МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 31438.1 — 2011 (EN 1127-1:2007)

Взрывоопасные среды

ВЗРЫВОЗАЩИТА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВЗРЫВА

Часть 1

Основополагающая концепция и методология

(EN 1127-1:2007, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой национальной организацией «Ex-стандарт» (АННО «Ex-стандарт»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) (ТК 403)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 40-2011 от 29 ноября 2011 г.)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Российская Федерация	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 декабря 2011 г. № 1615-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 31438.1—2011 (EN 1127-1:2007) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 15 февраля 2013 г.

5 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к региональному стандарту EN 1127-1:2007 Explosive atmospheres — Explosion prevention and protection — Part 1: Basic concepts and methodology. (Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 1. Основополагающая концепция и методология) путем изменения содержания отдельных структурных элементов и дополнений, внесенных непосредственно в текст стандарта и выделенных курсивом, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Степень соответствия — модифицированная (MOD).

Стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р ЕН 1127-1—2009

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты».

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты»

© Стандартинформ, 2013

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 3
4 Идентификация опасностей . . . 3
4.1 Общие положения . . . 3
4.2 Характеристики горения . . . 4
4.3 Характеристики воспламенения . . . 4
4.4 Характеристики взрыва . . . 4
5 Элементы оценки риска . . . 4
5.1 Общие положения . . . 4
5.2 Определение количества и вероятности возникновения взрывоопасной среды . . . 5
5.3 Определение присутствия активных источников воспламенения . . . 5
5.4 Оценка возможных поражающих факторов взрыва . . . 10
6 Предотвращение и снижение риска . . . 11
6.1 Основные принципы . . . 11
6.2 Предотвращение образования или уменьшение количества взрывоопасных сред . . . 11
6.3 Классификация взрывоопасных зон . . . 14
6.4 Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам по предотвращению активных источников воспламенения, предъявляемые при их разработке и изготовлении . . . 14
6.5 Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам по снижению риска . . . 21
6.6 Положения об аварийных защитных мерах . . . 25
6.7 Принципы устройства информационно-измерительных систем и систем управления для взрывозащиты и предотвращения взрыва . . . 25
7 Информация для потребителя . . . 26
7.1 Общие положения . . . 26
7.2 Информация об оборудовании, о системах защиты и компонентах . . . 26
7.3 Информация по вводу в эксплуатацию, техническому обслуживанию и ремонту в качестве защитной меры предотвращения взрыва . . . 26
7.4 Профессиональные требования и подготовка . . . 26
Приложение А (справочное) Информация по применению инструментов в потенциально взрывоопасных средах . . . 27
Приложение В (справочное) Классификация зон, опасных по горючим газам, парам и пыли . . . 28
Приложение С (справочное) Взаимосвязь между *уровнями взрывозащиты* оборудования и зонами . . . 29
Приложение D (справочное) Принципы применения информационно-измерительных систем и систем управления с целью предотвращения активных источников воспламенения . . . 30
Библиография . . . 31

Введение

Настоящий стандарт модифицирован по отношению к региональному стандарту EN 1127-1:2007 «Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 1. Основополагающая концепция и методология».

Региональный стандарт EN 1127-1:2007, на основе которого разработан настоящий стандарт, был подготовлен в качестве гармонизированного стандарта в соответствии с Директивами 94/9 ЕС, 98/37/ЕС и 2006/42/ЕС и связанными с ними положениями Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA).

Настоящий стандарт полностью повторяет нумерацию и наименования пунктов регионального стандарта EN 1127-1:2007.

Настоящий стандарт имеет следующие отличия от примененного регионального стандарта EN 1127-1:2007:

- в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5-2001 в связи с невведением EN 13237:2003 в качестве межгосударственного стандарта, этот документ перенесен из раздела нормативных ссылок в структурный элемент «Библиография». Нормативные ссылки на региональные стандарты EN ISO 12100-1:2003, EN ISO 12100-2:2003, EN ISO 14121-1:2007 заменены соответственно на эквивалентные ГОСТ ИСО/ТО 12100-1—2001, ГОСТ ИСО/ТО 12100-2—2002, ГОСТ ЕН 1050—2002;

- требования настоящего стандарта распространяются также на оборудование Группы III;

- категории оборудования и их обозначения заменены на уровни взрывозащиты оборудования и их обозначения;

- в примечании подраздела 6.3 добавлено, что при использовании термина «пыль», имеются в виду и среды с присутствием волокон или летучих частиц в воздухе;

- исключены справочные приложения ZA, ZB и ZC, информирующие о соответствии разделов регионального стандарта EN 1127-1:2007 европейским Директивам, что не является предметом межгосударственной стандартизации.

Поправка к ГОСТ 31438.1—2011 (EN 1127-1:2007) Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 1. Основополагающая концепция и методология

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения | AM | Минэкономразвития Республики Армения
Стр. 1. Обозначение стандарта	(EN 1127-1:2011)	(EN 1127-1:2007)

(ИУС № 6 2019 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Взрывоопасные среды

ВЗРЫВОЗАЩИТА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВЗРЫВА

Часть 1
Основополагающая концепция и методология

Explosive atmospheres. Explosion prevention and protection.
Part 1. Basic concepts and methodology

Дата введения — 2013—02—15

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основополагающую концепцию и методологию по идентификации и оценке опасностей, приводящих к взрывам, а также технические предупредительные и защитные меры, принимаемые при разработке и изготовлении оборудования, систем защиты и компонентов, в соответствии с требуемой взрывобезопасностью. Это достигается путем:

- идентификации опасностей;
- оценки риска;
- снижения риска;
- предоставления информации для потребителя.

Взрывобезопасность оборудования, систем защиты и компонентов может быть достигнута устранением опасностей и/или снижением степени риска, то есть путем:

a) разработки без применения технических предупредительных мер взрывобезопасности (предотвращение взрыва);

b) разработки с применением технических предупредительных мер взрывобезопасности (взрывозащита);

c) применения устройств коммуникационной связи для передачи информации потребителю, при необходимости;

d) принятия любых иных технических предупредительных и защитных мер.

