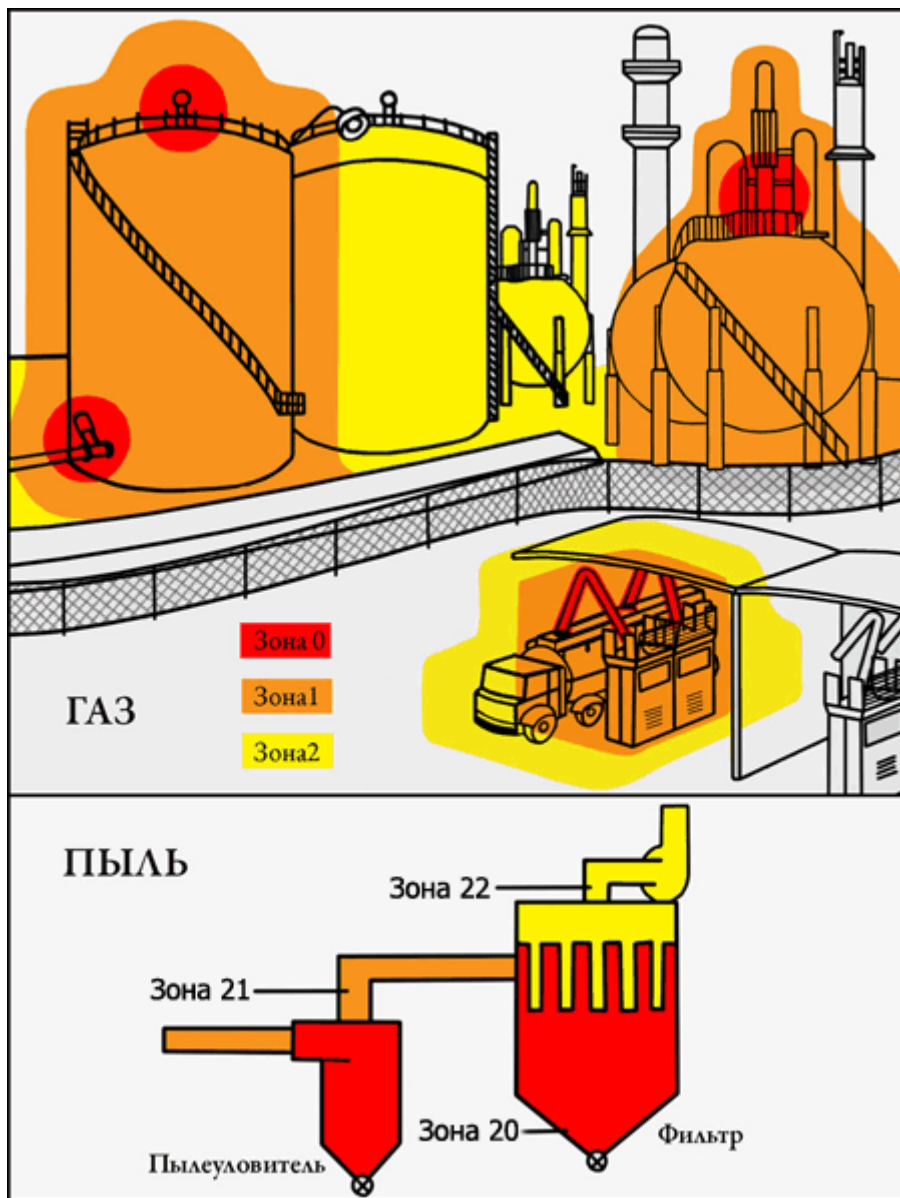


КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно со специалистами проектной или эксплуатирующей организации. Нормативные документы содержат определение геометрических размеров каждого класса зон.



Классификация взрывоопасных зон по газу:

