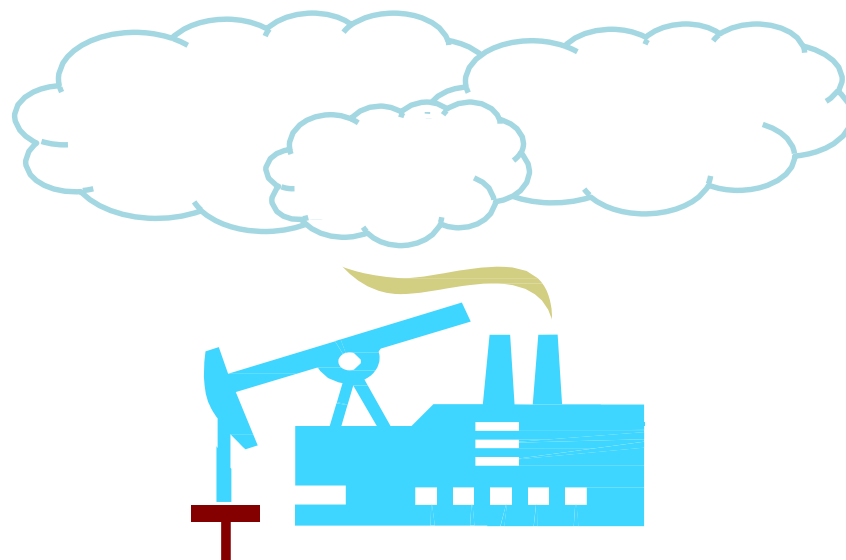


The background of the slide is a photograph of an offshore oil rig, likely a jack-up rig, situated in the middle of the ocean. The rig is a complex of steel structures, including a tall derrick and various platforms. The sky is overcast with grey clouds, and the water is a deep blue-grey. The overall image has a semi-transparent, light blue tint.

**КРИТЕРИИ ВЫБОРА
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ОТ ЗАВОДА WEG**

Что такое АТЕХ?

Это смесь горючих веществ (газов, паров, аэрозолей или пыли) с воздухом при атмосферных условиях, способная стать причиной опасного взрыва при воспламенении.



Когда появляется АТЕХ?

Условие 1

Необходимо наличие двух веществ: **поддерживающего горение и горючего.**

- Кислород воздуха (O_2) \implies **это вещество, поддерживающее горение.**
- Воспламеняющиеся вещества \implies **это горючее вещество.**
(Горючее вещество может иметь форму газа, паров или пыли)

Условие 2

Чтобы взорваться, смесь **не должна содержать** слишком много или слишком мало горючего вещества:

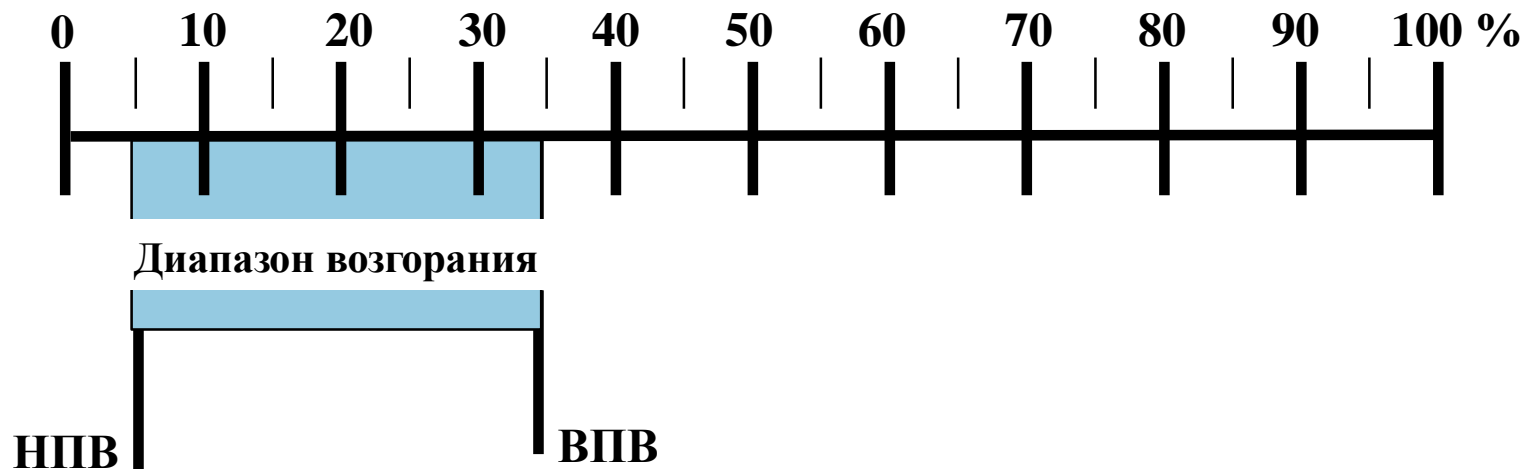
- ВПВ - верхний предел взрывоопасности газа или паров в воздухе.
- НПВ - нижний предел взрывоопасности горючего вещества.

НПВ < концентрация горючего вещества < ВПВ

НПВ < концентрация горючего вещества < ВПВ

В зависимости от вещества:

- НПВ более или менее низок.
- ВПВ более или менее высок.



Горючие вещества

Примеры горючих веществ, которые образуют АТЕХ в смеси с воздухом:

Газы	Пары	Пыль
Метан	Сероуглерод	Алюминий
Бутан	Этилен	Крахмал
Пропан	Этиленоксид	Зерно
Водород	Ацетон	Угольная пыль

Примеры пределов взрывоопасности для газов и паров

Газ/пары	НПВ (%)	ВПВ (%)
Ацетон	2,6	13
Ацетилен	2,5	100
Бутан	1,8	8,4
Этиленоксид	3,5	100
Этилен	2,7	36
Пропилен оксид	2,8	37
Оксид углерода	2,5	74
Этанол	3,3	19
Газолин	1,2	7,1
Диэтиловый эфир	1,9	36
Водород	4	75
Метан	5	15

Примеры пределов взрывоопасности для ПЫЛИ

Облако пыли	Минимальная концентрация, вызывающая взрыв (г/м ³)
Тонер	60
Алюминиевый порошок	40
Эпоксидная смола	20
Древесный уголь	140
Пшеничный крахмал	25
Сахар	45
Витамин С (аскорбиновая кислота)	70
Какао	75

Частный случай: горючие жидкости

Температура горючей жидкости должна быть достаточно высокой, чтобы выделилось достаточное количество паров.

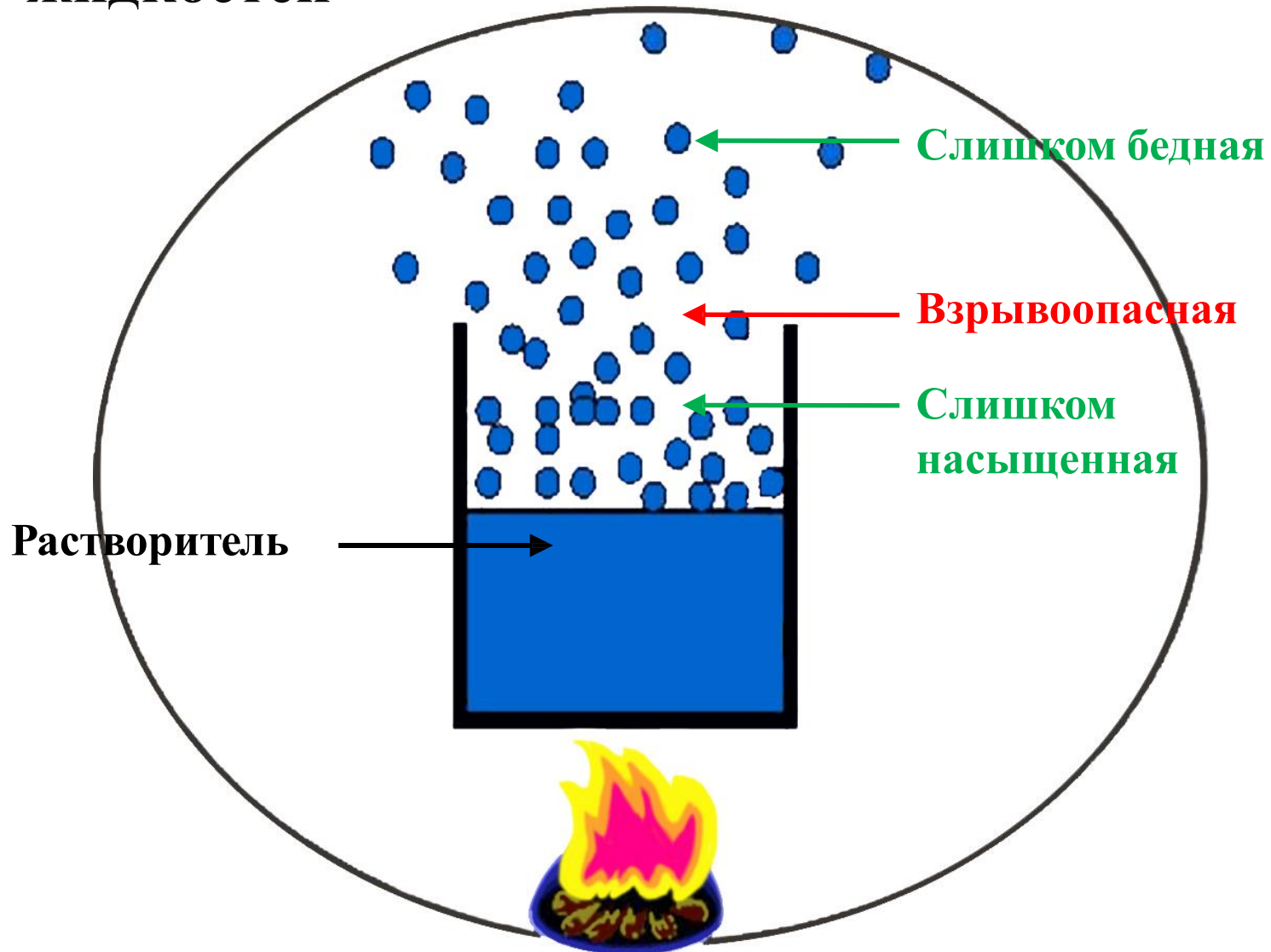
Точка вспышки горючей жидкости - это температура, при которой жидкость дает достаточное количество паров, которые в смеси с воздухом образуют горючую смесь.

Чтобы находиться в диапазоне воспламеняемости, смесь паров с воздухом должна отвечать следующим условиям:

$$T_{\text{жидк.}} > \text{Точка вспышки}$$



Пределы взрывоопасности горючих жидкостей



Некоторые примеры значений точки вспышки (паров)

Жидкость	Точка вспышки
Диэтиловый эфир	-45 °C
Пропилен оксид	-37 °C
Бензин (oi 100)	-37 °C
Сероуглерод	-30 °C
Ацетон	-18 °C
Спирт, 100 %	13 °C
Газолин	-43 °C

Как АТЕХ может взорваться?

Воспламенение АТЕХ может быть вызвано внесением в смесь источника возгорания:

Вещество, поддерживающее горение
О₂ в атмосфере присутствует всегда



Горючее вещество
Взрывчатый газ, пары,
облако или слой пыли

Источник возгорания
Электрическое оборудование
или источник тепла

Внесение источника возгорания

Источником возгорания, способным вызвать взрыв, может быть источник с достаточно высокой энергией или температурой.