Меры, предпринимаемые согласно перечислению a) (предотвращение взрыва) и перечислению b) (защита), рассматриваются в разделе 6, а согласно перечислению c) — в разделе 7. Меры, предпринимаемые согласно перечислению d), не рассматриваются в настоящем стандарте. Они рассматриваются в ГОСТ ИСО/ТО 12100-1—2001 (раздел 5).

Технические предупредительные и защитные меры, описанные в настоящем стандарте, обеспечивают требуемый уровень взрывобезопасности только в случае, если оборудование, системы защиты и компоненты используются в соответствии с их применением по назначению и если они установлены и обслуживаются в соответствии с нормами или требованиями к их эксплуатации.

В настоящем стандарте установлены общие методы разработки и изготовления, призванные помочь разработчикам и изготовителям в обеспечении взрывобезопасности при разработке оборудования, систем защиты и компонентов.

Настоящий стандарт распространяется на оборудование, системы защиты и компоненты, предназначенные для применения в потенциально взрывоопасных средах при атмосферных условиях. Такие взрывоопасные среды могут возникать в результате применения горючих веществ в технологических процессах или выделяемых оборудованием, системами защиты и компонентами, а также в результате контакта горючего вещества с оборудованием, системами защиты и компонентами, и/или от материалов, из которых изготавливают оборудование, системы защиты и компоненты.

Настоящий стандарт распространяется на оборудование, системы защиты и компоненты на всех стадиях их жизненного цикла.

Издание официальное

Настоящий стандарт распространяется на оборудование Группы II *и Группы III*, предназначенное для применения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, кроме подземных выработок шахт, рудников и их наземных строений, взрывоопасных по рудничному газу и/или горючей пыли.

Настоящий стандарт не распространяется:

a) на медицинские приборы, предназначенные для применения в медицинских целях;

b) на оборудование, системы защиты и компоненты, для которых опасности взрыва возникают только из-за наличия взрывчатых веществ и нестойких химических соединений;

c) на оборудование, системы защиты и компоненты, при применении которых взрыв может произойти в результате реакции веществ с любыми окислителями, кроме атмосферного кислорода, или в результате иных опасных реакций, либо в любых условиях, за исключением атмосферных;

d) на оборудование, предназначенное для бытового и непроизводственного применения, при котором потенциально взрывоопасные среды могут образоваться в редких случаях и только в результате случайной утечки используемого газа;

e) на персональное защитное оборудование;

f) на морские суда и передвижные морские платформы вместе с оборудованием на борту таких судов или платформ;

g) на транспортные средства и их прицепы, предназначенные исключительно для перевозки пассажиров и грузов по воздуху, автодорогам, железной дороге или водным путям, включая транспортные средства, предназначенные для применения в потенциально взрывоопасной среде;

h) на системы, в которых происходят контролируемые процессы горения, если только они не действуют в качестве источников воспламенения в потенциально взрывоопасных средах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ ЕН 1050—2002 Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска*

ГОСТ 31438.2—2011 (EN 1127-2:2002) Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 2. Основополагающая концепция и методология (для подземных выработок)

ГОСТ 31441.1—2011 (EN 13463-1:2001) Неэлектрическое оборудование, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 31441.2—2011 (EN 13463-2:2004) Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 2. Защита оболочкой с ограниченным пропуском газов «fr»

ГОСТ 31441.3—2011 (EN 13463-3:2005) Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 3. Защита взрывонепроницаемой оболочкой «d»

ГОСТ 31441.5—2011 (EN 13463-5:2003) Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 5. Защита конструкционной безопасностью «c»

ГОСТ 31441.6—2011 (EN 13463-6:2005) Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 6. Защита контролем источника воспламенения «b»

ГОСТ 31441.8—2011 (EN 13463-8:2003) Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 8. Защита жидкостным погружением «k»

ГОСТ 31610.5—2012/IEC 60079-5:2007 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 5. Кварцевое заполнение оболочки «q»

ГОСТ 31610.6—2012/IEC 60079-6:2007 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 6. Масляное заполнение оболочки «o»

ГОСТ 31610.7—2012/IEC 60079-7:2006 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 7. Повышенная защита вида «e»

ГОСТ 31610.10—2012/IEC 60079-10:2002 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон

ГОСТ 31610.28—2012/IEC 60079-28:2006 Взрывоопасные среды. Часть 28. Защита оборудования и передающих систем, использующих оптическое излучение

---

* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51344—99 «Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска».

ГОСТ IEC 60079-1—2011 Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки "d"»

ГОСТ IEC 60079-14—2008 Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок

ГОСТ IEC 60079-18—2008 Взрывоопасные среды. Часть 18. Оборудование с взрывозащитой вида «Герметизация компаундом "m"»

ГОСТ ИСО/ТО 12100-1—2001 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика*

*ГОСТ ИСО/ТО 12100-2—2002** Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования*

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории государства по соответствующему указателю стандартов (и классификаторов), составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

Для целей настоящего стандарта, в дополнение к EN 13237 *[1] (см. также ГОСТ 31438.2)*, применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **опасная взрывоопасная среда** (hazardous explosive atmosphere): Взрывоопасная среда, взрыв которой вызывает ущерб.

3.2 **неисправность** (malfunction): Неспособность оборудования, защитных систем и компонентов выполнять заданные функции.

Примечания

1 См. также *ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.*

2 В контексте настоящего стандарта неисправность может произойти по целому ряду причин, включая:

a) изменение характеристик материалов или размеров деталей;

b) отказ одной (или более) составной части оборудования, защитных систем и компонентов;

c) воздействие внешних факторов (например ударов, вибрации, электромагнитных полей);

d) погрешности или недостатки при разработке (например ошибки программного обеспечения);

e) помехи от сети питания или иных коммуникаций;

f) потерю управления оператором (особенно в случае применения ручных и передвижных машин).

4 Идентификация опасностей

4.1 Общие положения

Опасность взрыва связана с материалами и веществами, которые используются или являются выбросами оборудования, систем защиты и компонентов, а также с материалами, применяемыми при изготовлении оборудования, систем защиты и компонентов. Некоторые из этих материалов и веществ могут гореть в воздушной среде. Эти процессы часто сопровождаются выделением значительного количества тепла и могут сопровождаться повышением давления и выбросом опасных горючих веществ. В отличие от обычного горения, взрыв является самоподдерживающимся распространением зоны реакции (пламени) во взрывоопасной среде.