Зона 0

Зона в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени

Зона 1

Зона в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации

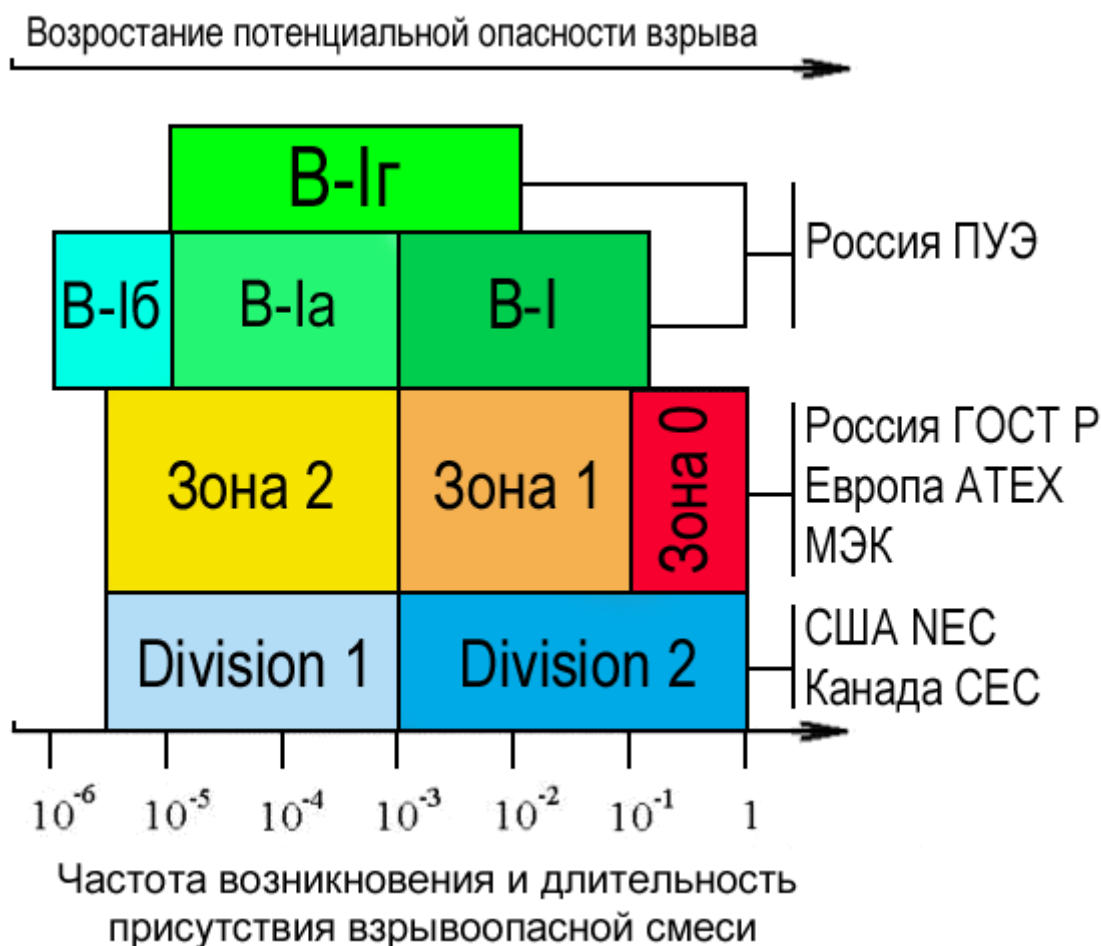
Зона 2

Зона в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует очень непродолжительное время

Классификация взрывоопасных зон по пыли:

Современная классификация зон для газов и паров включает зоны трех классов: 0, 1 и 2, но практика показала, что общая классификация зон одновременно для газа и пыли является неприемлемой. В отличие от зон для газа или пара, зоны, опасные по воспламенению горючей пыли, не могут быть классифицированы в зависимости от нормальных или аварийных условий и от времени. Усиленная вентиляция может привести к появлению облаков пыли и поэтому увеличить, а не уменьшить опасность.

Зона 20	Зона 21	Зона 22
<p>Зона, в которой горючая пыль в виде облака присутствует постоянно или частично 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. Это может быть облака внутри области содержания пыли, где пыль может образовывать взрывчатые смеси часто или на длительный период времени.</p>	<p>Зона, не классифицируемая как зона класса 20, в которой горючая пыль в виде облака не может присутствовать при нормальном режиме работы оборудования в количестве, способном произвести концентрацию, достаточную для взрыва горючей пыли в смесях с воздухом. Эта зона может включать кроме прочих, области в непосредственной близости от накопления пыли или мест освобождения и области, где присутствуют облака пыли, в которых при нормальном режиме работы может создаваться концентрация, достаточная для взрыва горючей пыли в смесях с воздухом.</p>	<p>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 в воздухе. Если, исходя из аномальных условий, устранение накоплений или слоев пыли не может быть гарантировано, тогда зону классифицируют как зону класса 21. Эта зона может включать, кроме прочих, области вблизи оборудования, содержащего пыль, из которого пыль может улетучиваться через места утечки и образовывать отложения (например помещения, в которых пыль может улетучиваться со станка (фрезы) и затем оседать).</p>



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

Согласно устаревшему но действующему российскому нормативному документу ПУЭ Главе 7.3 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.

Пример маркировки ГОСТ Р:

1ExdIIAT3

Знак уровня взрывозащиты	Знак соответствия стандартам	Знак вида взрывозащиты	Знак подгруппы (категория смеси)	Знак температурного класса (группа смеси)

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

Все известные и применяемые на практике методы защиты направлены на уменьшение риска взрыва до приемлемого уровня. При этом если система сконструирована правильно, то единичная неисправность в любом ее компоненте не должна приводить к возникновению взрыва.