- **МЭВ: минимальная энергия возгорания**

Минимальная энергия, которая должна быть передана смеси в виде пламени или искры, чтобы вызывать возгорание.

Если энергия, поступающая
от внешнего источника

$> \text{МЭВ}$ →

- **ТСВ: температура самовозгорания**

Если $T_{\text{смеси}} > \text{ТСВ}$ →



Примеры значений МЭВ для газов и паров

Газ/пары	МЭВ (мкДж)	Группа газов
Метан	300	I
Бутан	250	IIA
Этанол	140	IIA
Этилен	70	IIВ
Этиленоксид	60	IIВ
Водород	17	IIС
Сероуглерод	15	IIС

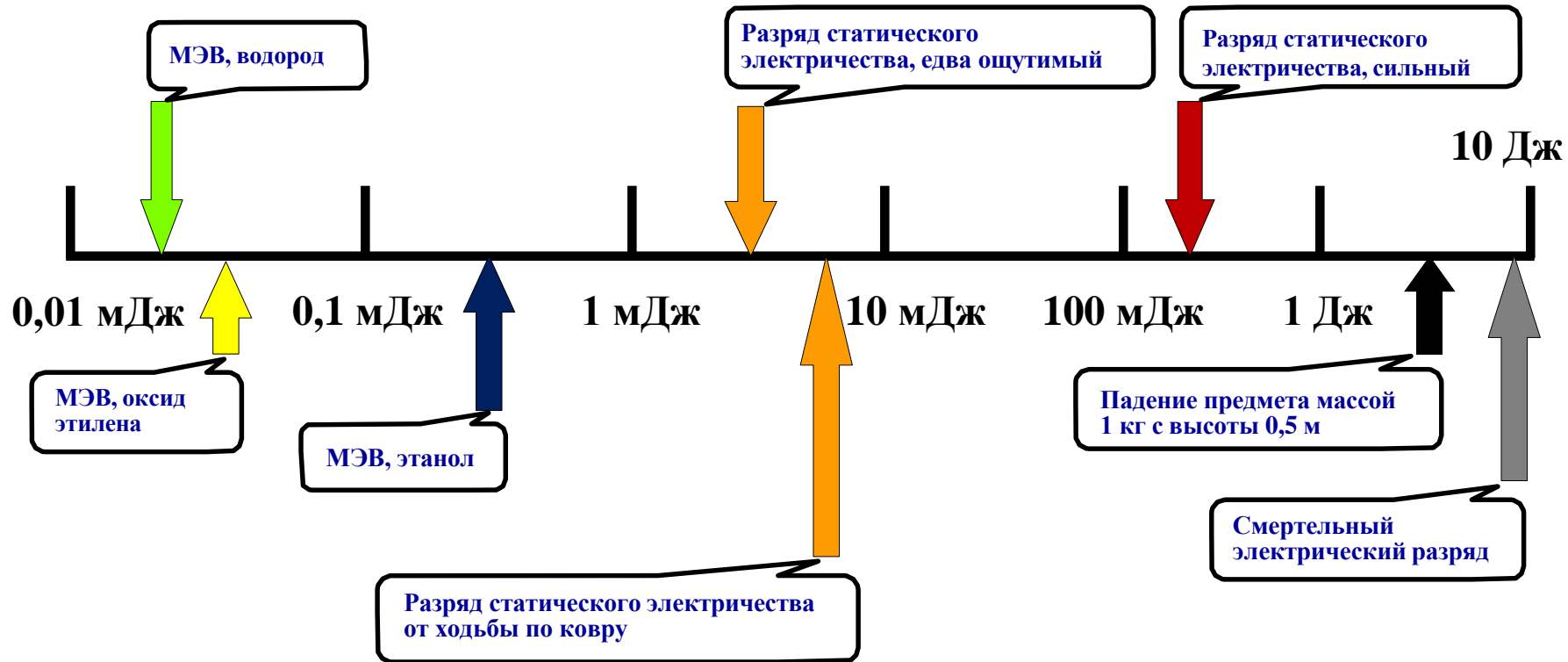
Источник: INERIS

- Энергия искры автомобильной свечи зажигания - около 1 Дж.
- Одна лампочка мощностью 40 Вт, включенная в течение минуты, потребляет 2400 Дж.

Примеры значений МЭВ для пыли

Пыль	МЭВ (мкДж)
Тонер	< 10
Алюминиевый порошок	15
Эпоксидная смола	15
Древесный уголь	20
Пшеничный крахмал	25
Сахар	30
Витамин С	60
Какао	100

Некоторые примеры значений энергии



Примеры значений ТСВ для газов и паров

Газ/пары	Температура возгорания (°C)
Водород	560
Ацетон	465
Бензин (oi 100)	460
Этиленоксид	430
Этанол	363
Бутан	287
Диэтиловый эфир	160
Сероуглерод	102

Некоторые примеры значений ТСВ для ПЫЛИ

Пыль	Температура самовозгорания (°C)
Алюминиевый порошок	590
Крахмал	345
Цинковый порошок	460
Этиленгликоль	398
Сырая нефть	550
Нитроглицерин	254
Сосновая древесина, сухая	427

Распространение взрыва

Выброс пламени

- Распространение горения благодаря теплопроводности.
- Скорость распространения: от 0,5 до 10 м/с.
- Избыточное давление: несколько бар.

Детонация

- Распространение горения ударной волной.
- Скорость распространения: выше 1000 м/с.
- Избыточное давление: около нескольких порядков бар.

Какие горючие вещества наиболее опасны?

Опасность смеси горючего вещества с воздухом зависит от его концентрации и свойств. Необходимо классифицировать эти горючие вещества по степени их опасности.

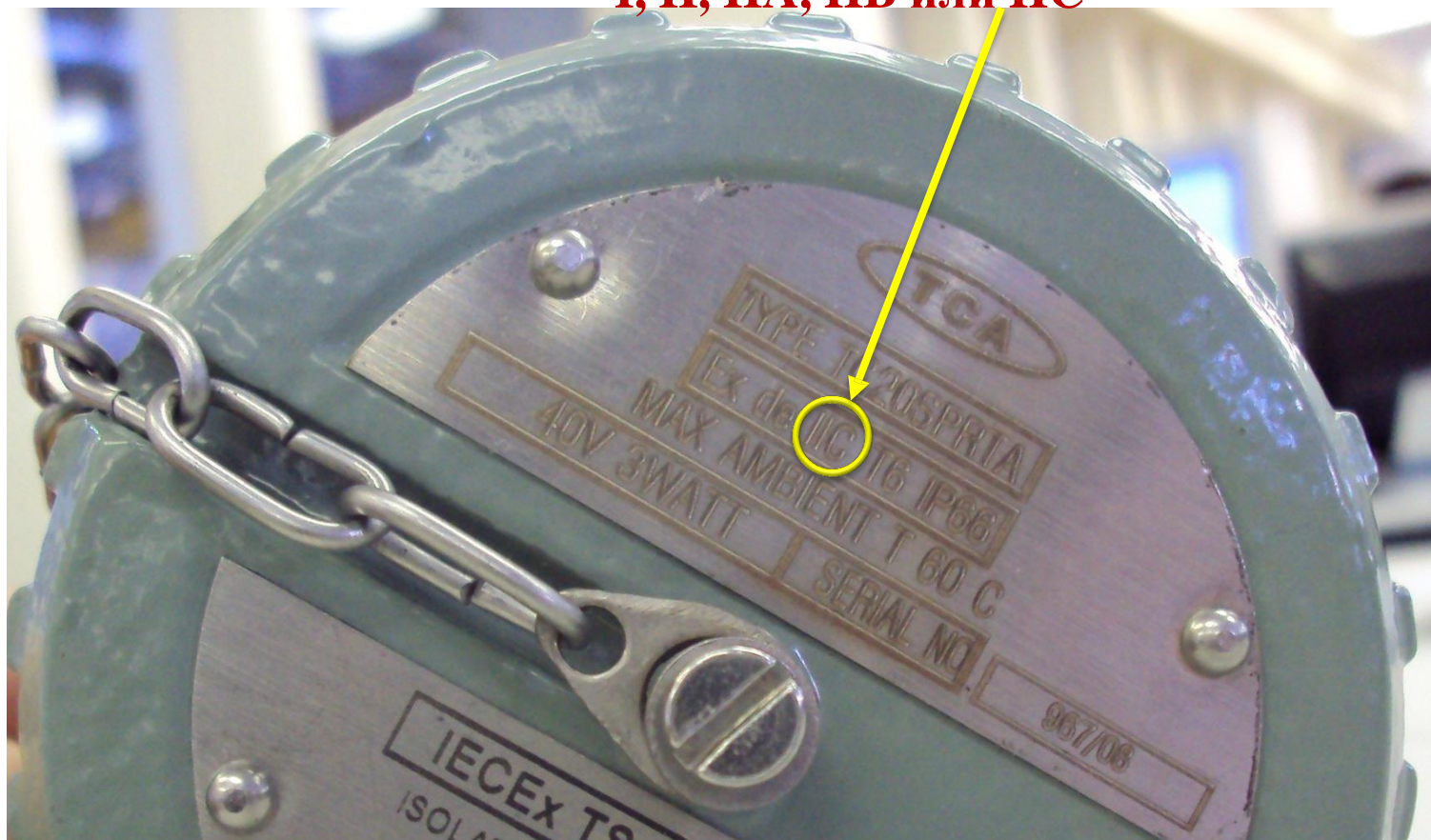
Имеются две различные классификации (для газов и паров)

- **группы (или подразделы) газов;**
- **температурные классы.**

Группы газов

Оборудование, предназначенное для использования во взрывоопасной атмосфере, делится на группы или подразделы:

I, II, IIA, IIB или IIC



Температурные классы

Разные вещества могут возгораться при разной температуре. Чем ниже температура возгорания вещества, тем более оно опасно.

Газ/пары	Температура возгорания (°C)
Водород	560
Метан	537
Ацетон	465
Этиленоксид	430
Этанол	363
Бутан	287
Диэтиловый эфир	160
Сероуглерод	102

Во **з** **р** **а** **с** **т** **а** **н** **и** **е**
р **и** **с** **к** **а**

Температурные классы

Оборудование, предназначенное для использования во взрывоопасной атмосфере, делится на классы от Т1 до Т6 в зависимости от создаваемой им максимальной температуры поверхности.