Легковоспламеняющимися и/или горючими следует считать вещества, способные сформировать взрывоопасную среду, если изучение их свойств показало, что в смеси с воздухом они способны к самоподдерживающемуся распространению пламени.

Эта потенциальная опасность, связанная с взрывоопасной средой, возникает при появлении активного источника воспламенения.

---

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 12100-1—2007 «Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методология».

** На территории Российской Федерации действует ГОСТ ИСО/ТО 12100-2—2007 «Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические принципы».

Характеристики взрывобезопасности веществ перечислены в 4.2, 4.3 и 4.4. Они могут быть получены путем лабораторных испытаний, а в отдельных случаях — расчетным путем. Полученные характеристики взрывобезопасности используются для идентификации различных видов опасностей.

Необходимо учесть, что эти характеристики взрывобезопасности не являются физическими константами, но зависят, например, от методов, используемых для их измерения. К тому же, для пыли установленные данные по взрывобезопасности предназначены только для общей информации, поскольку эти величины зависят от размеров и формы частиц, содержания влаги и присутствия примесей даже в минимальных концентрациях. В особых случаях применения следует проверять образцы пыли, присутствующей в оборудовании, и использовать полученные данные при идентификации опасностей.

4.2 Характеристики горения

Поскольку в данном контексте потенциальную опасность представляет не само горючее вещество, а его взаимодействие или смешивание с воздухом, то должны быть определены характеристики смеси горючего вещества с воздухом. Эти характеристики дают информацию о поведении вещества при горении и показывают, способно ли вещество спровоцировать горение или взрыв. Соответствующими характеристиками, например, являются:

a) температура вспышки;

b) концентрационные пределы диапазона воспламенения: нижний концентрационный предел воспламенений — НКПВ (LEL), верхний концентрационный предел воспламенения — ВКПВ (UEL);

c) предельная концентрация кислорода — ПКК (LOC).

4.3 Характеристики воспламенения

Устойчивость взрывоопасной среды к воспламенению определяется такими характеристиками, как:

a) минимальная энергия воспламенения;

b) температура воспламенения взрывоопасной среды;

c) минимальная температура воспламенения слоя пыли.

4.4 Характеристики взрыва

Взрывоопасная среда после воспламенения характеризуется такими характеристиками, как:

a) максимальное давление взрыва (p_{max});

b) максимальная скорость нарастания давления взрыва $[(dp/dt)_{max}]$;

c) безопасный экспериментальный максимальный зазор БЭМЗ (MESG).

5 Элементы оценки риска

5.1 Общие положения

Оценку риска всегда следует осуществлять для каждой отдельной опасности в соответствии с *ГОСТ ЕН 1050*. Оценка риска включает в себя следующие элементы, основанные на требованиях данного стандарта:

a) идентификацию опасностей, в том числе на основании данных по взрывобезопасности, приведенных в разделе 4, путем оценки воспламеняемости и горючести веществ;

b) определение количества и вероятности возникновения взрывоопасной среды (см. 5.2);

c) определение присутствия или вероятности появления источников воспламенения, способных вызвать воспламенение взрывоопасной среды (см. 5.3);

d) определение потенциальных поражающих факторов взрыва (см. 5.4);

e) определение риска;

f) технические предупредительные и защитные меры по снижению рисков (см. раздел 6).

Должен быть принят комплексный подход, особенно в отношении сложного оборудования, систем защиты и компонентов, производственных установок, состоящих из отдельных сборочных единиц, и, прежде всего, в отношении многокомпонентных установок. При этом оценка риска должна учитывать опасности воспламенения, исходящие:

1) от оборудования, систем защиты и компонентов;

2) от взаимного влияния между оборудованием, системами защиты, компонентами и веществами;

3) от конкретных технологических процессов, протекающих в оборудовании, системах защиты и компонентах;

4) от взаимного влияния между отдельными процессами, протекающими в различных частях оборудования, систем защиты и компонентов;

5) от окружающей среды, соприкасающейся с оборудованием, системами защиты и компонентами, а также от вероятного взаимодействия процессов, осуществляемых в непосредственной близости.

5.2 Определение количества и вероятности возникновения взрывоопасной среды

5.2.1 Общие положения

Возникновение опасной взрывоопасной среды зависит от следующих факторов:

a) наличия горючих веществ;

b) степени дисперсности горючего вещества (например, газов, паров, тумана, пыли);

c) концентрации горючего вещества в воздухе в пределах диапазона воспламенения;

d) количества взрывоопасной среды, достаточной для нанесения травм или повреждений в результате воспламенения.

При оценке вероятности возникновения опасной взрывоопасной среды необходимо учесть возможное образование взрывоопасной среды в результате химических реакций, пиролиза и биологических процессов.

Если невозможно оценить вероятность возникновения опасной взрывоопасной среды, то необходимо исходить из предположения о постоянном присутствии такой взрывоопасной среды, кроме тех случаев, когда имеется устройство, достоверно контролирующее концентрацию горючего вещества в воздухе.

Примечание — Из практических соображений целесообразнее классифицировать внутреннее пространство оборудования, систем защиты и компонентов, а также их окружение по зонам, которые устанавливаются на основании вероятности возникновения опасной взрывоопасной среды (см. 6.3).

5.2.2 Степень дисперсности горючих веществ

Газы и пары имеют достаточно высокую степень дисперсности для образования взрывоопасной среды. Вероятность образования взрывоопасной среды туманом или пылью возникает при размере капель в тумане или размере твердых частиц в пыли менее 1 мм.

Примечание — Различные туманы и пыли, которые встречаются повсеместно в практике, имеют размеры капель и твердых частиц от 0,001 до 0,1 мм.

5.2.3 Концентрация горючих веществ

Взрыв может произойти, если концентрация дисперсного горючего вещества в воздухе достигает или превышает нижний концентрационный предел воспламенения. Взрыв не произойдет, если концентрация превышает верхний концентрационный предел воспламенения.

