

Классификация взрывоопасных зон и маркировка взрывозащищенного оборудования

Ex-изделия - это изделия, которое полностью или частично применяется для использования электрической энергии и включающие один или более видов взрывозащиты для условий потенциально взрывоопасной газовой среды. К таковым, наряду с другими, относятся устройства для выработки, передачи, распределения, хранения, измерения, регулирования, преобразования и потребления электрической энергии, устройства электросвязи, а также изделия, применяемые во взрывоопасных зонах, которые могут служить источником воспламенения.

Ex-компоненты - части Ex-изделия, которые отдельно во взрывоопасной среде не используют; при встраивании в Ex-оборудование Ex-компонентов в обязательном порядке требуется подтверждение соответствия их взрывозащитных свойств требованиям нормативных документов.

Ex-системы - агрегаты из соединенных между собой Ex-изделий, в которых соединение должно быть выполнено в соответствии с описательным документом системы, с тем, чтобы оно отвечало требованиям взрывозащиты.

Ex-оборудование - общий термин, применяющийся к Ex-изделиям (устройствам), компонентам и системам.

Взрывоопасные зоны

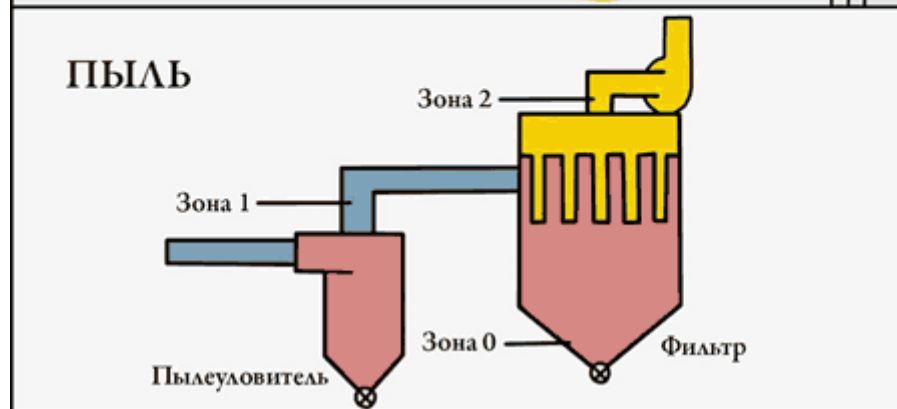
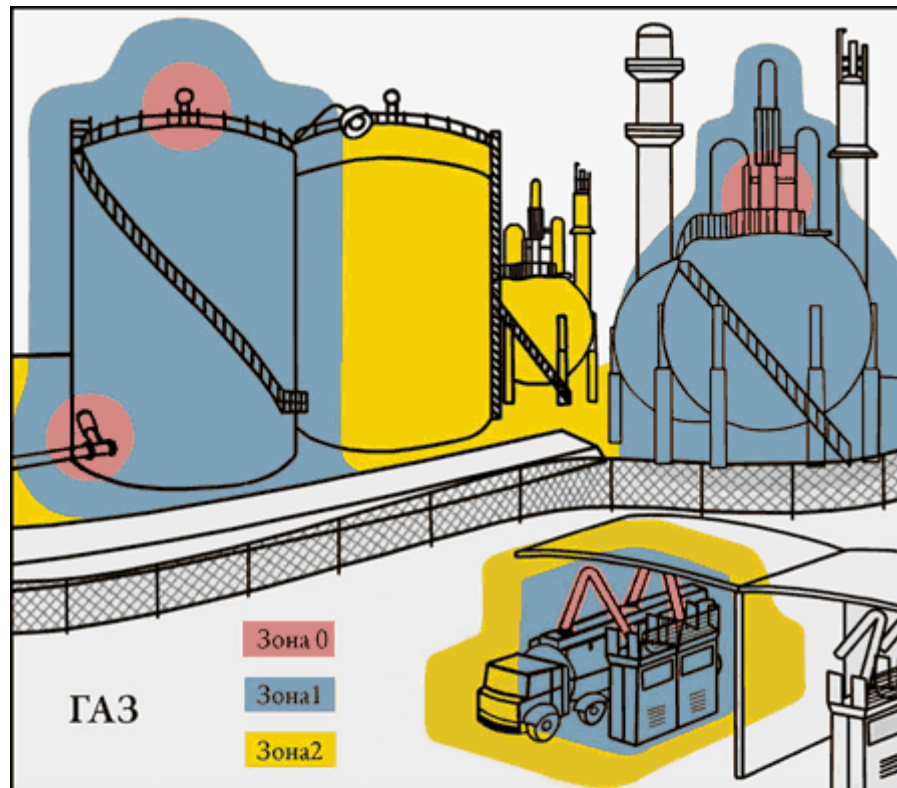


Классификация взрывоопасных зон и маркировка взрывозащищенного оборудования в России

В настоящее время на территории РФ и Таможенного Союза одновременно действуют несколько нормативных документов, содержащих определения взрывоопасных зон и регламентирующих процесс выбора вида взрывозащиты допускаемого для использования в каждой из взрывоопасных зон - ПУЭ, глава 7.3. и серия стандартов ГОСТ Р и ГОСТ ТС, разработанных на базе стандартов МЭК 60079 и МЭК 61241. Определения, действующие в ПУЭ и ГОСТ значительно отличаются. На сегодняшний день ТК403 разрабатывает стандарт, объединяющий требования этих нормативных документов. Завершение работы - 2018 г.. Разработчиком стандарта является ООО «ЗАВОД ГОРЭЛТЕХ» (ранее ООО «КОРТЕМ-ГОРЭЛТЕХ»).

Современная унифицированная классификация взрывоопасных зон в соответствии 012/2011 "О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах"

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, 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.