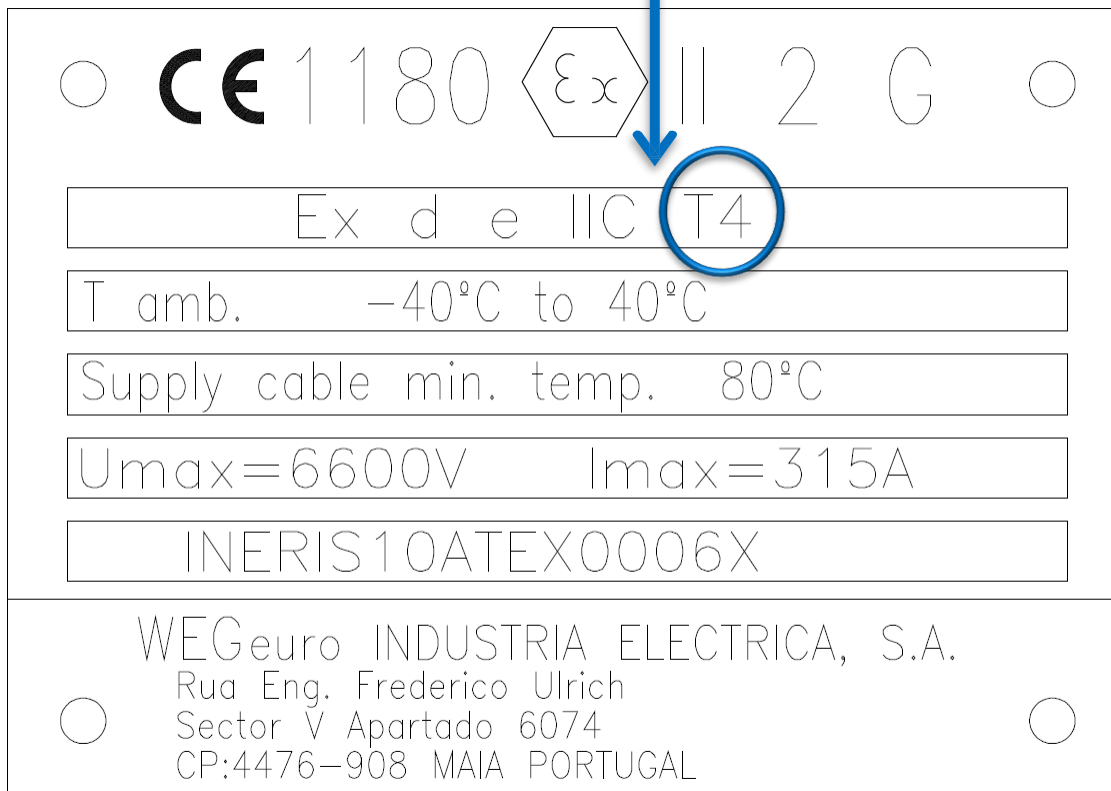
Температурный класс	Максимальное значение (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Источник: IEC 60079-0

Например, оборудование с максимальной температурой поверхности около 105 °C будет отнесено к классу Т4. Пользователь должен проверить, соблюдается ли для АTEX условие $T4 (135\text{ °C}) < T_{CS}$ (TCS - температура самовозгорания).

Температурные классы

Температурный класс



○ **CE** 1180 ϵ_x II 2 G ○
 Ex d e IIC **T4**
 T amb. -40°C to 40°C
 Supply cable min. temp. 80°C
 U_{max}=6600V I_{max}=315A
 INERIS10ATEX0006X
 WEGeuro INDUSTRIA ELECTRICA, S.A.
 Rua Eng. Frederico Ulrich
 Sector V Apartado 6074
 CP:4476-908 MAIA PORTUGAL

Пять видов пыли АТЕХ

Взрывоопасная атмосфера, содержащая пыль, отличается от взрывоопасной атмосферы, содержащей газы.

- В этом случае взрывается облако пыли.
- Вентиляция может оказывать разнообразное воздействие.
- Риски также зависят:
 - от гранулометрического состава;
 - влажности.
- Взрывоопасную атмосферу, содержащую пыль, нелегко обнаружить.

Составляющие пылевого взрыва

Чтобы пыль взорвалась, необходимо соблюдение следующих условий для самой пыли и ее окружения:

- Пыль должна быть горючей.
- Она должна быть летучей и легко распределяться в воздухе.
- Пыль должна иметь размер, подходящий для возгорания.
- Концентрация пыли должна быть во взрывоопасном интервале.
- Необходим источник возгорания.
- В воздухе должно быть достаточно кислорода, чтобы вызвать взрыв.

Составляющие пылевого взрыва

Взрыв пыли происходит при наличии необходимых условий возгорания (так называемого «треугольника возгорания»). Треугольник составляют:

- **источник горючего** (горючей пыли);
- **источник тепла или пламени** (например, электростатический разряд, дуговой разряд, горячая поверхность, сварочная окалина, нагрев от трения или огонь);
- **окислитель** (кислород в воздухе).

Наличие двух дополнительных элементов создает условия, более благоприятные для взрыва горючей пыли:

- **Рассеивание пылевых частиц** в воздухе с концентрацией и количеством, достаточными для создания облака пыли.
- **Нахождение облака пыли** внутри замкнутого пространства. При воспламенении облако пыли мгновенно вспыхивает и может взорваться.

Пятиугольник взрыва пыли



Во избежание взрыва нужно **убрать один из углов пятиугольника.**

Взрывы пыли

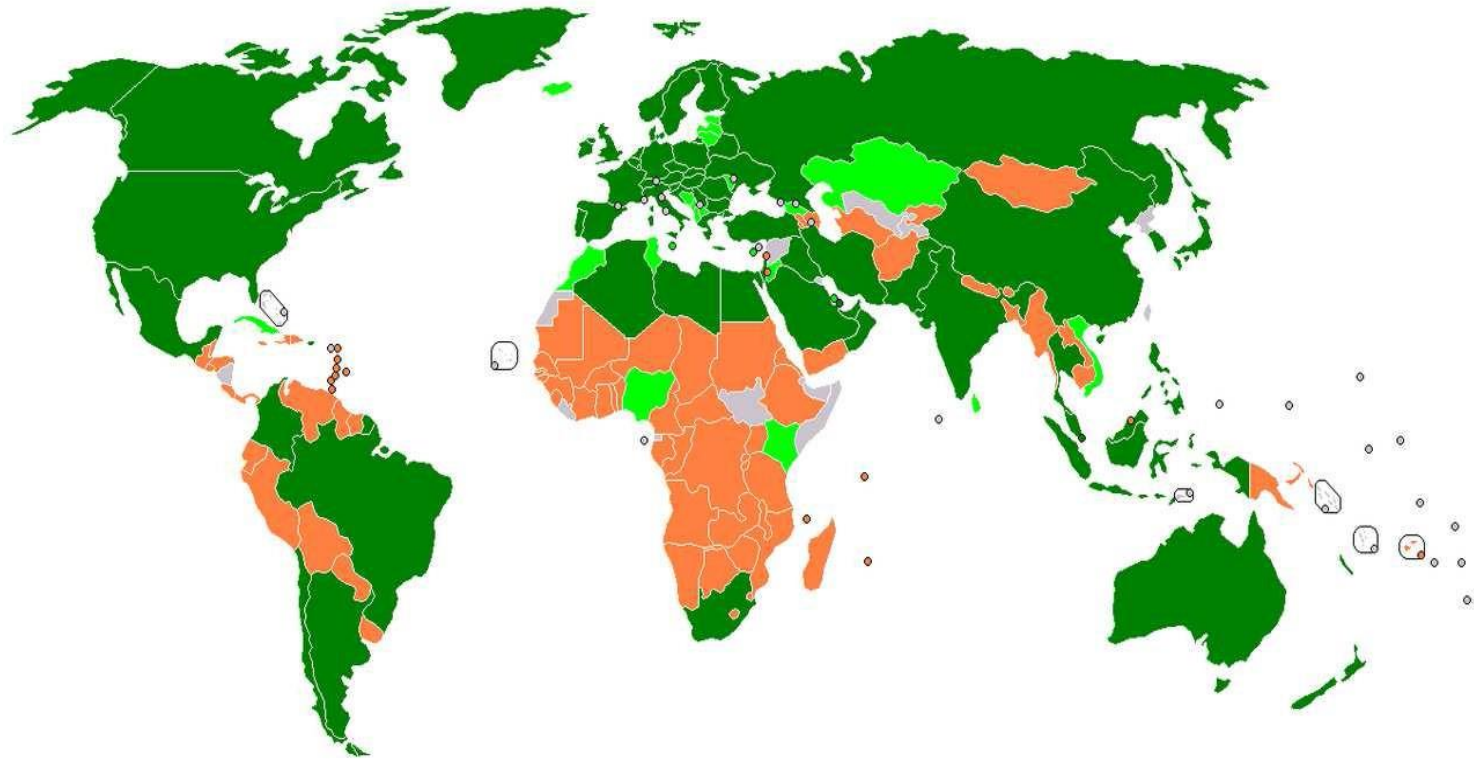
- Первоначальный (исходный) взрыв в технологическом оборудовании или в месте накопления летучей пыли может привести к сотрясению дополнительных скоплений пыли.
- Эта дополнительная пыль поднимается в воздух и может стать причиной вторичных взрывов.
- Они могут намного более разрушительными, чем первоначальный взрыв.





Мир стандартов



Семейство ИЕС



 Полноправные члены

 Ассоциированные члены


 Присоединившиеся страны

Схема IECEx

Цели

Содействие международной торговле оборудованием и услугами, используемыми во взрывоопасной атмосфере с соблюдением необходимого уровня безопасности:

- снижение затрат на испытания и сертификацию для производителя;
- сокращение срока вывода на рынок;
- единообразие процесса оценки изделий в мировом масштабе;
- единая международная база данных;
- гарантия качества продукции и услуг, сертифицированных по IECEx, в мировом масштабе.

Схема IECEx

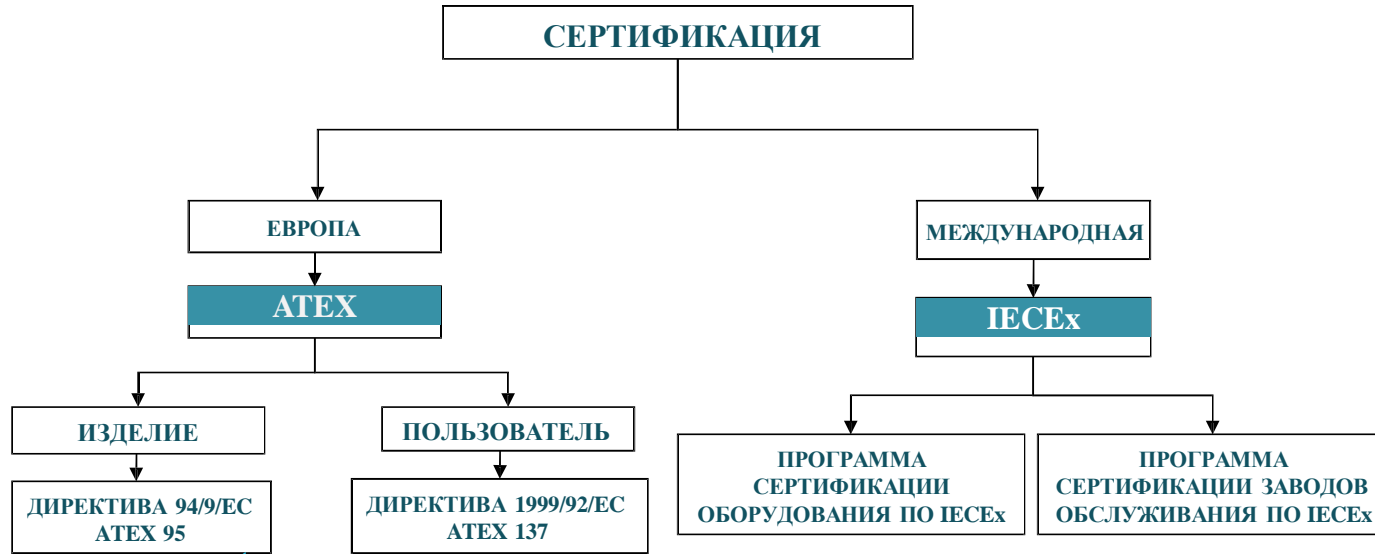
Эта система включает:

- Технические отчеты IECEx (Ex TR);
- Отчеты по оценке качества (QAR) IECEx;
- Сертификат соответствия (CoC) IECEx.