Примечание — В некоторых химически неустойчивых веществах, например в ацетилене и этиленоксиде, могут происходить экзотермические реакции даже при отсутствии кислорода, что эквивалентно верхнему концентрационному пределу воспламенения, равному 100 %.

Пределы воспламенения изменяются в зависимости от давления и температуры. Как правило, концентрационные пределы воспламенения расширяются с увеличением давления и температуры. В смесях горючих веществ с кислородом пределы воспламенения значительно превышают такие пределы для горючих веществ в смеси с воздухом.

Если температура поверхности горючей жидкости превышает температуру самовоспламенения, то это может вызвать образование взрывоопасной среды (см. 6.2.2.2). Туманы горючих жидкостей способны образовывать взрывоопасные среды при температурах ниже нижней температуры самовоспламенения жидкости.

Пределы воспламенения для разных типов пыли не имеют такой значимости, как для газов и паров. Облака пыли, как правило, отличаются неоднородностью. Концентрация пыли может значительно колебаться в зависимости от отложения и дисперсии пыли в окружающей среде. Необходимо учесть возможность образования взрывоопасных сред при наличии отложений горючей пыли.

5.2.4 Количество взрывоопасной среды

Оценка присутствия взрывоопасной среды в опасных количествах зависит от потенциальных поражающих факторов взрыва (см. 5.4).

5.3 Определение присутствия активных источников воспламенения

5.3.1 Общие положения

Для определения присутствия активных источников воспламенения должно быть проведено сравнение воспламеняющей способности источника воспламенения с характеристиками воспламенения горючего вещества (см. 4.3), а также проведена оценка вероятности появления активных источников воспламене-

ния с учетом тех источников воспламенения, которые могут возникнуть, например, в результате мероприятий по техническому обслуживанию или очистке.

Примечание — Могут быть использованы защитные меры для нейтрализации источников воспламенения (см. 6.4).

При невозможности оценки вероятности появления активного источника воспламенения необходимо исходить из предположения о постоянном присутствии такого источника.

Источники воспламенения следует классифицировать по вероятности их появления следующим образом:

a) источники воспламенения, которые могут возникать постоянно или часто;

b) источники воспламенения, которые могут возникать в редких случаях;

c) источники воспламенения, которые могут возникать лишь в очень редких случаях.

Применительно к применяемому оборудованию, защитным системам и компонентам данная классификация должна считаться эквивалентной:

d) источникам воспламенения, которые могут возникать при нормальном режиме эксплуатации;

e) источникам воспламенения, которые могут возникать исключительно в результате неисправностей;

f) источникам воспламенения, которые могут возникать исключительно в результате редких неисправностей.

Различные источники воспламенения рассматриваются в 5.3.2—5.3.14.

5.3.2 Нагретые поверхности

Если взрывоопасная среда входит в контакт с нагретой поверхностью, может произойти воспламенение. Не только нагретая поверхность сама по себе может выступать как источник воспламенения, но и слой пыли или горючее твердое вещество, находящееся во взаимодействии с горячей поверхностью и воспламеняемое горячей поверхностью, может также действовать как источник воспламенения для взрывоопасной среды.

Способность нагретой поверхности вызывать воспламенение зависит от типа и концентрации конкретного горючего вещества в смеси с воздухом. Эта способность становится больше с увеличением температуры и площади поверхности. Кроме того, температура, которая вызывает воспламенение, зависит от размера и формы нагретого тела, градиента концентрации горючего вещества вблизи поверхности, а также материала поверхности. Таким образом, например, среда с содержанием горючего газа или паров в достаточно больших нагретых объемах (приблизительно 1 л или более) может быть воспламенена от поверхности с температурой ниже температуры воспламенения, полученной при измерениях согласно *[2]* или другими эквивалентными методами. С другой стороны, для воспламенения от нагретых тел с выпуклыми, а не вогнутыми поверхностями, необходима более высокая температура поверхности; минимальная температура воспламенения увеличивается, например, для сфер или труб по мере уменьшения их диаметра. Когда взрывоопасная среда соприкасается с нагретыми поверхностями, то для воспламенения может потребоваться более высокая температура вследствие непродолжительного времени соприкосновения.

Если взрывоопасная среда остается в соприкосновении с нагретой поверхностью на относительно долгое время, то могут произойти предварительные реакции, например «холодное пламя», при этом могут образоваться продукты разложения более легко воспламеняемые, чем исходные горючие вещества.

В дополнение к легко распознаваемым нагретым поверхностям, таким как радиаторы, сушильные шкафы, нагревательные спирали и т. д., процессы механической и машинной обработки также могут привести к возникновению опасных температур. Эти процессы также включают оборудование, системы защиты и компоненты, которые преобразовывают механическую энергию в тепловую, то есть все виды фрикционных сцеплений и тормозов. Кроме того, все движущиеся части могут стать источниками воспламенения, если они не были достаточно смазаны. Движущиеся плотно прилегающие части, попадание инородных тел или смещение осей может также привести к трению, которое, в свою очередь, может привести к возникновению высоких температур поверхности, в некоторых случаях — весьма быстро.

Необходимо также учесть повышение температур вследствие химических реакций (например, со смазочными материалами и чистящими растворителями).

Виды опасностей воспламенения при сварке и резке — по 5.3.3.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от нагретых поверхностей — по 6.4.2.

5.3.3 Пламя, горячие газы, горячие частицы

Появление пламени связано с реакциями горения при температурах свыше 1000 °С. Горячие газы образуются в результате реакций, а когда в пламени присутствуют пыль и/или сажа, то появляются рас-

каленные твердые частицы. Пламя, его продукты от высокотемпературных реакций или нагретые до высокой температуры газы могут воспламенять взрывоопасную среду. Пламя, даже малое, является наиболее активным источником воспламенения.

Если взрывоопасная среда присутствует как внутри, так и снаружи оборудования, защитной системы или компонента, либо в смежных частях установки, и если воспламенение происходит в одном из них, пламя может распространяться на другие места через отверстия, например через вентиляционные каналы. Для предотвращения распространения пламени требуются специально разработанные защитные средства (см. 6.5.5).