В общем случае все методы обеспечения взрывозащиты можно условно разделить на четыре основные группы:

1. Методы взрывозащиты, направленные на снижение вероятности возникновения электрической искры.

По данному методу реализуются следующие виды защиты:

- Взрывозащита вида "е" (повышенная безопасность)
- Взрывозащита вида "п"
- Взрывозащита вида "s" (специальный)

2. Методы взрывозащиты, направленные на изоляцию электрических цепей от взрывоопасных смесей.

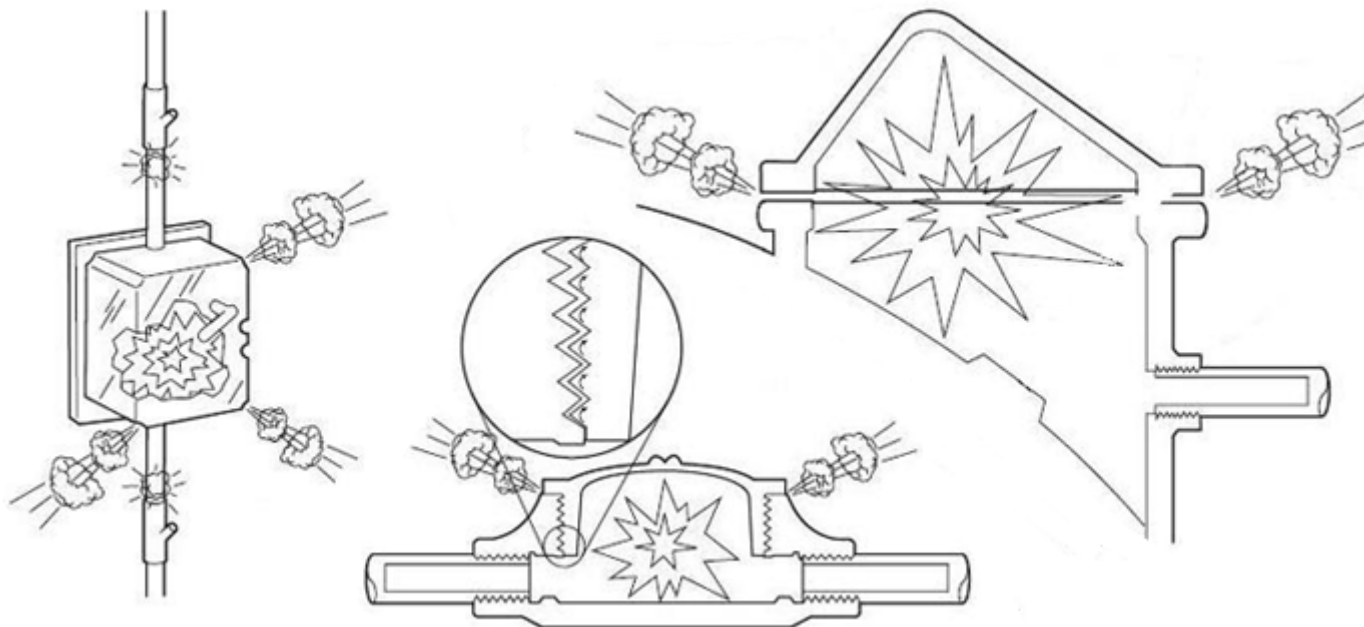
Метод подразумевает заключение электрических цепей в специальные оболочки, заполненные газообразным, жидкостным или твердым диэлектриком так, чтобы взрывоопасная смесь не находилась в контакте с электрическими цепями.

По данному методу реализуются следующие виды взрывозащиты:

- Взрывозащита вида "m" - заливка специальным компаундом;
- Взрывозащита вида "о" - масляное заполнение оболочки;
- Взрывозащита вида "а" - заполнение оболочки кварцевым песком;
- Взрывозащита вида р" - заполнение или продувка оболочки взрывобезопасным газом под избыточным давлением.

3. Методы взрывозащиты, направленные на сдерживание взрыва.

По данному методу реализована взрывозащита вида "d" (взрывозащитная оболочка). Данный метод подразумевает, что электрические цепи помещены в специальную прочную оболочку с малым зазором. При этом не исключается контакт электрических цепей с взрывоопасной смесью и возможность ее воспламенения, но при этом гарантируется, что оболочка сдерживает возникшее в результате взрыва избыточное давление, т.е. вспышка не выходит за пределы ограничений взрывонепроницаемой оболочки. Поскольку раскаленные газы имеют различную проникающую способность, то здесь принимаются во внимание подгруппы газов.



4. Ограничение мощности искры.

По данному методу реализована защита вида 'i' (искробезопасная цепь). Данный метод подразумевает, что в случае возникновения искры ее мощности будет недостаточно для воспламенения взрывоопасной смеси. Однако данный метод не исключает контакта взрывоопасной смеси с электрическими цепями.