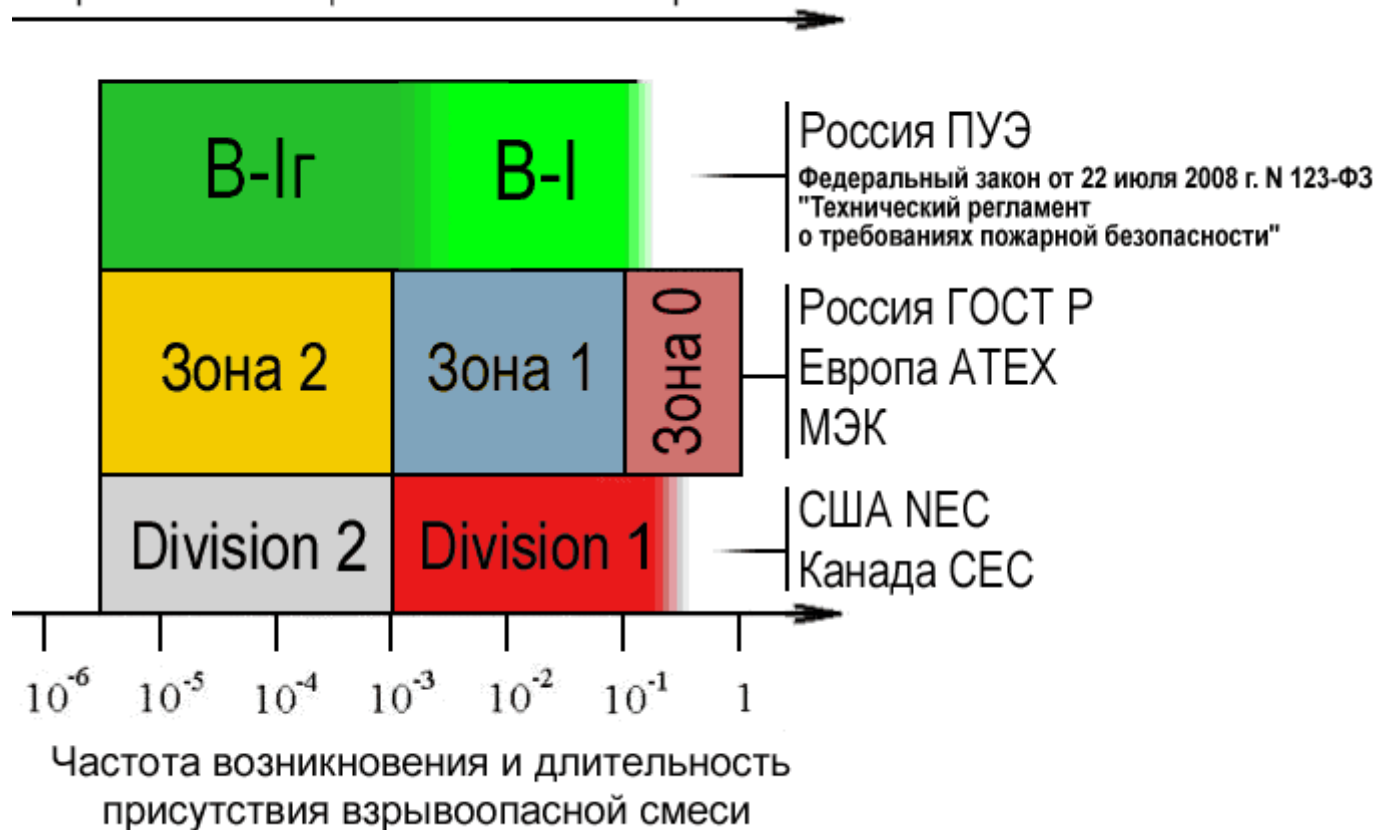
Зона 21

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.

Зона 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 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).

Возрастание потенциальной опасности взрыва



ВАЖНО ЗНАТЬ: Зоны класса В-1а и В-1б не могут определяться как Зона 2 так как сама возможность возникновения аварии с юридической стороны не определена как величина частоты возникновения и длительности присутствия взрывоопасной смеси (Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности").

Тем не менее, для Зон класса В-1а и В-1б необходимо применять оборудование, предназначенное для использования как минимум в Зоне 2 (уровень взрывозащитности оборудования 2).

Для исключения ошибок при определении соответствия зон, оборудование для Зон класса В-1г должно иметь класс взрывозащитности соответствующий Зоне 1 (уровень взрывозащитности оборудования 1), т.к. Зона В-1г частично перекрывает Зону 1. Для Зон класса В-1 необходимо применять только оборудование, предназначенное для эксплуатации в Зоне 1 или Зоне 0 (уровень взрывозащитности оборудования 1 или 0). Оборудование, предназначенное для эксплуатации в Зоне 2 применять в зоне класса В-1 недопустимо.

В части Зоны В-1, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени допускается использовать только оборудование, предназначенное для эксплуатации в Зоне 0 (уровень взрывозащитности оборудования 0).

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 и федеральному закону от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", 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.