Наплавленные валики сварных швов, которые появляются при сварке или резке металла, это искры с очень большой поверхностью, и поэтому являются наиболее активными источниками воспламенения.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от пламени и горячих газов — по 6.4.3.

5.3.4 Искры, образованные механическим путем

В результате процессов трения, соударения или истирания, таких как дробление, частицы могут отделяться от твердых материалов и нагреваться до высоких температур вследствие преобразования энергии, используемой в процессе дробления. Если эти частицы состоят из окисляемых веществ, например железо или сталь, они могут подвергнуться процессу окисления, таким образом достигая еще более высоких температур. Эти частицы (искры) могут воспламенять горючие газы и пары, а также определенные пылевоздушные смеси (особенно смеси металлической пыли с воздухом). В отложениях пыли искрами может быть вызвано тление, что может быть источником воспламенения взрывоопасной среды.

Попадание посторонних материалов в оборудование, систем защиты и компоненты, например твердых предметов, следует рассматривать и учитывать как одну из причин искрения.

Трение даже между черными металлами и между определенными видами керамики может образовать зоны высокой температуры и искры, аналогичные искрению при дроблении или шлифовке. Они могут вызвать воспламенение взрывоопасных сред.

Соударения при наличии ржавчины и легких металлов (например алюминия и магния) и их сплавов могут инициировать термитную реакцию, которая может вызвать воспламенение взрывоопасных сред.

Легкие металлы титан и цирконий также могут образовывать воспламеняющие искры при соударении или трении с любым достаточно твердым материалом, даже при отсутствии ржавчины.

Виды опасностей воспламенения при сварке и резке — см. 5.3.3.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от искр, образованных механическим путем, — см. 6.4.4.

5.3.5 Электрическое оборудование

В электрическом оборудовании источниками воспламенения могут являться электрические искры и нагретые поверхности (см. 5.3.2). Электрические искры могут быть вызваны, например:

a) замыканием и размыканием электрических цепей;

b) ослабленными контактами;

c) блуждающими токами (см. 5.3.6).

Необходимо учесть, что сверхнизкое напряжение СНН (ELV), например менее 50 В, предназначенное для защиты персонала от поражения электрическим током, не является мерой для обеспечения взрывозащиты. При низких напряжениях, тем не менее, может выделяться достаточное количество энергии для воспламенения взрывоопасной среды.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от электрического оборудования — см. 6.4.5.

5.3.6 Блуждающие электрические токи, катодная защита от коррозии

Блуждающие токи могут протекать в электрических проводящих системах или частях систем, например:

a) обратные токи в электрогенерирующих системах (особенно вблизи от электрических железных дорог и крупных сварочных систем — когда, например проводящие компоненты электрической системы, такие как рельсы и оболочки кабелей, проложенные под землей, снижают сопротивление пути такого обратного тока);

b) в результате короткого замыкания цепи или короткого замыкания на землю вследствие повреждений в электрических установках;

c) в результате электромагнитной индукции (например вблизи электроустановок, которые характеризуются сильными токами или высокими радиочастотами, см. также 5.3.9);

d) в результате удара молнии (см. 5.3.8).

При подключении, отключении или шунтировании частей системы, способных проводить блуждающие токи, и даже в случае незначительной разницы потенциалов может произойти воспламенение взрывоопасной среды в результате искрового разряда и/или дуги. Кроме того, воспламенение может также произойти вследствие нагрева таких токопроводящих цепей (см. 5.3.2).

При использовании катодной защиты от коррозии подаваемого тока вышеупомянутые опасности воспламенения также возможны. Однако при использовании анодного заземления опасность воспламенения от электрических искр маловероятна, если не используются алюминиевые или магниевые аноды.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия блуждающих токов и катодной защиты от коррозии — см. 6.4.6.

5.3.7 Статическое электричество

Воспламеняющие разряды статического электричества могут происходить при определенных условиях. Разряд заряженных, изолированных частей, выполненных из электропроводящих материалов, может привести к появлению воспламеняющих искр. Когда электрически заряженные части выполнены из непроводящих материалов, таких как пластмассы, возможны кистевые разряды и, в особых случаях, в процессах быстрого разъединения (например, ленты, движущиеся по роликам, ремни приводов) или комбинациях электропроводящих и неэлектропроводящих материалов возможно возникновение распространяющихся кистевых разрядов. Также возможно возникновение конических разрядов в сыпучих материалах и облачных разрядов.

Кистевые разряды могут вызвать воспламенение почти всех взрывоопасных сред пар/воздух и газ/воздух. Согласно имеющимся на данный момент данным, нельзя полностью исключать воспламенение взрывоопасных сред пыль/воздух с чрезвычайно низкой минимальной энергией воспламенения от кистевых разрядов. Искры, распространяющиеся кистевые разряды, конические разряды и облачные разряды могут вызвать воспламенение всех типов взрывоопасных сред, в зависимости от их энергии разряда.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия статического электричества — см. 6.4.7.

5.3.8 Удары молнии

При попадании молнии во взрывоопасную среду всегда будет происходить ее воспламенение. Также существует опасность воспламенения из-за высокой температуры, до которой нагреваются молниеотводы.

От места попадания молнии исходят сильные токи, что может вызвать искры вблизи точки удара молнии.

Даже при отсутствии ударов молнии грозы могут вызвать высокие индуцированные напряжения в оборудовании, защитных системах и компонентах.

Защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия ударов молнии — см. 6.4.8.

5.3.9 Электромагнитные волны с диапазоном радиочастот от 10^4 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц

Электромагнитные волны излучают все системы, которые генерируют и используют электрическую энергию указанного радиочастотного диапазона (радиочастотные системы), например радиопередатчики, промышленные или медицинские генераторы радиочастот, используемые для обогрева, сушки, затвердевания, сварки и резки.