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

Взрывонепроницаемая оболочка Распространение взрыва во внешнюю среду исключено	Ex d		Клеммные и соединительные коробки, коммутирующие приборы, светильники, посты управления, распределительные устройства, пускатели, электродвигатели, нагревательные элементы, шкафы управления, ИТ оборудование Зона 1, Зона 2	ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98)
Защита вида e Исключение искры или повышенной температуры	Ex e		Клеммные и соединительные коробки, светильники, посты управления, распределительные устройства, нагревательные элементы Зона 1 (частично), Зона 2	ГОСТ Р 51330.8-99
Искробезопасная электрическая цепь Ограничение энергии искры или	Ex i		Измерительная и регулирующая техника, техника связи, датчики, приводы, аккумуляторные фонари	ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-

повышенной температуры	Уровни взрывозащиты Exi-- электрооборудования			99)	
	Взрывоопасная зона	0	1		2
		ia	ia,ib		ia,ib,ic
Заполнение или продувка Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ex p		Сильноточные распределительные шкафы, высокоинтегрированное ИТ оборудование, анализаторные приборы, сверхмощные электродвигатели Зона 1, Зона 2	ГОСТ Р 51330.3-99	
Герметизация компаундом Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ex m		Коммутирующие приборы малой мощности, индикаторы, датчики Зона 1, Зона 2	ГОСТ Р 51330.17-99 (МЭК 60079-18-92)	
Масляное заполнение оболочки Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ex o		Трансформаторы, пусковые сопротивления Зона 2	ГОСТ Р 51330.7-99 (МЭК 60079-6-95)	
Заполнение оболочки порошком Распространение взрыва во внешнюю среду исключено	Ex q		Трансформаторы, конденсаторы, индикаторы Зона 1, Зона 2	ГОСТ Р 51330.6-99 (МЭК 60079-5-97)	
Вид защиты не имеют зажигающую способность	Ex n		Все устройства для Зоны 2	ГОСТ Р 51330.14-99	
		Оборудование Exn подразделяется на четыре группы: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Не искрящие ExnA – используются компоненты, не производящие дугу или искрение. ▪ Изолированные ExnC компоненты с зажигающей способностью, например, патроны ламп - изолированы, чтобы исключить попадание к ним взрывоопасных газов или паров. ▪ Ограничение энергии ExnL – низкоэнергетичные схемы устраняют возможность возгорания. ▪ Ограничение движения воздуха ExnR – основывается на уплотнении и герметизации оборудования с целью устранить попадание взрывоопасной смеси на горячие поверхности и воспламеняющие компоненты. 			
Специальная защита снижения вероятности возникновения электрической искры	Ex s	Этот вид взрывозащиты может обеспечиваться следующими средствами: заключением электрических цепей в герметичную	Все устройства для Зоны 1 и Зоны 2	ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98)	

		оболочку со степенью защиты IP67; герметизацией электрооборудования материалом, обладающим изоляционными свойствами (компаундами, герметиками); воздействием на взрывоопасную смесь устройствами и веществами для поглощения или снижения концентрации последних; и другими способами.		
--	--	--	--	--

Действует следующая российская классификация уровней взрывозащиты оборудования:

I (рудничный метан)	II (все газы)	
Иа	ia	Особо взрывобезопасный
Иb	ib	Взрывобезопасный
Ис	ic	Повышенная надежность против взрыва

Категории взрывоопасности смеси

В существующей классификации ССEx в ГОСТ Р 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.

К категории II относится оборудование, применяемое для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и пыли.

Существуют три подкатегории категории II: IIA, IIB, IIC. Каждая последующая подкатегория включает (может заменить) предшествующую, то есть, подкатегория C является высшей и соответствует требованиям всех категорий – A, B и C. Она, таким образом, является самой «строгой».