Взрывозащищенное электрическое оборудование

По области применения оборудование делится на следующие группы:

- I - оборудование, предназначенное для применения в подземных выработках шахт, рудников, опасных в отношении рудничного газа и (или) горючей пыли, а также в тех частях их наземных строений, в которых существует опасность присутствия рудничного газа и (или) горючей пыли (категория смеси - I);
- II - оборудование, предназначенное для применения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок (категория смеси - II по газу);
- III - оборудование, предназначенное для применения во взрывоопасных пылевых средах (категория смеси - II по пыли)

Пример маркировки ТР ТС для Категории смеси II по газу и III по пыли в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60079:

Ex 1Ex d IIA T3 Gb

Ex	1	Ex	d	IIA	T3	Gb
Знак взрывозащищенного оборудования соответствующего требованиям	<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	<u>Знак подгруппы (категория смеси)</u>	<u>Знак температурного класса (группа смеси)</u>	<u>Знак уровня и группы взрывозащиты</u>

стандартов ТР ТС						
------------------	--	--	--	--	--	--

Пример маркировки ТР ТС для Категории смеси II по газу в соответствии со стандартом ГОСТ 30852:

Ex 1ExdIIAT3

Ex	1	Ex	d	IIA	T3
Знак взрывозащищенного оборудования соответствующего требованиям стандартам ТР ТС	<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	<u>Знак подгруппы (категория смеси)</u>	<u>Знак температурного класса (группа смеси)</u>

Пример маркировки ТР ТС для Категории смеси III по пыли в соответствии со стандартом ГОСТ IEC 61241-1-1-2011:

Ex DIP A21 TA200° (TAT3)

Ex	DIP	A	21	TA200° (TAT3)
Знак взрывозащищенного оборудования соответствующего требованиям стандартам ТР ТС	Символ, обозначающий, что электрооборудование предназначено для применения в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли	A – максимально допустимый слой горючей пыли на поверхности электрооборудования 5мм B – максимально допустимый слой горючей пыли на поверхности электрооборудования 12,5мм	Класс зоны	Максимальная температура поверхности и/или температурный класс

Пример маркировки ГОСТ Р для Категории смеси II по газу в соответствии со стандартом ГОСТ Р 51330:

1ExdIIAT3

1	Ex	d	IIA	T3
<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	<u>Знак подгруппы (категория смеси)</u>	<u>Знак температурного класса (группа смеси)</u>

Применение ГОСТ Р 51330 не рекомендовано в связи с невыходом его в редакцию ТР ТС таможенного союза.

Пример маркировки ГОСТ Р для Категории смеси II по газу в соответствии со стандартом ГОСТ Р 52350:

1Ex d IIA T3

1	Ex	d	IIA	T3
<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	<u>Знак подгруппы (категория смеси)</u>	<u>Знак температурного класса (группа смеси)</u>

Применение ГОСТ Р 52350 не рекомендовано в связи с невыходом его в редакцию ТР ТС таможенного союза.

Пример маркировки ГОСТ Р МЭК 61241-99 для Категории смеси III по пыли:

DIP A21 TA200° (TA T3)

DIP	A	21	TA200° (TA T3)
Символ, обозначающий, что электрооборудование предназначено для применения в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли	A – максимально допустимый слой горючей пыли на поверхности электрооборудования 5мм B – максимально допустимый слой горючей пыли на поверхности электрооборудования 12,5мм	Класс зоны	Максимальная температура поверхности и/или температурный класс

Применение ГОСТ Р МЭК 61241-99 не рекомендовано в связи с невыходом его в редакцию ТР ТС таможенного союза.

Пример маркировки ГОСТ Р (последняя версия) для Категории смеси II по газу и III по пыли в соответствии со стандартом с и ГОСТ Р МЭК 61241:

1Ex d IIA T3 Gb

1	Ex	d	IIA	T3	Gb
<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	<u>Знак подгруппы (категория смеси)</u>	<u>Знак температурного класса (группа смеси)</u>	<u>Знак уровня и группы взрывозащиты</u>

Применение ГОСТ Р МЭК 61241 не рекомендовано в связи с невыходом его в редакцию ТР ТС таможенного союза.

Маркировка рудничного оборудования

Пример маркировки ТР ТС для Категории смеси I в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60079:

Ex PB Ex d I Mb

Ex	PB	Ex	d	I	Mb
Знак взрывозащищенного оборудования соответствующего требованиям стандартов ТР ТС	<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	Обозначение группы электрооборудования предназначенного для применения в подземных выработках шахт и их наземных строениях, опасных по рудничному газу и (или) горючей пыли	<u>Знак уровня и группы взрывозащиты</u>

Ex-маркировка должна включать в себя: обозначение соответствующего уровня взрывозащиты электрооборудования для взрывоопасных газовых сред РО, РВ, РП

По уровню взрывозащиты:

РП – рудничное повышенной надежности против взрыва (уровень взрывозащиты 2)

РВ – рудничное взрывозащищенное электрооборудование (уровень взрывозащиты 1)

РО – рудничное особовзрывобезопасное (уровень взрывозащиты 0)

Пример маркировки ТР ТС для Категории смеси I в соответствии со стандартом ГОСТ 30852:

Ex PB ExdI

Ex	PB	Ex	d	I
Знак взрывозащищенного оборудования соответствующего требованиям стандартов ТР ТС	<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	Обозначение группы электрооборудования предназначенного для применения в подземных выработках шахт и их наземных строениях, опасных по рудничному газу и (или) горючей пыли

Пример маркировки для Категории смеси I в соответствии со стандартом ГОСТ 51330:

PB ExdI

PB	Ex	d	I
<u>Знак уровня взрывозащиты</u>	Знак соответствия стандартам	<u>Знак вида взрывозащиты</u>	Обозначение группы электрооборудования предназначенного для применения в подземных выработках шахт и их наземных строениях, опасных по рудничному газу и (или) горючей пыли

Применение ГОСТ 51330 не рекомендовано в связи с невыходом его в редакцию ТР ТС таможенного союза.