Чтобы получить такой сертификат, производитель составляет заявку и подает ее в орган сертификации IECEx (ExCB).

ExCB проводит испытание образцов оборудования и организует инспектирование производства. Периодически проводимые аудиты (инспектирование производства) гарантируют, что производитель все время неотступно соблюдает жесткие требования стандарта.

Сертификация для АТЕХ и IECEx



Действует с марта 1996 г.
Обязательна с июля 2003 г.

Назначение и область действия директивы 1999/92/ЕС

Назначение Директивы 1999/92/ЕС

Улучшить защиту в отношении безопасности и охраны труда работников, которые могут подвергаться риску из-за наличия взрывоопасной атмосферы (ATEX).

Область действия

Директива применима к установкам, в которых используются горючие газы и может возникать взрывоопасная атмосфера (включая установки в «малых и средних» компаниях).

Дата вступления в силу

30 июня 2003 г.

Предотвращение взрывов и защита от них

Учитывая необходимость профилактики взрывов и защиты от них, работодатель обязан принять технические и (или) организационные меры согласно характеру деятельности, опираясь при этом на следующие базовые принципы:

- Предотвращение образования взрывоопасной атмосферы или, если характер деятельности не позволяет этого, предотвращение возможностей возгорания в таких атмосферах.
- Смягчение негативных последствий взрыва, чтобы гарантировать охрану труда и безопасность работников.

Эти меры при необходимости должны сочетаться с мерами, препятствующими распространению взрыва, и дополняться ими; их следует пересматривать на регулярной основе и в случае существенных изменений.

Оценка риска взрыва

Работодатель обязан оценить конкретные риски, связанные с взрывоопасной атмосферой, принимая во внимание по крайней мере следующее:

- вероятность того, что взрывоопасная атмосфера может возникнуть и сохраняться в течение некоторого времени;
- вероятность того, что могут присутствовать источники воспламенения, например электростатический разряд, и что они будут активны и смогут поджечь смесь;
- установки, используемые вещества и процессы, а также их возможное взаимодействие;
- масштабы ожидаемых последствий.

Следует оценить риски возможности взрыва в целом.

Классификация участков с возможным возникновением взрывоопасной атмосферы - газы/пары



Зона 2 - зоны, которые не классифицированы как зона 1. Зона, в которой взрывоопасная атмосфера в виде смеси горючих веществ (газа, пара или аэрозоля) с воздухом не может возникнуть при нормальной работе, а если и возникнет, то будет сохраняться только в течение короткого периода.

Зона 1 - зоны, которые не классифицированы как зона 0. Область, в которой взрывоопасная атмосфера в виде смеси горючих веществ (газа, пара или аэрозоля) с воздухом может возникнуть при нормальной работе.

Зона 0 - зоны, в которых взрывоопасная атмосфера в виде смеси горючих веществ (газа, пара или аэрозоля) с воздухом часто возникает при нормальной работе или присутствует постоянно.

Классификация участков с возможным возникновением взрывоопасной атмосферы - ПЫЛЬ



Зона 22 - зоны, которые не классифицированы как зона 21. Зоны, в которых горючая пыль может часто возникать и кратковременно присутствовать, или зоны, в которых взрывоопасная пылевоздушная смесь может возникать только при аномальных условиях работы.

Зона 21 - зоны, которые не классифицированы как зона 20. Зоны, в которых горючая пыль может возникать при нормальных условиях работы в количестве, достаточном для создания взрывоопасной пылевоздушной смеси

Зона 20 - при нормальных условиях работы пыль присутствует постоянно или часто в таких количествах, которые достаточны для получения взрывоопасной пылевоздушной смеси.

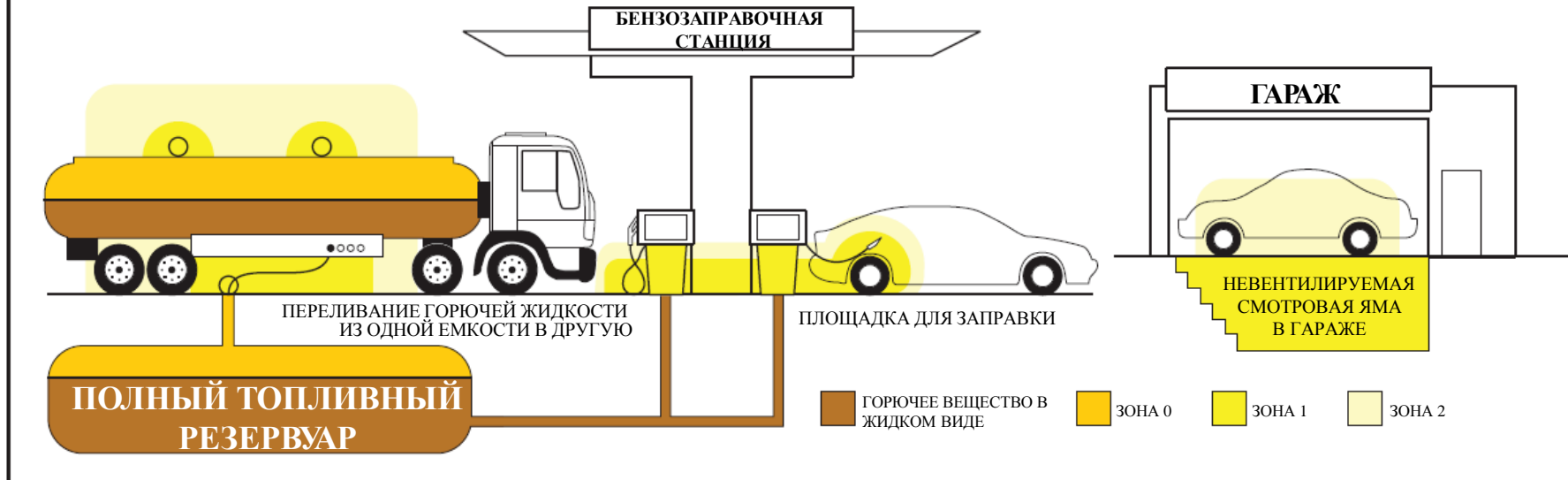
Распределение зон - газ



Распределение зон - газ

ПРИМЕР ОПАСНЫХ ЗОН

На схеме показано распределение опасных зон, возникающих в типичных ситуациях



Пример зонирования для зернохранилища

При хранении зерна, а также при погрузке и выгрузке зерновозов возможно образование взрывоопасных смесей зерновой пыли с воздухом. Потенциально взрывоопасная атмосфера всегда присутствует внутри башенных зернохранилищ (зона 20). Вне башни и на транспортерах эта ситуация возникает только время от времени, например при наполнении и опорожнении (зона 21). Зона 21 окружена зоной 22, в которой опасные пылевоздушные смеси могут образовываться только в случае поломки оборудования, что оценивается как очень редкая ситуация.

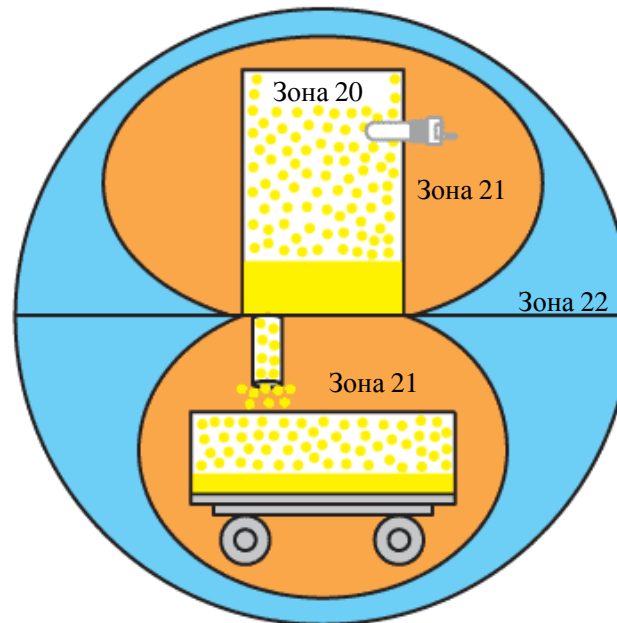


Схема возможного зонирования зернохранилища

Критерии выбора оборудования и защитных систем

Выбирать оборудование для использования в зонах АTEX следует в соответствии с Директивой 2014/34/EU (G - gas(газ), D - dust(пыль)) :

Зона 0: II1G

Зона 20: II1D

Зона 1: II2G

Зона 21: II2D

Зона 2: II3G

Зона 22: II3D

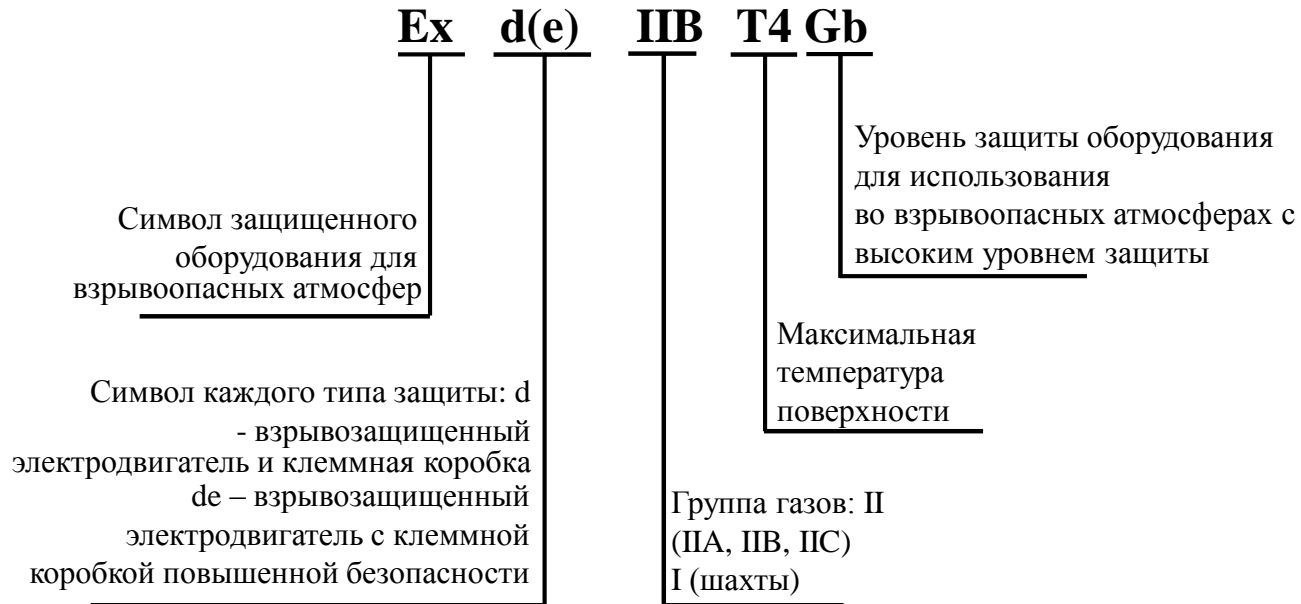
Критерии выбора оборудования и защитных систем