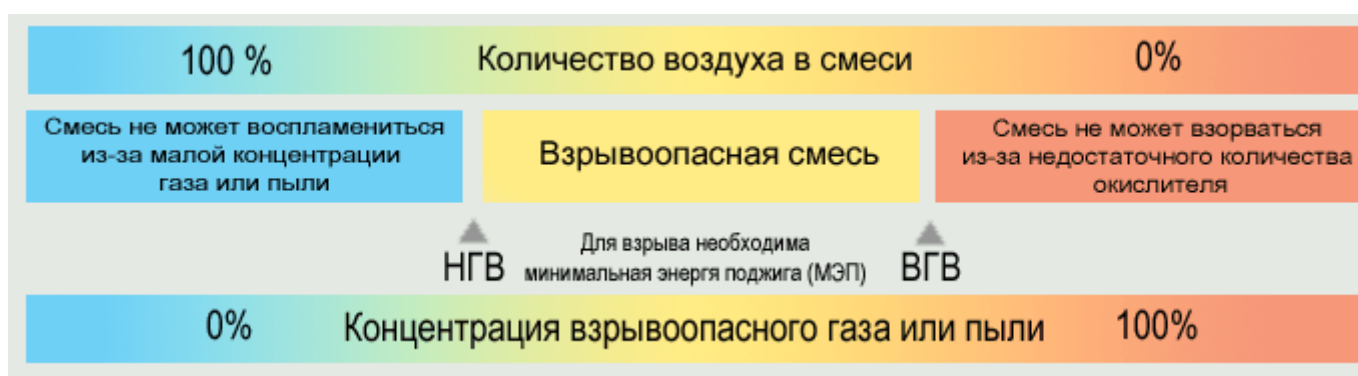
		↓ Возрастание опасности	
I			Метан (рудничный)
II A	Более 180		Пропан
II B	60-180		Этилен
II C	менее 60		Ацетилен, Водород

В системе МЭКEx (IECEx) предусмотрено три категории: I, II и III. Из категории II выделена пыль в III категорию. (Категория II - для газов, категория III - для пыли.)

В системе NEC и СЕС предусмотрена более расширенная классификация взрывоопасных смесей газов и пыли для обеспечения большей безопасности по классам и подгруппам (Class I Group A; Class I Group B; Class I Group C; Class I Group D; Class I Group E; Class II Group F; Class II Group G). Так например, для угольных шахт изготавливается с двойной маркировкой: Class I Group D (для метана); Class II Group F (для угольной пыли).

Характеристики взрывоопасных смесей

Для многих распространенных взрывоопасных смесей экспериментальным путем построены так называемые характеристики воспламенения. Для каждого топлива существует минимальная энергия поджигания (МЭП), которая соответствует идеальной пропорции топлива и воздуха, в которой смесь легче всего воспламеняется. Ниже МЭП поджигание невозможно при любой концентрации. Для концентрации ниже, чем величина, соответствующая МЭП, количество энергии, требующейся для воспламенения смеси, увеличивается до тех пор, пока значение концентрации не станет меньше значения, при котором смесь не может воспламениться из-за малого количества топлива. Эта величина называется нижней границей взрыва (НГВ). Аналогичным образом при увеличении концентрации количество необходимой для воспламенения энергии растет, пока концентрация не превысит значения, при котором воспламенение не может произойти из-за недостаточного количества окислителя. Это значение называется верхней границей взрыва (ВГВ).



С практической точки зрения, НГВ является более важной и существенной величиной, чем ВГВ, потому что она устанавливает в процентном отношении минимальное количество топлива, необходимого для образования взрывоопасной смеси. Эта информация важна при классификации опасных зон.

Метан	Группа I (шахты)	Class I Group D	
Ацетилен	Группа IIC	Class I Group A	> 20 мкДж
Водород	Группа IIC	Class I Group B	> 20 мкДж
Этилен	Группа IIB	Class I Group C	> 60 мкДж
Пропан	Группа IIA	Class I Group D	> 180 мкДж
Металлическая пыль	Группа II	Class I, Group E	
Угольная пыль	-	Class II Group F	Наиболее легко поджигаемые
Зерновая пыль	Группа II	Class II Group G	

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

Согласно ГОСТу, действует следующая классификация по температуре самовоспламенения:

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 IIC взрывоопасности смеси применяется к группам:

- T1 – водород, водяной газ, светильный газ, водород 75% + азот 25%»;
- T2 – ацетилен, метилдихлорсилан;
- T3 – трихлорсилан;
- T4 – не применяется;
- T5 – сероуглерод;
- T6 – не применяется.

Категориям А и В соответствуют взрывоопасные смеси IIA:

- T1 – 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;
- T2 – алкилбензол, амилацетат, ..., бензин Б95\130, бутан, ...растворители..., спирты, ..., этилбензол, циклогексанол;
- T3 – 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;
- T4 – ацетальдегид, альдегид изомасляный, альдегид масляный, альдегид пропионовый, декан, тетраметилдиаминметан, 1,1,3 – триэтоксипутан;
- T5 и T6 – не применяются.

IIВ:

- T1 – коксовый газ, синильная кислота;
- T2 – дивинил, 4,4 – диметилдиоксан, диметилдихлорсилан, диоксан, ..., нитроциклогексан, окись пропилена, окись этилена, ..., этилен;
- T3 – акролеин, винилтрихлорсилан, сероводород, тетрагидрофуран, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан, топливо дизельное, формальгликоль, этилдихлорсилан, этилцеллозольв;
- T4 – дибутиловый эфир, диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля;
- T5 и T6 – не применяются.

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

Категории IIA, IIB и IIC 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).