Пример маркировки для Категории смеси I в соответствии со стандартом ГОСТ 12.2.020-76:

PB1B

По уровню взрывозащиты:
РН1 – рудничное нормальное (невзрывозащищенное) с изоляцией уровня 1. Оборудование рассчитано для работы при относительной влажности окружающей среды (98±2)% (с конденсацией влаги) при температуре (35±2)°С и соответствует требованиям стандарта ГОСТ Р 24754-2013
РН2 – рудничное нормальное (невзрывозащищенное) с изоляцией уровня 2. Оборудование рассчитано для работы при относительной влажности окружающей среды (98±2)% (с конденсацией влаги) при температуре (25±2)°С и соответствует требованиям стандарта ГОСТ Р 24754-2013
РП – рудничное повышенной надежности против взрыва (уровень взрывозащиты 2)
РВ – рудничное взрывозащищенное электрооборудование (уровень взрывозащиты 1)
РО – рудничное особовзрывобезопасное (уровень взрывозащиты 0)

По виду взрывозащиты:	
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	

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 следующее виды защиты:

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

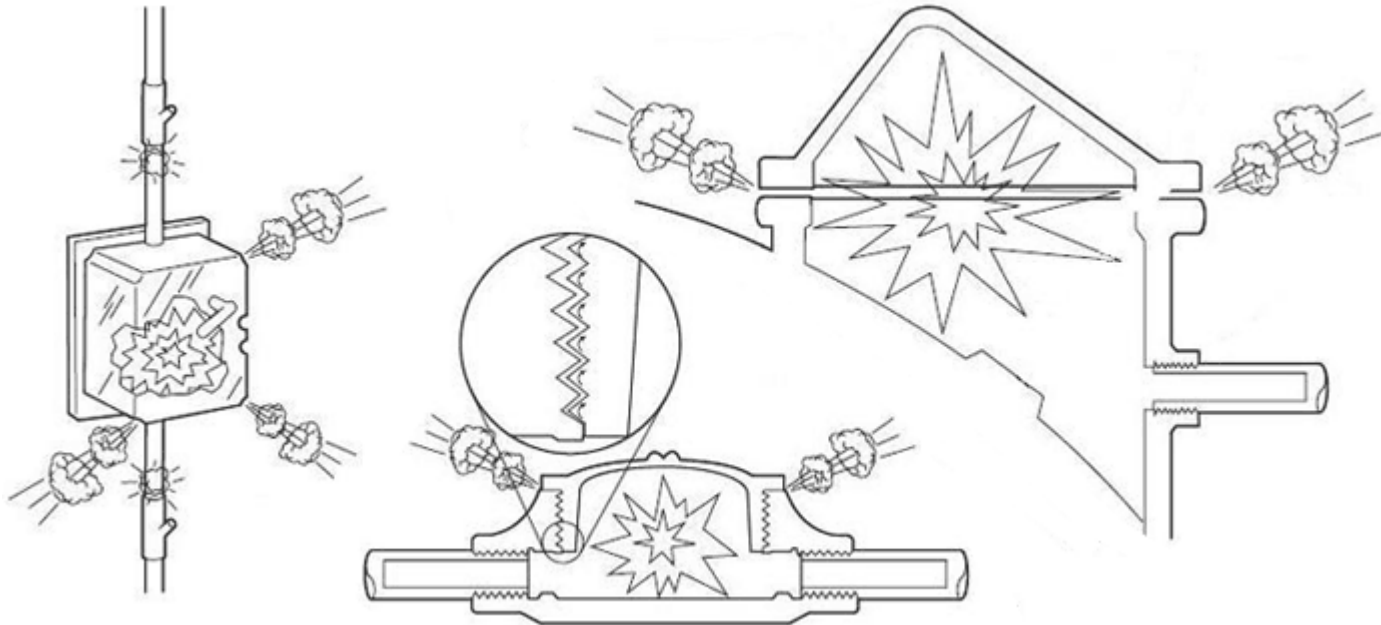
2. Методы взрывозащиты, направленные на изоляцию электрических цепей от взрывоопасных смесей.

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 "o" - заливка масляное оболочки;
 - Взрывозащита вида "q" - 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.



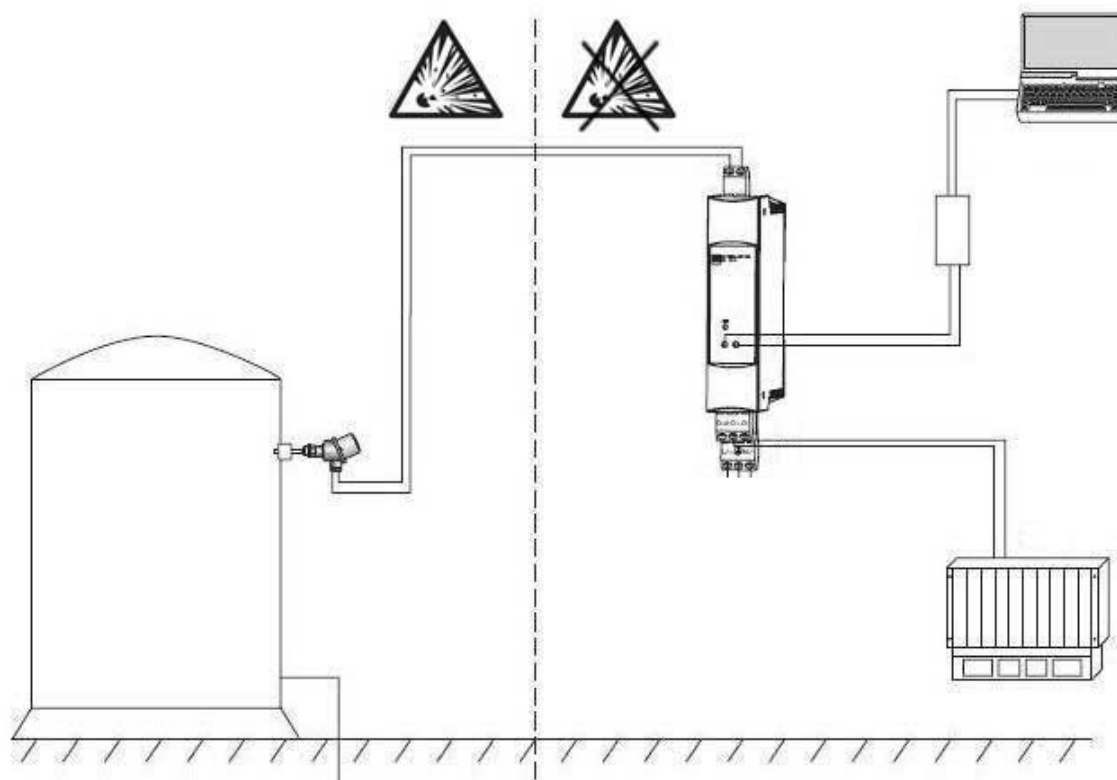
Испытания на взрывонепроницаемость по водороду взрывозащищенной коробки ССФЕ. Установлен фланцевый зазор 60 микрон.