Все электропроводящие части, расположенные в поле излучения, действуют как принимающие антенны. Если электромагнитное поле имеет достаточную мощность, и если принимающая антенна будет достаточно большой, то такие электропроводящие части могут вызывать воспламенение взрывоопасных сред. Полученная электромагнитная энергия может, например, накалять тонкие провода или производить искры при замыкании или размыкании электропроводящих частей. Энергия, полученная принимающей антенной, может привести к воспламенению взрывоопасной среды и зависит, главным образом, от расстояния между излучателем и принимающей антенной, напряженности электромагнитного поля, а также от размеров принимающей антенны и отношения ее длины к длине волны и диаграммы направленности принимающей антенны.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия электромагнитных волн радиочастотного спектра — см. 6.4.9.

5.3.10 Электромагнитные волны с диапазоном частот от $3 \cdot 10^{11}$ до $3 \cdot 10^{15}$ Гц

Излучение в этом спектральном диапазоне, особенно, если оно сфокусировано, может стать источником воспламенения через его поглощение взрывоопасными средами или твердыми поверхностями.

Солнечный свет, например, может вызвать воспламенение, если предметы вызывают конвергенцию излучения (например бутылки, которые действуют как линзы, концентрирующие отражатели).

При определенных условиях излучение интенсивных источников света (непрерывных или проблесковых) настолько интенсивно поглощается частицами пыли, что эти частицы становятся источниками воспламенения взрывоопасных сред или отложений пыли.

При лазерном излучении (например, в системах связи, приборах для измерения расстояния при изыскательных работах, в измерителях дальности видимости) энергия или удельная мощность даже несфокусированного луча могут быть настолько велики, что воспламенение взрывоопасной среды становится возможным. Здесь также процесс нагревания происходит, главным образом, когда лазерный луч попадает на поверхность твердого тела или когда он поглощается частицами пыли, находящимися в окружающей воздушной среде либо на загрязненных прозрачных частях.

Должно быть учтено, что оборудование, системы защиты и компоненты, генерирующие излучение (например, лампы, электрические дуги, лазеры), могут сами стать источниками воспламенения (см. 5.3.2 и 5.3.5).

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия электромагнитных волн указанного спектрального диапазона — см. 6.4.10.

5.3.11 Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение, генерируемое, например, рентгеновскими трубками и радиоактивными веществами, может привести к воспламенению взрывоопасных сред (особенно взрывоопасных сред с частицами пыли) в результате поглощения энергии.

Кроме того, сам источник радиоактивного излучения может нагреваться вследствие внутреннего поглощения лучевой энергии до такой степени, что минимальная температура воспламенения окружающей взрывоопасной среды будет превышена.

Ионизирующее излучение может вызвать химическое разложение или другие реакции, которые могут привести к возникновению радикалов с высокой химической активностью или неустойчивых химических соединений. Это может привести к воспламенению взрывоопасной среды.

Примечание — Такое излучение может также создать взрывоопасную среду посредством разложения (например смесь кислорода и водорода путем разложения воды при облучении).

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия ионизирующего излучения — см. 6.4.11.

5.3.12 Ультразвуковые волны

При использовании ультразвуковых волн значительная доля энергии, испускаемой электроакустическим преобразователем, поглощается твердыми или жидкими веществами. В результате вещество, подвергнутое воздействию ультразвуковых волн, нагревается настолько, что может произойти воспламенение взрывоопасной среды.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия ультразвуковых волн — см. 6.4.12.

5.3.13 Адиабатическое сжатие и ударные волны

При адиабатическом или почти адиабатическом сжатии и при ударных волнах могут иметь место такие высокие температуры, что взрывоопасные среды (и отложения пыли) могут быть воспламенены. Повышение температуры зависит, главным образом, от степени сжатия, а не от перепада давления.

Примечание — В линиях нагнетания воздушных компрессоров и емкостях, связанных с этими линиями, могут происходить взрывы в результате воспламенения от сжатия паров и дисперсных смесей смазочных материалов.

Ударные волны возникают, например, при внезапной разгрузке трубопроводов газа высокого давления. При этом ударные волны распространяются в область более низкого давления со скоростью выше скорости звука. Когда они преломляются или отражаются изгибами труб, ограничителями, соединительными фланцами, закрытыми клапанами и т. д., могут возникать очень высокие температуры.

Примечание — Оборудование, системы защиты и компоненты, содержащие высокооксидантные газы, например, чистый кислород или газовые среды с высокой концентрацией кислорода, могут стать активным источником воспламенения при воздействии адиабатического сжатия, ударных волн или даже чистого потока, поскольку смазочные материалы, прокладки и даже материалы конструкции могут воспламеняться. Если это приведет к разрушению оборудования, защитных систем и компонентов, то их части вызовут воспламенение окружающей взрывоопасной среды.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия адиабатического сжатия и ударных волн — см. 6.4.13.

5.3.14 Экзотермические реакции

Экзотермические реакции могут действовать как источник воспламенения, когда интенсивность выделения теплоты превышает интенсивность теплоотдачи в окружающую среду. Многие химические реакции являются экзотермическими. Достижение высокой температуры зависит, среди других факторов, от отношения объема к поверхности участвующей в реакции системы, температуры окружающей среды и продолжительности реакции. Эти высокие температуры могут привести к воспламенению взрывоопасных сред и также инициировать процессы тления и/или горения.

Такими реакциями являются взаимодействие самовоспламеняющихся веществ с воздухом, щелочных металлов с водой, самовоспламенение горючей пыли[1)], саморазогревание кормов/пищевых продуктов, вызванное биологическими процессами, разложение органических перекисей или реакции полимеризации.

Катализаторы также могут вызывать реакции с выделением энергии (например, среды водород/воздух и платина).

Примечание — Некоторые химические реакции (например пиролиз и биологические процессы) могут также привести к выделению горючих веществ, которые, в свою очередь, могут образовать взрывоопасную среду с окружающей воздушной средой.

Интенсивные реакции, приводящие к воспламенению, могут произойти в некоторых сочетаниях конструкционных материалов с химическими продуктами (например, медь с ацетиленом, тяжелые металлы с перекисью водорода).

Некоторые сочетания веществ, особенно мелкодисперсные (например алюминий/ржавчина или сахар/хлорат), активно взаимодействуют при ударном воздействии или трении (см. 5.3.4).

Примечание 2 — Опасности воспламенения могут также возникать вследствие химических реакций из-за тепловой неустойчивости, высокого тепловыделения при реакции и/или быстрого газовыделения. Такие опасности в настоящем стандарте не рассматриваются.