I (рудничный метан)	более 1,0	1,0
IIA	0,9 и более	0,8
IIB	от 0,5 до 0,9	от 0,4 до 0,8
IIC	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 T4, должно иметь максимальную температуру элементов поверхности ниже 135 градусов; T5 – ниже 100, а T6 – ниже 85.

Маркировка оборудования для категории I в России:

Пример маркировки: RB1B

По уровню взрывозащиты:
РН – рудничное нормальное (не взрывозащищенное)
РП – рудничное повышенной надежности против взрыва (уровень взрывозащиты 2)
РВ – рудничное взрывозащищенное электрооборудование (уровень взрывозащиты 1)
РО – рудничное особовзрывобезопасное (уровень взрывозащиты 0)
<i>По виду взрывозащиты:</i>
В – взрывонепроницаемая оболочка
1В – электрооборудование с напряжением до 100В (ток к.з не более 100А)
2В – электрооборудование с напряжением свыше 100В до 220В (ток к.з свыше 100А до 600А)
3В – электрооборудование с напряжением свыше 220В до 1140В (ток к.з свыше 100А)
4В – электрооборудование с напряжением свыше 1140В (ток к.з свыше 100А)
К – кварцевое заполнение оболочки
М – масляное заполнение оболочки
А – автоматическое отключение напряжения с токоведущих частей
И – искробезопасная цепь
е(П) – дополнительные меры против дуговых разрядов, напряжения, повышенной тем-ры
С – специальные виды защиты

Маркировка по стандарту CENELEC применялась в Европе до 1 июля 2003 года.

ExdIIBT4

Ex – знак взрывозащищенного оборудования по стандарту CENELEC; d – тип взрывозащиты (взрывонепроницаемая оболочка); IIB – категория взрывоопасности газовой смеси II вариант B (см. выше); T4 – группа смеси по температуре воспламенения (температура не выше 135 °C)

Маркировка FM по стандарту NEC, CEC:

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 – горючая пыль, Class III – горючие волокна.

Division может иметь значения 1 и 2: Division 1 – это полный аналог зоны B1(B2) – взрывоопасная смесь присутствует при нормальных условиях работы; Division 2 – аналог зоны B1A (B2A), 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 (IIC T3, T2);
- Group B – смеси, содержащие бутадиен, акролеин, водород и окись этилена (IIC T2, T1);
- Group C – смеси, содержащие циклопропан, этилен или этиловый эфир (IIB T4, T3, T2);
- Group D – смеси, содержащие спирты, аммиак, бензол, бутан, бензин, гексан, лаки, пары растворителей, керосин, природный газ или пропан (IIA T1, T2, T3, T4);
- 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.

ATEX – европейский стандарт взрывозащищенного оборудования

В соответствии с директивой Евросоюза 94/9/EC 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 ATmospheres 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:

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

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

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

1. Взрывозащищенное оборудование имеет сертификаты одной из испытательных лабораторий стран ЕС. Ex в шестиграннике – маркировка взрывозащищенного оборудования по АТЕХ.

2. Область применения:

I – подземные выработки (шахтное)

II – наземное применение (химиндустрия, НХЗ, НПЗ и т. п)

3. Категория зоны:

0 – постоянное присутствие взрывоопасных веществ (более 1000 часов в год). Используется при частом возникновении взрывоопасных или воспламеняющихся концентраций опасных газов или смесей (газов, взвесей).

1 – частое 10...1000 часов в год. Используется при возникновении взрывоопасных или воспламеняющихся концентраций опасных газов или смесей (газов, взвесей) лишь время от времени (например, при аварийных ситуациях)

2 – краткосрочные менее 10 часов в год. Используется при редких случаях возникновения этих ситуаций

4. Окружающая атмосфера:

G – газ;

D – пыль (для горючих пылей, волокон и взвесей)

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 IIA, IIB и IIC (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] IIC4.

IP - защита от внешних воздействий

Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89 CEI 70-1 EN 60529)


Стандарт разработан на основе стандарта МЭК 60529 1989 г. и введен в действие с 1 января 1997 г.

ГОСТ 14254 установлена классификация степеней защиты, обеспечиваемой оболочками, в которые помещается электрооборудование, и их обозначение (код IP), изложены требования для каждого обозначения, приведены методы контроля и испытаний оболочек. Требования стандарта распространяются на электрооборудование напряжением не более 72,5 кВ. Под степенью защиты понимается способ защиты, проверяемый стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным частям (опасным токоведущим и опасным механическим частям), попадания внешних твердых предметов и (или) воды внутрь оболочки. Степень защиты обозначается так называемым кодом IP, который включает в себя следующие элементы:

- буквы «IP» кода, являющиеся сокращением слов «International Protection» (международная защита);
- первую характеристическую цифру (цифры от 0 до 6 либо заменяющая их буква «X»);
- вторую характеристическую цифру (цифры от 0 до 8 либо заменяющая их буква «X»);
- дополнительную букву (буквы «A», «B», «C», «D»);
- вспомогательную букву (буквы «H», «M», «S»).