При проведении испытаний на соответствие взрывозащищённых оболочек стандарту ГОСТ Р 52350.1-2005 выставляются полуторакратные зазоры допустимых величин, указанных в сводной таблице ГОСТ Р 52350.1-2005 "Минимальная длина соединения и максимальный зазор для оболочек подгруппы ПС". Зазор, согласно ГОСТ Р 52350.1-2005 для взрывонепроницаемых оболочек объемом более 2000 см³, эксплуатируемых в газозудной смеси с содержанием водорода, составляет 40 микрон.

Испытания на взрывонепроницаемость по водороду взрывозащищенной коробки ССФЕ. Намеренное нарушение взрывозащиты установкой недопустимого фланцевого зазора в 100 микрон.

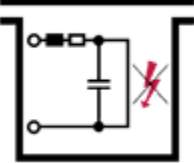

4. Ограничение мощности искры.



По данному методу реализована защита вида 'Г' (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.







Виды, стандарты и принципы взрывозащиты для Зоны 0, 1, 2 (взрывоопасная газовая среда):

Вид и принцип взрывозащиты	Маркировка	Схема	Основное применение	Стандарт	Зона
<p>Взрывонепроницаемая оболочка. Распространение взрывов во внешнюю среду исключено</p>	<p>Ex d (Ex da, Ex db, Ex dc)</p>		<p>Клеммные и соединительные коробки, коммутирующие приборы, светильники, посты управления, распределительные устройства, пускатели, электродвигатели, нагревательные элементы, шкафы управления, ИТ оборудование. Оборудование предназначено для категории взрывоопасной смеси I для работы в шахтах и рудниках, где имеется опасность взрыва рудничного метана и смеси II для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и пыли (по последней классификации категория III - для пыли). Оборудование для группы II подразделяется на три подгруппы: ПА, ПВ, ПС</p>	<p>ГОСТ 30852.1-2002 ГОСТ IEC 60079-1-2011 ГОСТ IEC 60079-1-2013</p>	<p>Зона 1, Зона 2</p>
<p>Защита вида е. Исключение искры или повышенной температуры, дуговых разрядов</p>	<p>Ex e</p>		<p>Клеммные и соединительные коробки, светильники, посты управления, распределительные устройства, нагревательные элементы</p>	<p>ГОСТ 30852.8-2002 ГОСТ 31610.7-2012/ IEC 60079-7:2006 ГОСТ Р МЭК 60079-7-2012</p>	<p>Зона 1, Зона 2</p>



<p>Искробезопасная электрическая цепь. Ограничение энергии искры или повышенной температуры</p>	<p>Ex ia Ex ib Ex ic</p>		<p>Измерительная и регулирующая техника, техника связи, датчики, приводы, аккумуляторные фонари. Оборудование предназначено для категории взрывоопасной смеси I для работы в шахтах и рудниках, где имеется опасность взрыва рудничного метана и смеси II для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и пыли (по последней классификации категория III - для пыли). Оборудование с видом взрывозащиты ia, ib, ic для группы II подразделяется на три подгруппы: IIA, IIB, IIC</p>	<p>ГОСТ 30852.4-2002 ГОСТ 30852.10-2002 ГОСТ 31610.11-2012/ IEC 60079-11:2006 ГОСТ 31610.11-2014 ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 ГОСТ Р МЭК 60079-27-2012 ГОСТ Р 52350.25-2006 ГОСТ Р МЭК 60079-25-2012</p>	<p>Зона 0 - ia Зона 1 - ia, ib Зона 2 - ia, ib, ic</p>
<p>Заполнение или продувка. Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания</p>	<p>Ex pv Ex px Ex py Ex pz</p>		<p>Сильноточные распределительные шкафы, высоко интегрированное IT оборудование, анализаторные приборы, сверхмощные электродвигатели</p>	<p>ГОСТ 30852.3-2002 ГОСТ IEC 60079-2-2011 ГОСТ IEC 60079-2-</p>	<p>Зона 1, Зона 2</p>

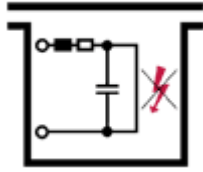

				2013 ГОСТ 30852.12- 2002 ГОСТ 30852.15- 2002 ГОСТ Р МЭК 60079-13- 2010 ГОСТ 31610.13- 2014	
Герметизация компаундом. Ех – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ех ma Ех mb Ех mc		Коммутирующие приборы малой мощности, индикаторы, датчики. Оборудование с видом взрывозащиты ma, mb, mc для группы II подразделяется на три подгруппы: ПА, ПВ, ПС	ГОСТ 30852.17- 2002 ГОСТ Р МЭК 60079-18- 2012 ГОСТ Р 52350.18- 2006	Зона 1, Зона 2
Масляное заполнение оболочки. Ех – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ех o		Трансформаторы, пусковые сопротивления, ИТ оборудование	ГОСТ 30852.7- 2002 ГОСТ 31610.6- 2015/ IEC 60079- 6:2015 ГОСТ Р МЭК 60079-6- 2012	Зона 1, Зона 2