Маркировка

Примеры маркировки в соответствии с сертификацией АTEX и IECEx

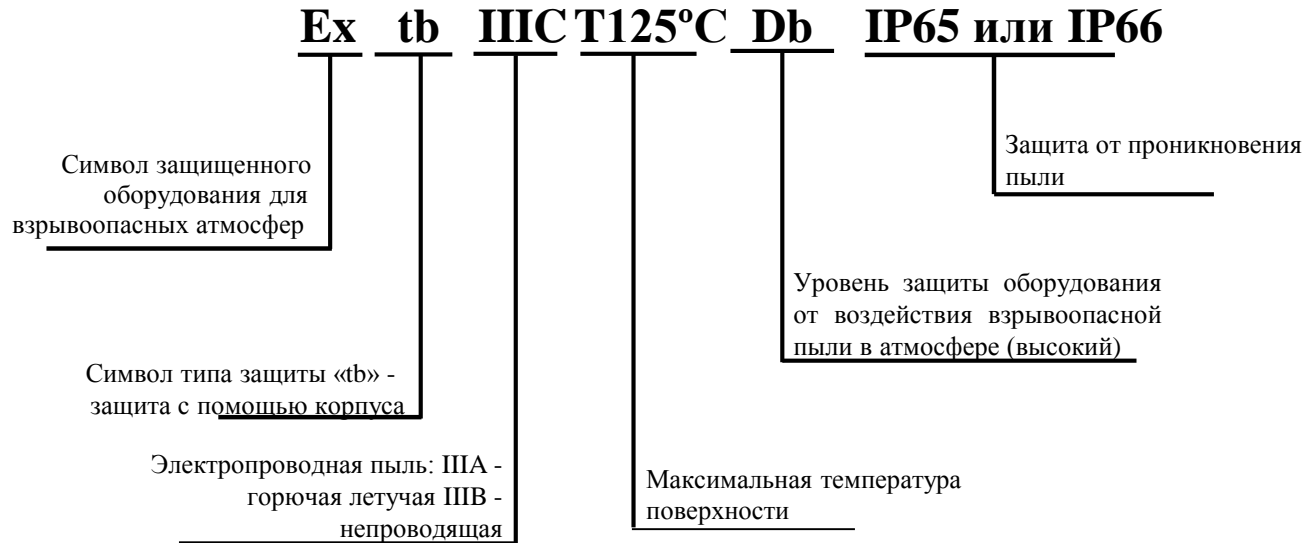
EN / IEC 60079-0. Оборудование - общие требования (ATEX и IECEx)



Маркировка

Примеры маркировки в соответствии с сертификацией АTEX и IECEx

EN / IEC 60079-31. Оборудование - защита оборудования корпусом от возгорания пыли - «t» (ATEX и IECEx)



Тип защиты для опасных зон

Определение

Особые меры в отношении электрооборудования, направленные на предотвращение возгорания окружающей взрывоопасной атмосферы.

Символ	Обозначение	Цель
Ex d	Взрывозащита	Задерживает взрыв внутри, не допуская его распространение в окружающую среду
Ex de	Взрывозащита с повышенной безопасностью клеммной коробки	То же, что и Ex d, но клеммной коробке уделено особое внимание (искробезопасный клеммник)
Ex e	Повышенная безопасность	Предотвращает появление дугового или искрового разряда при обычной работе и при запуске
Ex n	Неискрящий	Предотвращает появление дугового или искрового разряда при обычной работе
Ex t	Защита корпусом от возгорания пыли	Предотвращает попадание горючей пыли внутрь двигателя и предусматривает средства ограничения нагрева поверхности
Ex p	Давление	Не позволяет взрывоопасной атмосфере попадать внутрь двигателя



Тип защиты для опасных зон

Защита типа «Ex d»

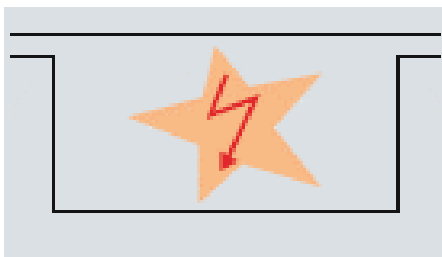
Стандарт IEC 60079-1

Защита типа «Ex d»

Стандарт IEC 60079-1

ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ТИПА «Ex d»

Тип защиты, при которой узлы, способные воспламенить взрывоопасную газовую атмосферу, помещены в корпус, способный выдержать давление, развиваемое во время внутреннего взрыва взрывоопасной смеси, и предотвращающий передачу взрыва в атмосферу, окружающую корпус и содержащую взрывоопасный газ.



Ex d IIВ (или С) Т4

В соответствии с предыдущим стандартом

Ex d IIВ (или С) Т4 Gb Согласно последней версии стандарта

Типы защиты - Ex d II 2 G



Защита типа «Ex d»

Взрывозащищенные соединения

1. Нерезьбовые (*статические*)

- Центрирующие соединения
- Фланцевые соединения

2. Резьбовые (*статические*)

- Цилиндрические резьбовые соединения
- Конические резьбовые соединения

3. Цилиндрические резьбовые соединения (валы + внутренний зазор) (*динамические*)

- Цилиндрические соединения
- Лабиринтные соединения

Типы защиты - Ex d II 2 G



Стандарт IEC 60079-1



Защита типа «Ex d»

Нерезьбовые соединения

- Центрирующие соединения
- Фланцевые соединения

Стандарт IEC 60079-1



Центрирующее соединение



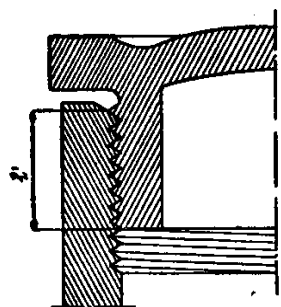
Фланцевое соединение

Защита типа «Ex d»

Стандарт IEC 60079-1

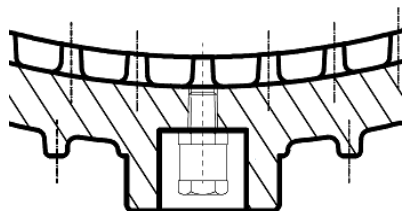
Резьбовые соединения

- Цилиндрические резьбовые соединения
- Конические резьбовые соединения

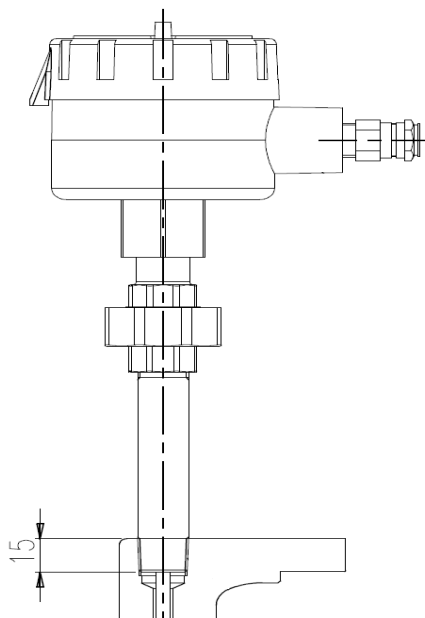


Цилиндрическое
резьбовое соединение

- Цилиндрические резьбовые соединения - резьба M, BSP/G
- Конические резьбовые соединения - NPT



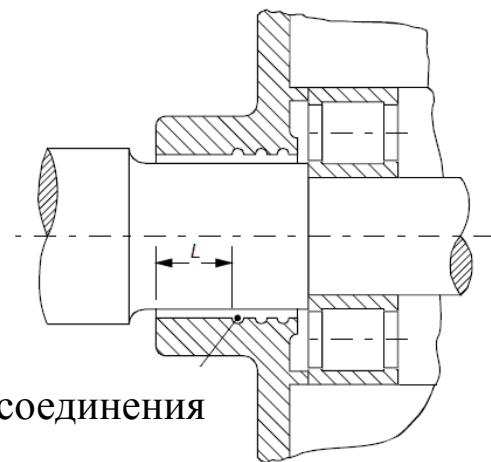
Коническое резьбовое соединение



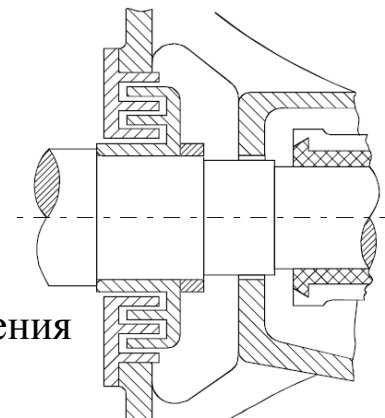
Защита типа «Ex d»

Цилиндрические резьбовые соединения (валы + внутренний зазор)

- Цилиндрические соединения
- Лабиринтные соединения



Цилиндрические соединения



Лабиринтные соединения

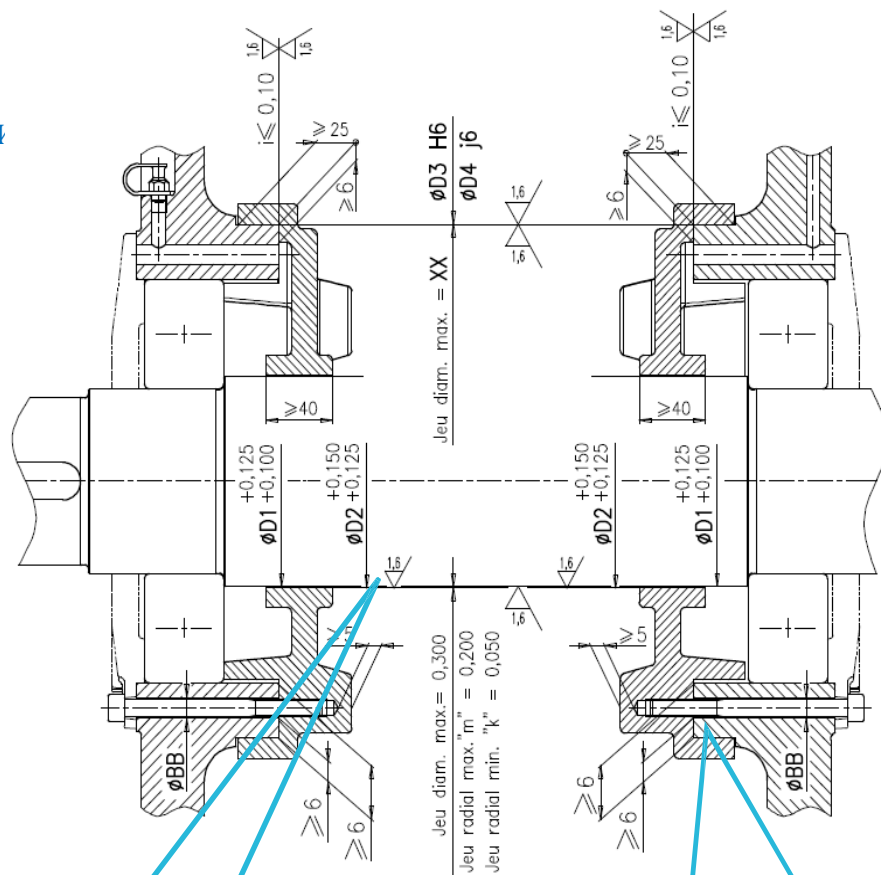
Стандарт IEC 60079-1

Защита типа «Ex d»

Примеры соединений

Цилиндрические соединения или
центрирующие соединения

Стандарт IEC 60079-1



Вал / внутренняя крышка
корпуса подшипника
(цилиндрическое соединение)

Торцовый щит / внутренняя крышка
корпуса подшипника (центрирующее
соединение: цилиндрическая часть +
плоская часть)

Защита типа «Ex d»

Взрывозащищенные соединения: общие требования

1. Нерезьбовые соединения

- Ширина соединения (L) должна быть не менее минимального значения, приведенного в таблицах 1 и 2 стандарта IEC 60079-1.
- Зазор (i) ни при каких обстоятельствах не должен превышать максимальное значение, указанное в таблицах 1 и 2 стандарта IEC 60079-1.
- Средняя шероховатость Ra поверхности соединений должна быть менее 6,3 мкм.