Первая цифра IP (Xx)	Вид защиты	Допустимое применение
0	 Защиты нет	В корпусах
1	 Защита от твёрдых тел размером ≥ 50 мм	Закрытые помещения (доступ в которые разрешаются только уполномоченным и обученным лицам)
2	 Защита от твёрдых тел размером $\geq 12,5$ мм	Обычные помещения с наличием только крупных частиц осадение на вертикальных стенках
3	 Защита от твёрдых тел размером $\geq 2,5$ мм	Обычные помещения осадение на вертикальных частях или на недоступных горизонтальных плоскостях

4		Защита от твёрдых тел размером $\geq 1,0$ мм	Обычные помещения осаждение даже на недоступных плоскостях
5		Частичная защита от пыли	Изредка пыльных помещения
6		Полная защита от пыли	Постоянно пыльные помещения
Вторая цифра IP (xX)			
Вторая цифра IP (xX)	Вид защиты		Допустимое применение
0		Защиты нет	В сухих помещениях
1		Защита от капель конденсата, падающих вертикально	Во влажных помещениях с устройством в заданном вертикальном положении
2		Защита от капель, падающих под углом до 15 градусов	Во влажных помещениях с устройством не строго в вертикальном положении
3		Защита от капель, падающих под углом до 60 градусов	Места, подвергающиеся дождю, но не струям снизу
4		Защита от брызг, падающих под любым углом	Места, подвергающиеся дождю и струям (например станция с прохождением трансп. средств)
5		Защита от струй, падающих под любым углом	Места, подвергающиеся мойке струями воды средней мощности
6		Защита от динамического воздействия потоков воды (морская волна)	Места, подвергающиеся энергичной мойке и штормам (пирсы)
7		Защита от попадания воды при погружении на определённую глубину и время	Временно затопляемые места или надолго оказывающиеся под снегом

8	 Защита от воды при неограниченном времени погружения на определённую глубину	Подводная функциональность
Вторая буква IP (xx) aA	Дополнительные буквы	
H	Прибор высокого напряжения	
M	Проверен в работе от попадания воды	
S	Проверен в нерабочем положении от попадания воды	
W	С дополнительно указываемыми средствами защиты	

В коде IP одна или обе характеристические цифры могут быть заменены буквой «X», когда отсутствует необходимость нормирования степени защиты. Если в коде используются несколько дополнительных букв, они располагаются в алфавитном порядке. Дополнительные и вспомогательные буквы опускаются в коде без замены. Например: IP54, IP2X, IPX1, IPXX, IP20C, IPXXC. Первая характеристическая цифра указывает на степень защиты, обеспечиваемой оболочкой:

- людей от доступа к опасным частям, предотвращая или ограничивая проникновение внутрь оболочки какой-либо части тела или предмета, находящегося в руках у человека;
- оборудования, находящегося внутри оболочки, от проникновения внешних твердых предметов. Если первая характеристическая цифра равна 0, то оболочка не обеспечивает защиту ни от доступа к опасным частям, ни от проникновения внешних твердых предметов. Первая характеристическая цифра, равная 1, указывает на то, что оболочка обеспечивает защиту от доступа к опасным частям тыльной стороной руки, 2 – пальцем, 3 – инструментом, 4, 5 и 6 – проволокой. При первой характеристической цифре, равной 1, 2, 3 и 4, оболочка обеспечивает защиту от внешних твердых предметов диаметром больше или равным соответственно 50, 12,5, 2,5 и 1,0 мм. При цифре 5 оболочка обеспечивает частичную, а при цифре 6 – полную защиту от пыли. Вторая характеристическая цифра указывает степень защиты оборудования от вредного воздействия воды, которую обеспечивает оболочка. Если вторая характеристическая цифра равна 0, то оболочка не обеспечивает защиту от вредного воздействия воды. Вторая характеристическая цифра, равная 1, указывает на то, что оболочка обеспечивает защиту от вертикально падающих капель воды; 2 – от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол до 15°; 3 – от воды, падающей в виде дождя; 4 – от сплошного обрызгивания; 5 – от водяных струй; 6 – от сильных водяных струй; 7 – от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду; 8 – от воздействия при длительном погружении в воду. Оболочки, имеющие в своем коде IP вторую характеристическую цифру 7 или 8, могут быть ограниченного или двойного использования. Оболочки ограниченного использования не предназначены для защиты от воздействия струй воды и не должны удовлетворять требованиям, соответствующим цифрам 5 или 6. Оболочки двойного использования предназначены для защиты и от погружения в воду, и от воздействия струй воды. Маркировка этих оболочек выполняется так: IPX5/IPX7, IPX6/IPX7, IPX5/IPX8, IPX6/IPX8. Дополнительная буква обозначает степень защиты людей от доступа к опасным частям и указывается в том случае, если:
 - действительная степень защиты от доступа к опасным частям выше степени защиты, указанной первой характеристической цифрой;
 - обозначена только защита от вредного воздействия воды, а первая характеристическая цифра заменена символом «X». Степень защиты оболочки может быть обозначена дополнительной буквой только в том случае, если она удовлетворяет всем более низким по уровню степеням защиты, например: IP1XB, IP1XC, IP1XD, IP2XC, IP2XD, IP3XD. Дополнительная буква «A» указывает на то, что оболочка обеспечивает защиту от доступа к опасным частям тыльной стороной руки, «B» – пальцем, «C» – инструментом, «D» – проволокой.