<p>Заполнение оболочки порошком. Распространение взрыва во внешнюю среду исключено</p>	<p>Ex q</p>		<p>Трансформаторы, конденсаторы, индикаторы</p>	<p>ГОСТ 30852.6-2002 ГОСТ 31610.5-2012 ГОСТ Р МЭК 60079-5-2012</p>	<p>Зона 1, Зона 2</p>
<p>Вид защиты n. Оборудование и компоненты не имеют зажигательную способность. Дополнительная защита от искровых и дуговых разрядов, а также нагретых поверхностей</p>	<p>Ex n</p>		<p>Оборудование Ex n подразделяется на пять типов: А - для неискрящего электрооборудования; С - для искрящего электрооборудования, контакты которого имеют взрывозащиту, за исключением взрывозащиты с использованием оболочки с ограниченным пропуском газов, оболочки под избыточным давлением защитного газа n или искробезопасной цепи n; R - для оболочек с ограниченным пропуском газов; L - для искробезопасных цепей n и искробезопасного электрооборудования n; Z - для оболочек под избыточным давлением n. Оборудование с маркировкой nC или nL для группы II подразделяется на три подгруппы: ПА, ПВ, ПС</p>	<p>ГОСТ 30852.14-2002 ГОСТ Р МЭК 60079-15-2010 ГОСТ 31610.15-2012 ГОСТ 31610.15-2014/ IEC 60079-15:2010</p>	<p>Все устройства для Зоны 2</p>
<p>Специальная защита. Для снижения вероятности возникновения электрической искры</p>	<p>Ex s</p>		<p>Этот вид взрывозащиты может обеспечиваться следующими средствами: заключением электрических цепей в герметичную оболочку со степенью защиты IP67; герметизацией электрооборудования материалом, обладающим изоляционными</p>	<p>ГОСТ 22782.3-77 ГОСТ 31610.33-2014</p>	<p>Все устройства для Зоны 1 и Зоны 2</p>

			свойствами (компаундами, герметиками); воздействием на взрывоопасную смесь устройствами и веществами для поглощения или снижения концентрации последних; и другими способами		
Защита оборудования и систем, передающих оптическое излучение. Воспламенение от нагретых излучением поверхностей и вследствие индуцированного лазером пробоя в газе в фокусе интенсивного пучка исключены	Ex op is Ex op pr Ex op sh		Оптическое оборудование (лампы, лазеры, светодиоды, волоконные световоды и т. д.), техника связи, геодезии, контрольные и измерительные приборы	ГОСТ 31610.28-2012/ IEC 60079-28:2006	Зона 0 - op is, op pr Зоны 1, 2 - op is, op pr, op sh

Виды, стандарты и принципы взрывозащиты для Зоны 20, 21, 22 (взрывоопасная пылевая среда):

Вид и принцип взрывозащиты	Маркировка	Схема	Основное применение	Стандарт	Зона
Защита от воспламенения пыли. Защита оболочкой и ограничением температуры поверхности	Ex ta Ex tb Ex tc	 IP6X / IP5X	Оболочка должна предотвращать попадание горючей пыли на нагретые/искрящие части оборудования. Для оборудования «та» дополнительно принимаются меры по ограничению температуры оборудования	ГОСТ Р МЭК 60079-31-2010 ГОСТ IEC 60079-31-2013	Зона 20 - ta Зона 21 - ta, tb Зона 22 - ta, tb, tc
Герметизация компаундом. Источники возгорания изолированы от взрывоопасной среды	Ex ma, Ex maD Ex mb, Ex mbD Ex mc		Коммутирующие приборы малой мощности, индикаторы, датчики	ГОСТ Р 52350.18-2006 ГОСТ IEC 61241-18-2011 ГОСТ Р	Зона 20 - ma, maD Зона 21 - ma, maD, mb, mbD Зона 22 - ma, maD,

				МЭК 60079-18-2012	mb, mbD, mc
Искробезопасная электрическая цепь. Ограничение энергии искры или повышенной температуры	Ex iaD, Ex ia Ex ibD, Ex ib Ex ic		Измерительная и регулирующая техника, техника связи, датчики, приводы, аккумуляторные фонари	ГОСТ ИЕС 61241-11-2011 ГОСТ 31610.11-2014 ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 ГОСТ Р МЭК 60079-25-2012	Зона 20 – ia, iaD Зона 21 – ia, iaD, ib, ibD Зона 22 – ia, iaD, ib, ibD, ic
Заполнение или продувка. Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ex rxb Ex rub Ex pzc (Ex pD Ex pv, Ex px, Ex py, Ex pz)		Сильноточные распределительные шкафы, высоко интегрированное IT оборудование, анализаторные приборы, сверхмощные электродвигатели	ГОСТ ИЕС 60079-2-2013 ГОСТ Р МЭК 60079-13-2010 ГОСТ 31610.13-2014 ГОСТ ИЕС 61241-0-2011	Зона 21 - Ex rxb, Ex px, Ex rub, Ex py Зона 22 - Ex pzc, Ex pz

Действует следующая российская классификация уровней взрывозащиты оборудования:

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

Категории взрывоопасности смеси

В предыдущей классификации предусмотрены две категории: I и II.

Категория I определяет требования к оборудованию, предназначенному для применения в подземных выработках шахт, рудников, опасных в отношении рудничного

газа и (или) горючей пыли, а также в тех частях их наземных строений, в которых существует опасность присутствия рудничного газа и (или) горючей пыли.

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».

ССЕх	Энергия поджиг атмосферы(мкдж)		Типичный представитель
I			Метан (рудничный)
II A	Более 180	↓ Возрастание опасности	Пропан
II B	60-180		Этилен
II C	менее 60		Ацетилен, Водород

Со вступлением в силу технического регламента ТР403 предусматривается три категории (Категория II - для газов, категория III - для пыли)

В системе МЭКх (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 CEC 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.