2. Резьбовые соединения

- Шаг $> 0,7 \text{ мм}^*$ - для метрической резьбы.
- Количество сцепленных витков резьбы > 5 - для метрической и конической резьбы.
- Глубина сцепления (объем $> 100 \text{ см}^3$) $> 8 \text{ мм}$ - метрическая резьба.

- Поверхность соединений следует защищать от коррозии.
- Покрывать их краской или порошковым покрытием запрещено.
- Могут использоваться другие материалы покрытий, если было показано, что их нанесение не окажет отрицательного воздействия на взрывозащиту соединения.
- Можно использовать невысыхающую антикоррозионную смазку, не содержащую летучих растворителей и не вызывающую коррозию поверхностей соединения.

*** Если шаг резьбы превышает 2 мм, могут потребоваться специальные меры предосторожности при изготовлении (например, больше сцепленных витков резьбы).**

Защита типа «Ех d»

Фундаментальные испытания

- **Определение давления взрыва (опорного давления)**
 - **Испытание избыточным давлением**
 - Давление в полтора раза выше опорного или
 - Давление в четыре раза выше опорного
- Время приложения давления должно составлять от 10 до 60 с.
- **Испытание на нераспространение при внутреннем воспламенении**

Типы защиты - Ех d II 2 G



Стандарт IEC 60079-1



Защита типа «Ex d»

Стандарт IEC 60079-1

Определение опорного давления

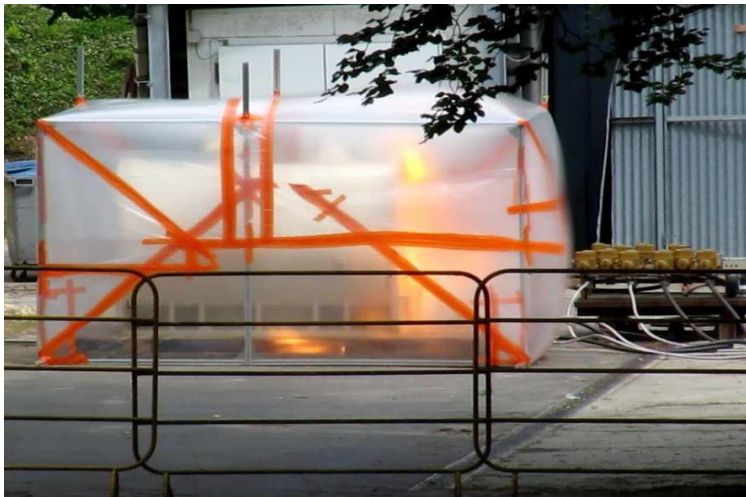
20 раз взрывают внутреннюю часть 10 с DE и 10 с NDE.

Проверяют деформируется ли корпус.



Защита типа «Ex d»

Испытание на нераспространение при внутреннем воспламенении



Защита типа «Ex d»

Фундаментальные испытания

Температурное испытание

Предназначено для определения максимальной температуры комплектующих и деталей при максимальной рабочей нагрузке (то есть с использованием заданных производителем номинальных параметров, связанных с максимальной температурой окружающей среды во время эксплуатации).

Максимальная температура поверхности

Испытание проводят при напряжении от 0,9 до 1,1 от номинального с целью определения максимальной температуры поверхности.

Еще раз напоминаем: это касается максимальной температуры окружающей среды во время эксплуатации.

Типы защиты - Ex d II 2 G



Стандарт IEC 60079-1

Защита типа «Ex d»

Испытание избыточным давлением (снимки разрушений)

Стандарт IEC 60079-1



A vertical decorative bar on the left side of the slide, composed of five horizontal rectangular segments in various shades of blue and teal.

Защита типа «Ex e»

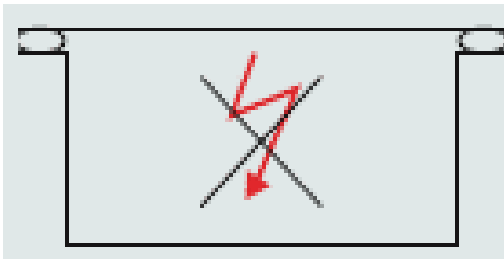
Стандарт IEC 60079-7

Защита типа «Ex e»

Стандарт IEC 60079-7

Тип защиты электрических аппаратов, при котором приняты дополнительные меры, чтобы обеспечить повышенную защиту от чрезмерных температур и возникновения дугового и искрового разрядов внутри и на внешних узлах электроаппарата

при нормальном режиме работы или при определенных аномальных условиях.



II 2 G Ex e II T4
II 2 G Ex e IIC T4 Gb

В соответствии с предыдущим стандартом
Согласно последней версии стандарта

Защита типа «Ех е»

Стандарт IEC 60079-7



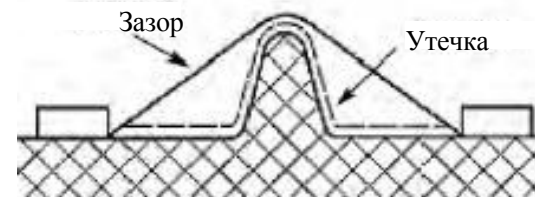
Защита типа «Ех е»

Повышенная безопасность «Ех е» (газ - II 2 G)

Стандарт IEC 60079-7



Подходит для зон 1 и 2



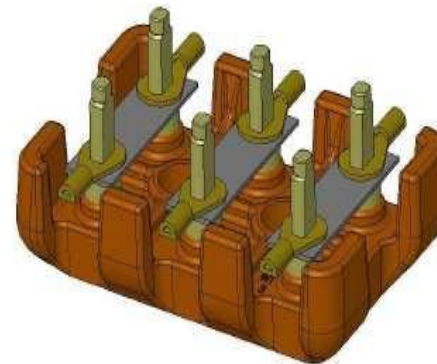
Тип защиты для опасных зон

Защита типа «Ех е»

Требования к электрическим соединениям

Стандарт IEC 60079-7

- Провода не должны выскальзывать из предназначенных для них мест во время затягивания винта или после вставки.
- Предусмотрите средства, предотвращающие ослабевание соединения в ходе эксплуатации.
- Обеспечьте положительное усилие сдвливания, чтобы обеспечить давление на контакт во время эксплуатации.
- При нормальной эксплуатации контакт несущественно ухудшается под действием температуры.
- Давление не должно прикладываться к контакту через изолятор.
- В каждую клемму разрешается вставлять только один провод.
- Соблюдайте заданный момент затяжки винтовых соединений.



Тип защиты для опасных зон

Защита типа «Ех е»

Стандарт IEC 60079-7

Требования, направленные на уменьшение вероятности возникновения горячих поверхностей и дуговых разрядов

- Защита от проникновения воды и посторонних предметов (IP).
- Правильные зазоры для внутренних вентиляторов.
- Минимальный воздушный зазор.
- Проводники ротора должны надежно сидеть в своих гнездах и быть припаяны или приварены к замыкающим кольцам.
- Сборка ротора должна оцениваться на предмет искрения в воздушном зазоре.

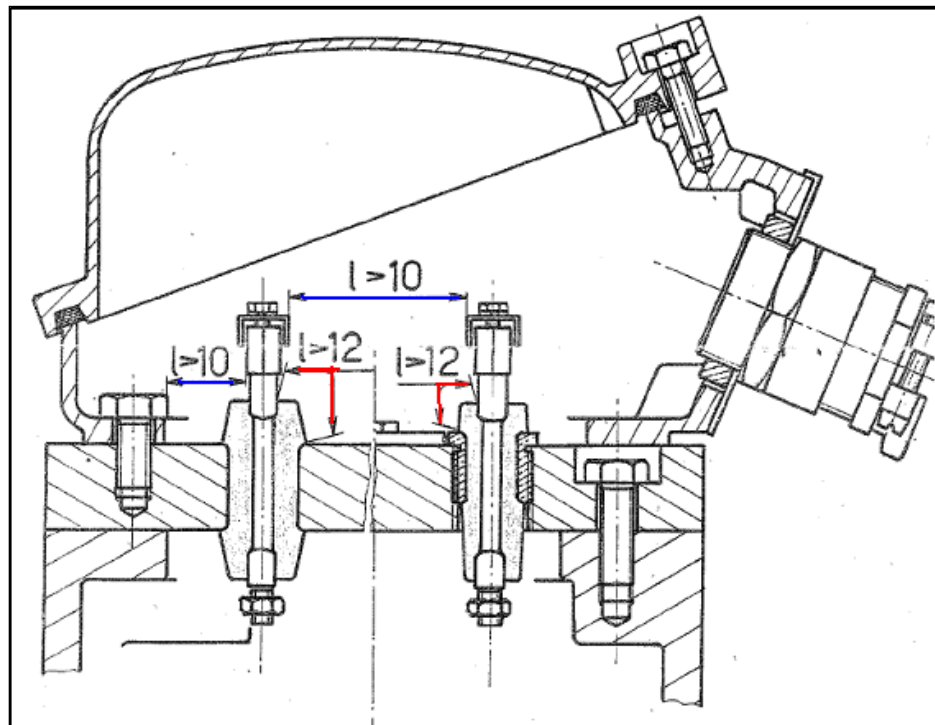
Тип защиты для опасных зон

Защита типа «Ех е»

Разделение/изолирование электропроводящих частей

Расстояние утечки - наименьшее расстояние между двумя проводящими узлами вдоль поверхности твердого изолирующего материала.

Зазор - наименьшее расстояние между двумя электропроводящими деталями через воздух.