Технические предупредительные и защитные меры в отношении опасностей воспламенения от воздействия экзотермических реакций — см. 6.4.14.

5.4 Оценка возможных поражающих факторов взрыва

При взрыве следует рассматривать следующие возможные поражающие факторы, например:

a) пламя;

b) тепловое излучение;

c) ударную волну;

d) разлетающиеся осколки;

e) опасные выбросы веществ.

Проявления вышеуказанных факторов связаны:

f) с химическими и физическими свойствами горючих веществ;

g) количеством и объемом пространства взрывоопасной среды;

h) геометрией непосредственного окружающего пространства;

i) прочностью оболочки (корпуса) и несущих конструкций;

j) применением защитных средств персоналом, находящимся под угрозой;

k) физико-механическими свойствами оборудования, находящегося в опасных условиях.

Таким образом, расчет ожидаемого физического ущерба людям, домашним животным или материального ущерба от присутствующего количества и объема пространства взрывоопасной среды может быть осуществлен лишь на основе каждого конкретного случая.

[1)] Для определения характеристик самопроизвольного воспламенения скоплений пыли см. *[3]*.

6 Предотвращение и снижение риска

6.1 Основные принципы

Одновременное наличие взрывоопасной среды и активных источников воспламенения, а также предполагаемые поражающие факторы взрыва, как описано в разделе 5, ведут к основным принципам предотвращения взрыва и взрывозащиты:

a) предотвращение взрыва:

1) предотвращение появления взрывоопасных сред. В значительной степени эта цель может быть достигнута за счет изменения концентрации горючего вещества до значения, выходящего за пределы диапазона воспламенения, или концентрации кислорода до значения ниже предельной концентрации кислорода ПКК (LOC);

2) предотвращение появления активных источников воспламенения;

b) защита: снижение поражающих факторов взрыва до приемлемого уровня средствами конструкционной защиты. В отличие от двух вышеуказанных мер по предотвращению взрыва здесь принимается предположение о допустимости взрыва.

Снижение риска может быть достигнуто путем применения одного из приведенных выше принципов предотвращения взрыва или взрывозащиты от поражающих факторов взрыва. Может также применяться сочетание этих принципов.

Предотвращение появления взрывоопасной среды всегда должно быть приоритетной мерой по предотвращению взрыва.

Чем больше вероятность появления взрывоопасной среды, тем больше должен быть объем мер по предотвращению взрыва, направленных против появления активных источников воспламенения, и наоборот.

Для обеспечения возможности выбора необходимых мер по предотвращению взрыва и защиты должна быть разработана концепция взрывобезопасности применительно к каждому конкретному случаю.

При планировании мер по предотвращению взрыва и защите следует учитывать нормальный режим эксплуатации, который включает пуск и останов. Также должны быть учтены возможные технические неисправности, равно как и эксплуатация с прогнозируемыми нарушениями нормальных режимов работы согласно *ГОСТ ИСО/ТО 12100-1*. Применение мер по предотвращению взрыва и защите требует всесторонних знаний фактов и достаточного опыта. Следовательно, целесообразно получить консультации специалистов.

6.2 Предотвращение образования или уменьшение количества взрывоопасных сред

6.2.1 Общие положения

Основными мерами по предотвращению взрыва являются замена горючих веществ нейтральными веществами или ограничение концентраций горючих веществ.

6.2.2 Основные меры по предотвращению взрыва

6.2.2.1 Замещение или уменьшение количества горючих веществ, способных образовывать взрывоопасные среды

Где возможно, горючие вещества должны быть замещены негорючими веществами или веществами, не способными к образованию взрывоопасных сред, например замена мелкодисперсной пыли гранулированным веществом.

Количество горючего вещества должно быть снижено до минимума.

6.2.2.2 Ограничение концентрации

При невозможности исключения применения горючих веществ, способных образовать взрывоопасные среды, образование опасного количества взрывоопасной среды внутри оборудования, систем защиты и компонентов может быть предотвращено или ограничено за счет защитных мер по контролю количества и/или концентрации горючих веществ.

Такие защитные меры следует принимать, если значения концентраций, свойственные данному процессу, не находятся в достаточной степени далеко от диапазона воспламенения.

Средства контроля, такие как например детекторы газа или потока, должны быть совмещены с системами аварийной сигнализации, другими системами защиты или автоматическими аварийными системами.

При реализации таких мер контроля концентрация горючих веществ должна быть значительно ниже нижнего концентрационного предела или выше верхнего концентрационного предела диапазона воспламенения. Необходимо учесть, что во время пуска и останова технологических процессов значения концентрационных пределов могут входить в диапазон воспламенения.

Если концентрация горючих веществ в оборудовании, систем защиты и компонентах превысит верхний предел воспламенения, то риск взрыва внутри исключается; однако возможный выход горючего вещества наружу может привести к образованию взрывоопасной смеси и повышению риска взрыва за пределами оборудования, защитных систем и компонентов. Опасность взрыва может также возникнуть в оборудовании, системах защиты и компонентах из-за попадания в них воздуха.

В случае применения горючих жидкостей, для исключения образования взрывоопасного тумана, необходимым условием является поддержание его концентрации ниже нижнего концентрационного предела воспламенения, что может быть обеспечено ограничением температуры поверхности жидкости существенно ниже температуры вспышки.

Примечание — Требуемый допуск ниже температуры вспышки зависит от химической природы и состава горючей жидкости.

Использование значения температуры вспышки горючих жидкостей при растворенных в них горючих газах может привести к ошибочным результатам, а также может быть неоправданным, если жидкости хранятся при температурах, при которых могут произойти реакции распада или замедленного окисления (например, битум, тяжелое дизельное топливо для отопления).

Примечания

1 Надлежащий выбор условий эксплуатации зачастую позволяет поддерживать достаточно высокую концентрацию паров во всем объеме оборудования, защитных систем и компонентов выше верхнего предела воспламенения. Однако, в некоторых случаях, например, во время хранения в резервуарах и когда происходит конденсация, в верхних отделах резервуара концентрация уменьшается до такой степени, что образовавшаяся там среда может стать взрывоопасной. Только после весьма длительных периодов хранения в практически не дышащих резервуарах и при температуре поверхности намного выше верхней температуры самовоспламенения присутствующая в резервуаре среда будет иметь концентрацию выше верхнего предела воспламенения по всему объему резервуара.