Взрывоопасные смеси	Классификация аппаратуры		Энергия поджигания
	ГОСТ Р, АТЕХ	NEC, CEC	
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:

Группа смеси	Максимальная температура оборудования, °С	Температура самовоспламенения взрывоопасной среды, °С
T1	до 450	свыше 450
T2	до 300	свыше 300
T3	до 200	свыше 200
T4	до 135	свыше 135
T5	до 100	свыше 100
T6	до 85	свыше 85

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 IIA: А и В соответствуют взрывоопасные смеси

- 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, тетраметилдиаминометан, 1,1,3 – триэтоксидан;
- 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 IIС 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).

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
IIС	0,5 и менее	менее 0,45

Если электрооборудование, отнесенное к определенной категории смеси, также предназначено и для применения одного конкретного газа, сразу за обозначением группы должна быть указана химическая формула газа, при этом оба знака должны быть разделены знаком «+».

Пример — "IIBT5 + H₂"

Так же в маркировке оборудования могут указываться газы, в газовой среде которых эксплуатация данного оборудования невозможна.

Пример — "IIC5T5 (кроме ацетилена)"

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.

Требования к аппаратуре по категориям взрывоопасности и температуре самовоспламенения пыли в облаке и слое.

Обеспечивая защиту от горючей пыли, необходимо учитывать температуру ее воспламенения. Температура поверхности оболочки, обозначенная на шильде, должна

быть меньше исходной температуры самовоспламенения пыли.

Примеры температур воспламенения горючей пыли		
Тип горючей пыли	Облако [°C]	Слой [°C]
Алюминий	590	>450
Угольная пыль	380	225
Мука	490	340
Зерновая пыль	510	300
Метилцеллюлоза	420	320
Феноло-альдегидный полимер	530	>450
Полиэтилен	420	плавление
ПВХ	700	>450
Сажа	810	570
Крахмал	460	435
Сахар	490	460

Маркировка FM по стандарту NEC, CEC:

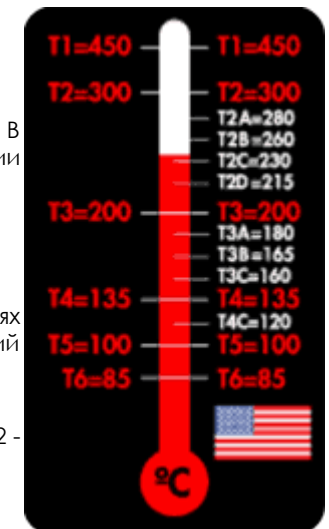
Обозначения взрывозащищенности по американскому стандарту FM.

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.

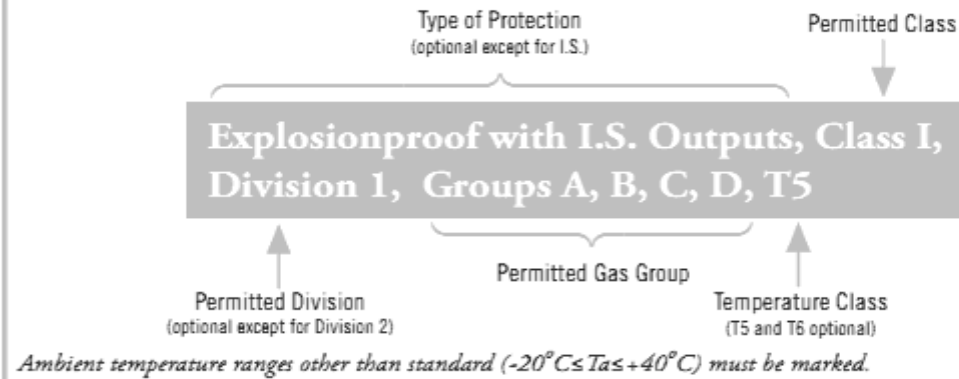
Для работы в зоне Div.1 требуется особо взрывобезопасное оборудование (в терминах стандарта - intrinsically safe), а для работы в зоне Div.2 - взрывобезопасное оборудование класса Non-Incendive.



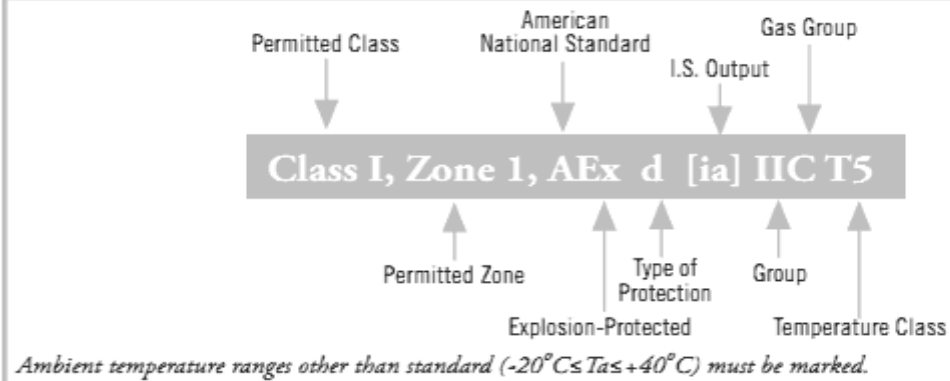
Взрывоопасные воздушные смеси, газы, пары образуют 7 подгрупп, у которых есть прямые аналогии в российском и европейском стандартах:

- 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.