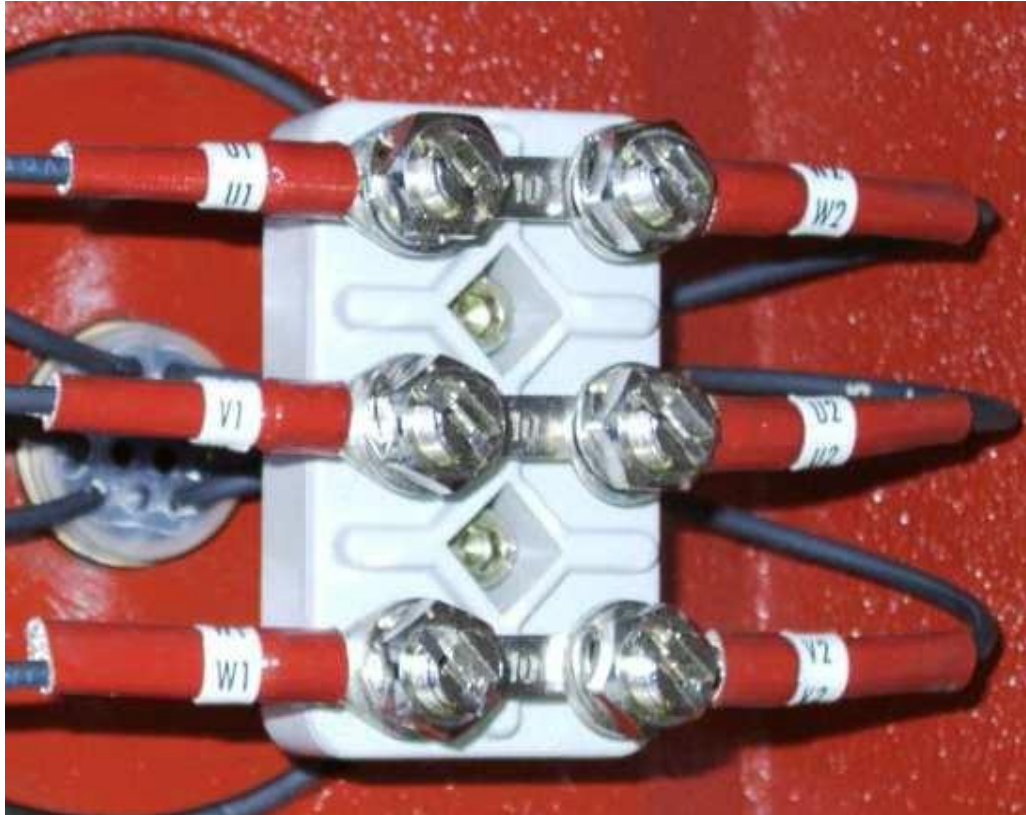


Стандарт IEC 60079-7

Защита типа «Ех е»

Стандарт IEC 60079-7

Разделение/изолирование электропроводящих частей



Каждый провод должен иметь изоляцию вплоть до клеммного наконечника.

Защита типа «Ех е»

Стандарт IEC 60079-7

Некоторые требования к обмоткам

- Проводники должны иметь минимум два слоя изоляции.
- Пропитку следует выполнять согласно конкретным инструкциям производителя пропиточного вещества.
- Чувствительные элементы термодатчиков сопротивления, если они устанавливаются на обмотки, должны пропитываться вместе с обмотками.

Температурные ограничения

Все внутренние узлы, которые потенциально могут оказаться во взрывоопасной атмосфере, и внешние поверхности **не должны нагреваться выше** температуры возгорания конкретного газа как при нормальных условиях работы, так и в случае их нарушения.

Защита типа «Ех е»

Защита обмоток

Стандарт IEC 60079-7

Обмотки следует защищать при помощи подходящего устройства, чтобы гарантировать, что во время эксплуатации предельная температура не будет превышена.

Предельные температуры для изолированных обмоток

	Температурный класс		
	130 КЛАСС В	155 КЛАСС F	180 КЛАСС H
1. Предельная температура при номинальных условиях	°C 120	°C 130	°C 155
а) обмотка с одним слоем изоляции			
б) другие изолированные обмотки	110	130	155
2. Ограничение температуры в конце времени tE	185	210	235

При возникновении нестандартной ситуации двигатель следует отключать раньше, чем его внутренняя температура достигнет температурного класса двигателя.

Защита типа «Ех е»

Требования к обмоткам

Стандарт IEC 60079-7

Если номинальное напряжение превышает 1 кВ:

- Следует провести типовые испытания.
- Обмотки должны быть намотаны по шаблону и иметь изоляцию типа VPI (вакуумная пропитка) или резиносодержащую изоляцию.
- Машина должна быть оборудована антиконденсационными нагревателями.
- Конструкция должна предусматривать дополнительные меры, препятствующие попаданию взрывоопасного газа внутрь корпуса в момент пуска.

Возможные меры:

- вентиляция перед пуском;
- датчик газа внутри корпуса машины.

Защита типа «Ех е»

Дополнительные испытания для машин

Стандарт IEC 60079-7

Система изоляции обмоток статора

Системы изоляции и соединительные кабели **должны испытываться в среде испытательной взрывоопасной смеси** с помощью синусоидального напряжения, превышающего среднеквадратичное значение линейного напряжения минимум в полтора раза не менее трех минут.

Испытательная взрывоопасная смесь не должна загореться.

Испытание можно проводить на одном полном статоре или на репрезентативной модели.

Короткозамкнутый ротор

Процесс старения включает по меньшей мере пять испытаний с заклиненным ротором.

После старения

двигатель заполняется взрывоопасной испытательной смесью или погружается в нее.

Двигатели подвергаются 10 пускам при полном напряжении без нагрузки или 10 испытаниям с заклиненным ротором.

Испытательная взрывоопасная смесь не должна загореться.

Испытания должны проводиться на машине со статором и ротором, представляющей готовую машину в части сердечника и обмоток статора, а также сердечника и клетки ротора.

Защита типа «Ех е»

Маркировка и инструкции

Стандарт IEC 60079-7

Общая маркировка

Помимо требований к маркировке, изложенных в стандарте IEC 600790, в маркировку готового изделия также входят:

- номинальное напряжение и номинальный ток или номинальная мощность;
- соотношение I_A/I_N и время t_E ;
- ограничения использования, например использование только в чистой среде;
- характеристики специальных защитных устройств, если необходимо.

Для клеммных коробок класса Ех:

- диапазон калибров провода;
- номинальное напряжение.

A vertical decorative bar on the left side of the slide, composed of five horizontal rectangular segments in various shades of blue and teal.

Защита «Ех р»

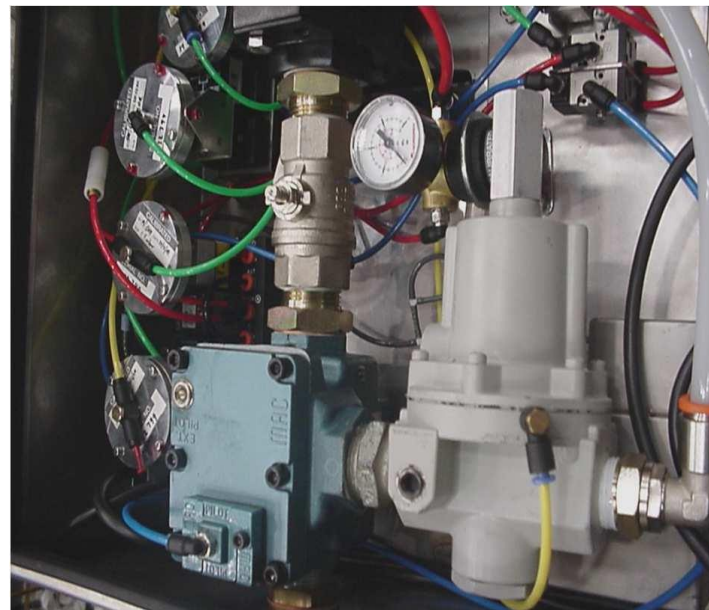
Стандарт IEC 60079-2

Защита «Ех р»

Двигатели под давлением «Ех р...» (II 2 G или II 3 G)



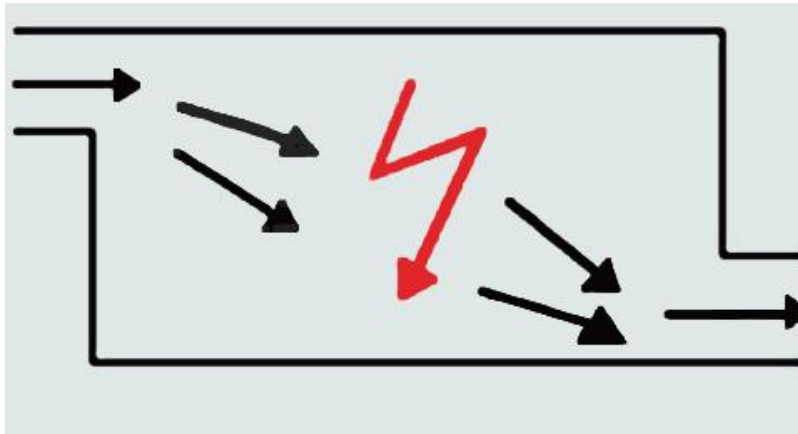
Стандарт IEC 60079-2



Защита «Ех р»

Стандарт IEC 60079-2

При этом типе защиты попадание окружающей атмосферы внутрь корпуса электрического оборудования предотвращается путем создания избыточного давления. Избыточное давление может поддерживаться статически или потоком защитного газа.



Ex p II T4

**В соответствии
с предыдущим
стандартом**

Ex px IIC T4 Gb

**Согласно
последней версии
стандарта**

Тип защиты для опасных зон

Защита «Ех р»

Принципы защиты типа Ех р

Стандарт IEC 60079-2

- В основном защита двигателей типа Ех р основывается на поддержании постоянного давления в корпусе или его на непрерывной продувке газом.
- Корпус должен продуваться перед запуском.

Любой опасный газ, который может находиться в корпусе, должен быть удален путем пропускания через корпус большого количества воздуха или инертного газа.

- По завершении продувки в нем поддерживается избыточное давление, не позволяющее опасным газам попасть внутрь. Теперь на оборудование можно подать напряжение.

Давление в корпусе двигателя должно поддерживаться на протяжении всего времени его работы.

- Если избыточное давление упадет до значения, указанного производителем, подача напряжения на двигатель должна прерваться.

Защита «Ех р»

Избыточное давление, тип «рх»

Стандарт IEC 60079-2

Избыточное давление, которое снижает класс оборудования, заключенного в такой корпус, **с зоны 1 до безопасного или с группы I до безопасного.**

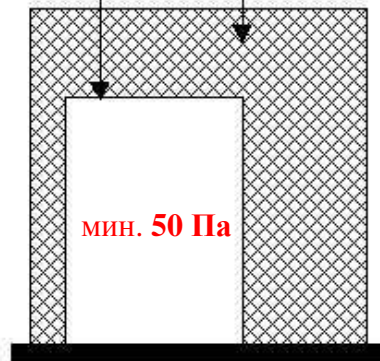
Корпус типа «рх»:

зона внутри

корпуса

Безопасно

Зона 1



Минимальное избыточное давление должно составлять 50 Па относительно окружающего.