- Вспомогательная буква «Н» обозначает высоковольтное электрооборудование. Вспомогательные буквы «М» и «S» указывают на то, что оборудование с движущимися частями во время испытаний на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды, находится соответственно в состоянии движения или неподвижности.
- Значения характерных цифр степени защиты приведены в таблице:

	Нет защиты	IP 00							
	Частицы > 50 мм	IP 10	IP 11	IP 12					
	Частицы > 12,5 мм	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23				
	Частицы > 2,5 мм	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34			
	Частицы > 1 мм	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44			
	Пыль частично	IP 50				IP 54	IP 55		
	Пыль - полная	IP 60				IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

На пересечении уровней защиты по проникновению влаги и механических частиц показаны все практически достижимые и существующие степени защиты по этому стандарту. Так, например, степень защиты IP 38 - абсурдна, поскольку погружение изделия в воду не может быть реализовано при защите изделия от проникновения механических частиц размером более 2,5 мм.

Другие маркировки защиты от внешних воздействий

Классификации защиты NEMA/UL

Национальная ассоциация производителей электрооборудования (NEMA) является организацией производителей США, активно продвигающая спецификации стандартов для электрооборудования.

Критерий производительности NEMA и методы тестирования Underwriters' Laboratories являются основой для разработки и стандартизации корпусов для электроаппаратуры.

Nema (Примерные IP эквиваленты приведены в скобках)

1	Используется главным образом в помещениях в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от соприкосновения с защищенным оборудованием и от ограниченного попадания грязи. (IP30)
2	Используется в помещениях в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от ограниченного количества падающей воды и грязи. (IP31)
3	Используется вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от надуваемой пыли, дождя и мокрого снега. При образовании на корпусе корки льда повреждений не происходит. (IP64)

3R	Используется вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от дождя и мокрого снега. При образовании на корпусе корки льда повреждений не происходит. (IP32)
3S	Используется вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от надуваемой пыли, дождя и мокрого снега. При налипании льда внешние механизмы остаются в рабочем состоянии.
4	Используется внутри и вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от разбрызгиваемой воды, пыли и дождя. При образовании на корпусе корки льда повреждений не происходит. (IP66)
4X	Используется внутри и вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от разбрызгиваемой воды, пыли и дождя, а также воды, направляемой из шланга. При образовании на корпусе корки льда повреждений не происходит; устойчивость к коррозии. (IP66)
6	Используется внутри и вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от попадания воды во время длительного погружения на ограниченную глубину.
6P	Используется внутри и вне помещений в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от попадания воды во время длительного погружения на ограниченную глубину.
11	Используется в помещениях для обеспечения путем погружения в масло для определенной степени защиты оборудования от эффектов коррозии, вызываемой агрессивными жидкостями.
12, 12K	Используется в помещениях в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от пыли, попадающей грязи и капающих некорродирующих жидкостей. (IP65)
13	Используется в помещениях в целях обеспечения надлежащего уровня защиты от пыли и разбрызгиваемой воды, масла и некорродирующих охладителей. (IP65)

Классификации защиты IK

	IK00 нет защиты
	IK01-05 удар < 1 Джоуля
	IK06 удар 1 Джоуль

	<p>IK07 удар 2 Джоуля</p>
	<p>IK08 удар 5 Джоулей</p>
	<p>IK09 удар 10 Джоулей</p>
	<p>IK10 удар 20 Джоулей</p>

Маркировка MIL-STD 810F

Существует так же специальная маркировка вида MIL-STD 810F, которая обозначает соответствие устройства американскому военному стандарту защиты оборудования от внешних воздействий и данные устройства проходят температурные и вибрационные тесты, испытания повышенной влажностью и имитацией дождя. При испытаниях устройства также помещают в песчаную и газовую среду, изучают влияние солнечной радиации и солевого тумана, давления, а также различных видов ударов.