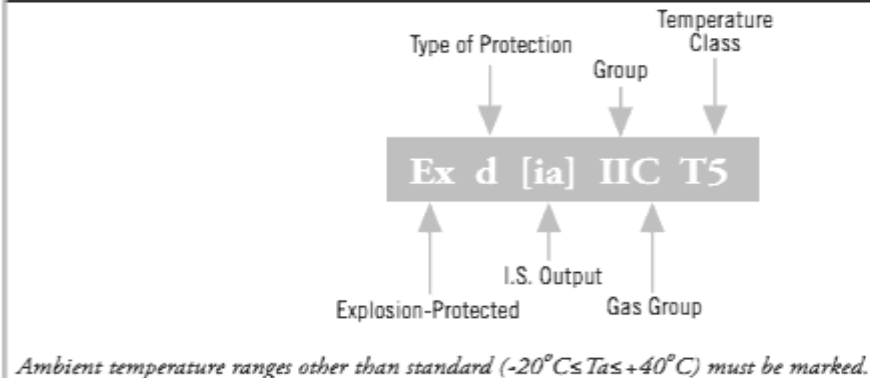
US (NEC 500) and CA (CEC Annex J)



US (NEC 505)



IEC and CA (CEC Section 18)



Виды и стандарты взрывозащиты в соответствии с FM стандартами.

Method of protection (Вид взрывозащиты)	Code (Маркировка)	Standard (Стандарт)	Permitted use (Зона)
Flameproof (Взрывонепроницаемая оболочка)	AEx d	FM 3600* (ISA S12.22.01)	Class 1 Zone 1
Increased Safety (Защита вида «е»)	AEx e	FM 3600* (ISA S12.16.01)	Class 1 Zone 1
Intrinsic Safety (Искробезопасная электрическая цепь)	(IS)	FM 3610	Class 1 Division 1
	AEx ia	FM 3610	Class 1 Zone 0
	AEx ib	FM 3610	Class 1 Zone 1
Powder Filled (Заполнение оболочки порошком)	AEx q	FM 3600* (ISA S12.25.01)	Class 1 Zone 1
Oil Immersion (Масляное заполнение оболочки)	AEx o	FM 3600* (ISA S12.26.01)	Class 1 Zone 1
Encapsulation (Герметизация компаундом)	AEx m	FM 3600* (ISA S12.23.01)	Class 1 Zone 1
Pressurized (Заполнение или продувка)	Type X	FM 3620	Class 1 Division 1
	Type Y	FM 3620	Class 1 Division 1
	Type Z	FM 3620	Class 1 Division 2
Non-incendive (невоспламеняющийся)	(NI)	FM 3611	Class 1 Division 2
Explosionproof (взрывозащищенный)	(XP)	FM 3615	Class 1 Division 1

АТЕХ - новый европейский стандарт взрывозащищенного оборудования.

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 В (см. выше); T4 - группа смеси по температуре воспламенения (температура не выше 135 С°)

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



АТЕХ – сокращение от АТмосpheres Explosibles (взрывоопасные смеси газов). Требования АТЕХ 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 АТЕХ 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	IIВ	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: зашиты:
 d — взрывонепроницаемая оболочка;
 e — защита вида "е" (повышенная);
 o — масляное заполнение; Ризб;
 p — 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.

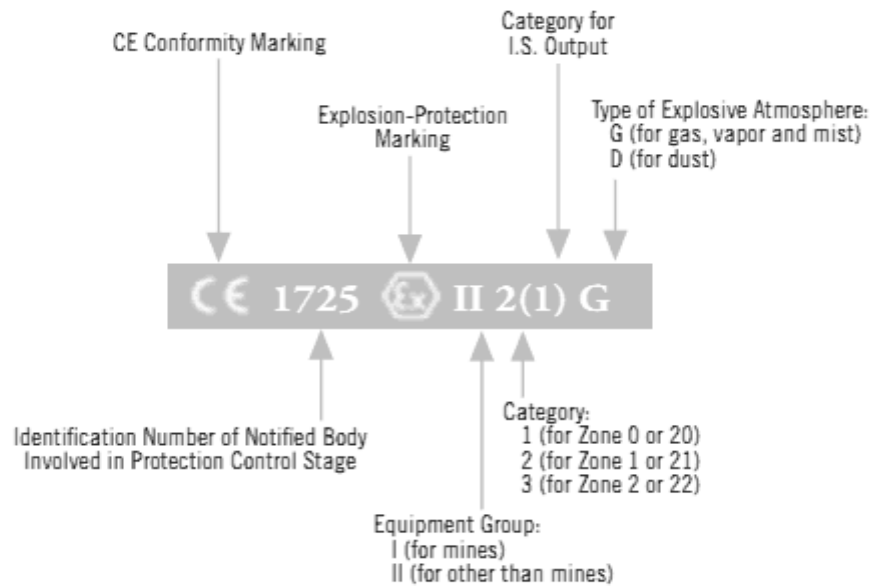
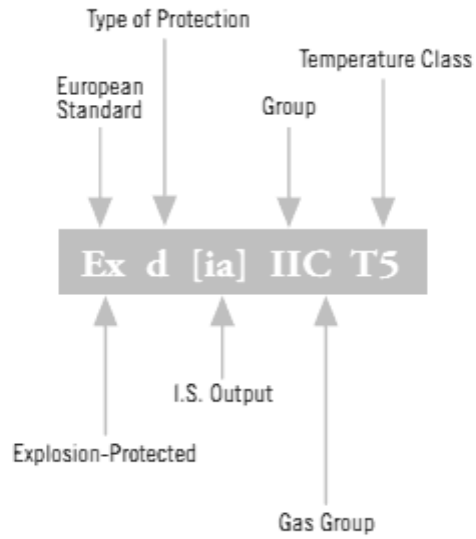
7. Область применения:
 I — подземные работы;
 II — наземное применение;

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] IIC T4.

EU (Directive 94/9/EC) - ATEX



Ambient temperature ranges other than standard (-20°C ≤ Ta ≤ +40°C) must be marked.