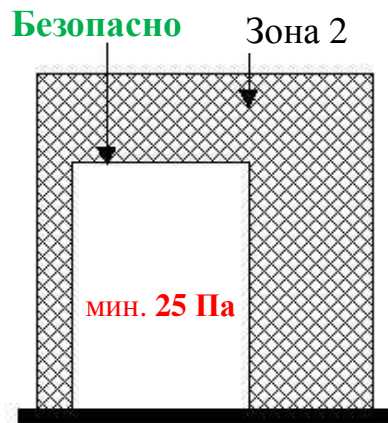
Защита «Ех р»

Избыточное давление, тип «pz»

Стандарт IEC 60079-2

Избыточное давление, которое снижает класс оборудования, заключенного в такой корпус, **с зоны 2 до безопасного.**

Корпус типа «pz»:
зона внутри корпуса



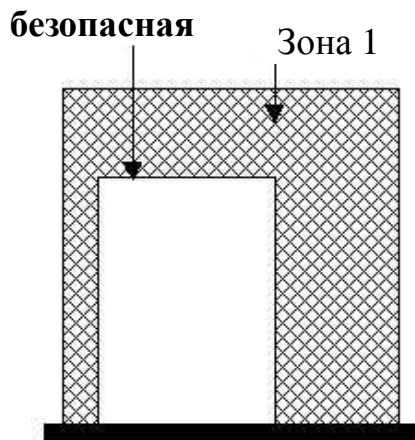
Минимальное избыточное давление должно составлять 25 Па относительно окружающего.

Защита «Ex p»

«рх» и «pz»

Стандарт IEC 60079-2

Корпус типа «рх»:
зона внутри корпуса
квалифицируется как



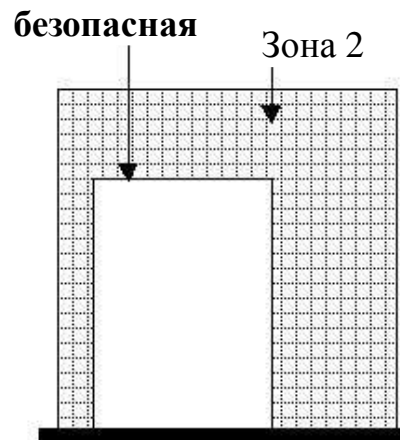
«рх»

С зоны 1 до безопасного

II 2 G - Ex рх II T4

В случае сброса избыточного давления

Корпус типа «pz»:
зона внутри корпуса
квалифицируется как



«pz»

С зоны 2 до безопасного

II 3 G - Ex pz II T4

В случае сброса избыточного
давления сигнал тревоги

A vertical decorative bar on the left side of the slide, composed of five horizontal rectangular segments in various shades of blue and teal.

Защита «Ex n»

(Новый стандарт IEC 60079-7 Ex ec)

Стандарт IEC 60079-15

Защита «Ех n»

Неискрящие двигатели «Ех nА» (Газ - II 3 G)



Стандарт IEC 60079-15

Защита «Ex n»

Принципы защиты типа Ex n

Стандарт IEC 60079-15

Этот тип защиты подразумевает меры предосторожности, направленные на предотвращение образования искрового разряда и высокой температуры поверхности.

Во время обычной эксплуатации должен отсутствовать источник возгорания.

=> Использовать только в зоне 2.



II 3 G - Ex nA II T4

В соответствии с предыдущим стандартом

II 3 G - Ex nA IIB T3 Gc

Согласно последней версии стандарта

Защита «Ех n»

Стандарт IEC 60079-15

Двигатели Ех nA — основные требования

- Созданы для того, чтобы уменьшить вероятность образования искры и горячих поверхностей.
- **Прежде чем приступить к работе с машиной, ее внутренние полости следует очистить при помощи инертного газа, чтобы предотвратить возможность возгорания.**
- Достаточные зазоры для всех вращающихся частей.
- Максимальная температура поверхностей.
- Клеммы и платы не должны быть источником искры или дугового разряда.
- Контакты, не допускающие ослабления.
- Необходимо соблюдать минимальные зазоры и расстояния утечки.
- Такая конструкция обмоток, чтобы внутренние и внешние поверхности всегда имели температуру ниже той, что задана температурным классом двигателя.

Защита «Ех n»

Стандарт IEC 60079-15

Максимальная температура поверхности

Для электрооборудования типа nA (Ех ес (IEC 60079-7)) температура любого его узла, включая поверхности внутренних узлов, которые могут соприкасаться со взрывоопасной газовой атмосферой, не должна (при нормальных условиях работы) превышать предельное значение, обусловленное температурным классом оборудования.

Оценка возможного искрового разряда в воздушном зазоре Вращающиеся электрические машины с номинальной выходной мощностью свыше 100 кВт, не относящиеся к рабочему типу S1 или S2, должны проходить оценку на возможность искрового разряда в воздушном зазоре.

Защита «Ех n»

Эксплуатация с частотным конвертером

Стандарт IEC 60079-15

Двигатели, поставляемые с конвертерами, должны проходить испытания вместе с указанным конвертером или с аналогичным конвертером, имеющим такие же характеристики выходного напряжения и тока.

Испытания должны выполняться с применением датчиков или измерительных устройств, которые будут использоваться при обычной эксплуатации.

В описательной документации на двигатель должны быть указаны все необходимые параметры и условия, которые требуются для использования с конвертером.

Альтернативные типовые испытания (расчетные)

В качестве альтернативы типовым испытаниям температурный класс двигателя можно определить расчетом, опираясь на ранее установленные данные репрезентативных испытаний.

Определение температурного класса расчетным методом должно быть согласовано между производителем и конечным пользователем.

Защита «Ех n»

Стандарт IEC 60079-15

Дополнительные испытания на возгорание для больших машин или высоковольтного оборудования

Испытание конструкции короткозамкнутого ротора

Испытания должны проводиться на машине, оснащенной статором и ротором, которые аналогичны готовой машине в отношении конструкции сердечника статора и его обмоток, а также конструкции короткозамкнутого ротора и его клетки.

1. Процесс старения короткозамкнутого ротора

Короткозамкнутый ротор следует подвергнуть моделированному старению, которое включает проведение не менее пяти испытаний в режиме с заклиненным ротором.

2. Испытания на возгорание

После испытаний на старение машина заполняется взрывоопасной газовой смесью или погружается в нее и выполняется 10 пусков при полном напряжении без нагрузки или 10 испытаний с зафиксированным ротором.

Испытательная взрывоопасная смесь не должна загореться.

A vertical decorative bar on the left side of the slide, composed of five horizontal rectangular segments in various shades of blue and teal.

Тип защиты для опасных зон

Защита «Ex t»

Стандарт IEC 60079-31

Защита «Ex t»

Защита от возгорания пыли с помощью корпуса «t» (пыль - II 2 D)

Стандарт IEC 60079-31

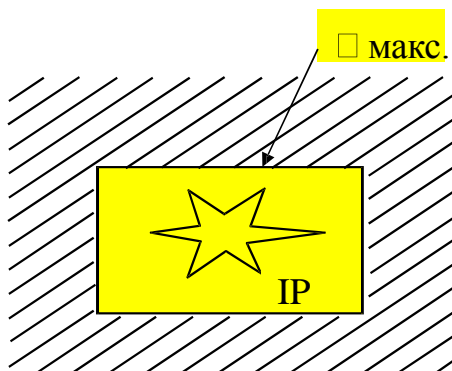


Защита «Ex t»

Принципы защиты типа Ex t

Стандарт IEC 60079-31

Тип защиты от взрывоопасной пыли в атмосфере, в которой работают электрические устройства, обеспечивается с помощью пыленепроницаемой конструкции корпуса и разного рода способов ограничения температуры поверхности.



**Ex tD A21 IP6X
T135°C**

**Ex tb IIIС T135°C
Db**

**В соответствии с
предыдущим
стандартом**

**Согласно последней
версии стандарта**

Защита «Ex t»

Термозащита

Стандарт IEC 60079-31

Оборудование должно иметь встроенное реле термозащиты. Это устройство не должно сбрасываться автоматически.

Конструктивные соединения

Все соединения в конструкции корпуса должны быть эффективно защищены от проникновения пыли.

Примечание. Использование одной только смазки для поддержания целостности уплотнений не удовлетворяет этим требованиям.

Количество сцепленных витков резьбы

При отсутствии дополнительных уплотнений и прокладок должно быть сцеплено не менее пяти витков резьбы.

Защита «Ex t»

Уплотнения и прокладки

Стандарт IEC 60079-31

В соединениях могут использоваться сдавленные прокладки, чтобы гарантировать герметизацию корпуса.

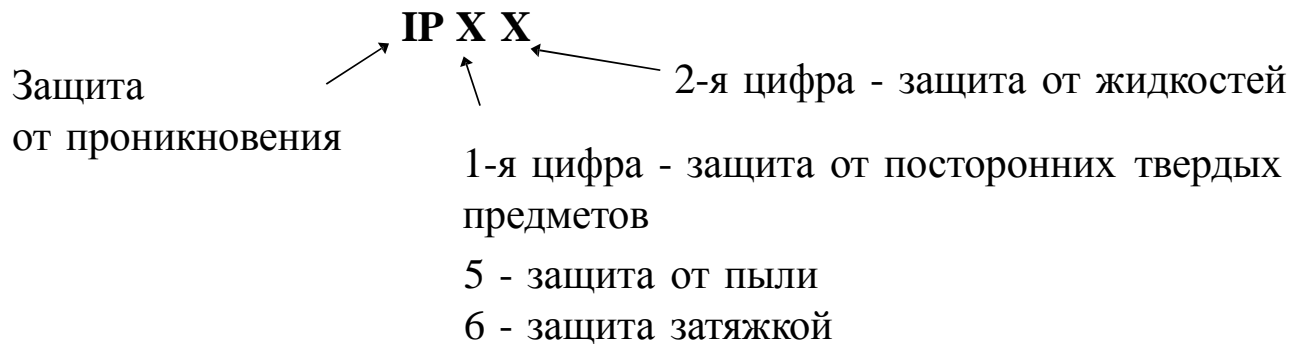
Все прокладки и уплотнения должны быть цельными и неразрывными, то есть по периметру у них не должно быть разрывов.

Не считая небольшого количества смазки, необходимой для сборки, соединения с прокладками не должны сопровождаться нанесением герметика, исключая нанесение клея на одну из совмещаемых поверхностей.

Защита «Ex t»

Степень защиты оболочки IP

Стандарт IEC 60079-31



Защита от проникновения

Степень защиты	ИС	ИВ	ИА
ta	IP6X	IP6X	IP6X
tb	IP6X	IP6X	IP5X
tc	IP6X	IP5X	IP5X

Защита «Ех t»

Испытания IP - вода

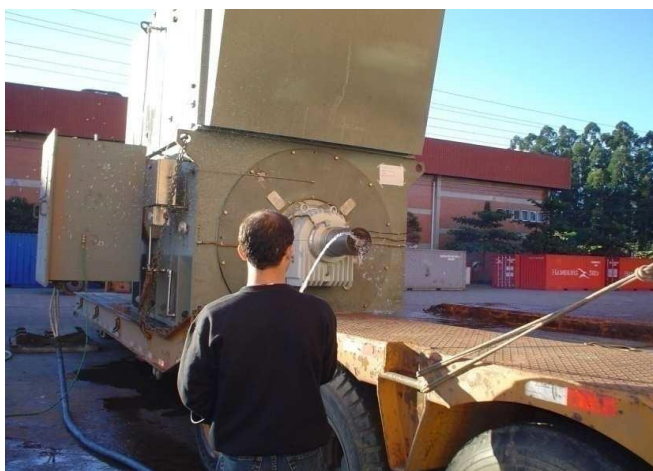
Стандарт IEC 60079-31



Защита «Ех t»

Испытания IP - вода

Стандарт IEC 60079-31



Защита «Ex t»

Испытания IP - пыль

Стандарт IEC 60079-31