2 Некоторые галогенизированные углеводородные жидкости могут формировать взрывоопасные среды даже тогда, когда температура вспышки для такой жидкости не может быть определена.

При наличии горючей пыли трудно избежать образования взрывоопасных сред ограничением концентрации, так как смеси воздуха и пыли обычно неоднородны.

Расчет концентрации пыли от общего количества пыли и общего объема оборудования, систем защиты и компонентов обычно приводит к ошибочным результатам, т.к. могут присутствовать локальные концентрации пыли, которые весьма отличаются от общих расчетных данных.

6.2.2.3 Инертирование

Добавление инертирующих газов (например азота, двуокиси углерода, редких инертных газов), водяного пара или инертных порошкообразных веществ (например карбоната кальция), совместимых с конкретным горючим веществом, может предотвратить образование взрывоопасных сред (инертирование).

Если для инертирования используется водяной пар, необходимо учитывать влияние конденсации.

Инертирование с использованием инертирующих газов основано на сокращении содержания кислорода с тем, чтобы среда более не являлась взрывоопасной. Наибольшая допустимая концентрация кислорода устанавливается вводом коэффициента безопасности по ограничению предельной концентрации кислорода.

Для смесей разных горючих веществ, включая комбинированные смеси, максимальная допустимая концентрация кислорода определяется по веществу, для которого ее значение минимальное, если не оговорено иное.

Взрывоопасные смеси пыль/воздух также могут быть нейтрализованы добавлением совместимой инертирующей пыли.

Примечание — В целом, это достигается при присутствии более 50 % инертной пыли по массовому содержанию, но в некоторых случаях может потребоваться ее содержание выше 80 %.

6.2.3 Разработка и изготовление оборудования, защитных систем и компонентов

6.2.3.1 Общие положения

На этапе разработки оборудования, систем защиты и компонентов должны быть предприняты технические предупредительные меры для обеспечения постоянного удержания горючих веществ в системах замкнутого типа.

По возможности, оборудование следует изготавливать из негорючих или несгораемых материалов.

Как правило, непрерывные технологические процессы предпочтительнее циклических. Рабочие процессы в смежных объектах должны протекать таким образом, чтобы не могло возникнуть опасного взаим-

ного влияния. Это может быть достигнуто, например, путем пространственного разделения или отгораживания объектов и конструкций друг от друга. Подача горючего вещества порциями, а также содержание его в небольших (ограниченных) количествах в местах хранения повышает взрывобезопасность. Наружное размещение установок в большинстве случаев предпочтительней размещения их внутри зданий из-за естественной вентиляции.

6.2.3.2 Минимизация утечек горючих веществ

Чтобы свести к минимуму риск взрыва за пределами оборудования, защитных систем защиты и компонентов в результате утечки горючих веществ, такое оборудование, системы защиты и компоненты следует разрабатывать, изготавливать и эксплуатировать таким образом, чтобы не было утечек. Тем не менее, опыт показывает, что в некоторых случаях сохраняется вероятность незначительных утечек, например в местах сальников насоса и местах отбора проб. Это должно учитываться при разработке оборудования, систем защиты и компонентов. Должны быть проведены мероприятия по ограничению интенсивности утечек и по предотвращению рассеивания горючих веществ. При необходимости следует установить датчики утечек.

Особое внимание необходимо уделять следующему:

a) выбору конструкционных материалов, включая материалы прокладок, соединений, набивок уплотнителей и теплоизоляции стойких к возможной коррозии, износу и опасному взаимодействию с обрабатываемыми веществами;

b) безопасному функционированию фитингов. Количество и размеры разъемных соединений должны быть предельно минимизированы;

c) повреждаемости труб. Это может быть достигнуто, например, путем соответствующей защиты от ударного воздействия либо правильным их расположением. Применение гибких труб должно быть сведено к минимуму;

d) дренажу и местной вентиляции для контроля незначительных утечек;

e) разъемным соединениям, которые должны быть в полной комплектации;

f) процессам заполнения и опорожнения. Следует учитывать применение системы улавливания паров, а количество и размеры отверстий должны быть минимальными.

6.2.3.3 Разбавление горючих веществ с помощью вентиляции

Вентиляция имеет решающее значение в снижении взрывоопасности при выбросах горючих газов и паров. Ее можно применять в пределах и за пределами оборудования, защитных систем и компонентов.

Применительно к пыли вентиляция, как правило, обеспечивает достаточную защиту от поражающих факторов взрыва только при условии удаления пыли с места ее образования (местное удаление) и предотвращения отложений горючей пыли.

Выброс пыли следует ожидать в оборудовании, системах защиты и компонентах, которые могут быть открытыми при нормальном режиме эксплуатации (например на перевалочных пунктах или в технологических отверстиях для осмотра и чистки) или неисправностях. Предотвращение взрыва и защита достигаются созданием давления в содержащем пыль оборудовании, защитных системах и компонентах на уровне немного ниже окружающего давления (всасывание) либо тщательным сбором пыли в ее источнике или месте выброса (локальное извлечение).

6.2.3.4 Предотвращение накопления пыли

Чтобы предотвратить образование взрывоопасной среды вследствие рассеивания в воздухе отложений пыли, оборудование, системы защиты и компоненты должны быть разработаны таким образом, чтобы, по мере возможности, обеспечить предотвращение отложений горючей пыли.

В дополнение к техническим предупредительным и защитным мерам, указанным в 6.2.3.1—6.2.3.4, особо следует учитывать следующее:

a) разработка систем перемещения и удаления пыли должна быть основана на принципах динамики потока, в особенности, что касается таких характеристик, как длина участка трубопровода, скорость потока, шероховатость поверхности;

b) площадь поверхностей (например, конструкционных элементов, тавровых балок, кабельных каналов) и так называемые «мертвые зоны» в оборудовании, системах защиты и компонентах, где присутствует пыль, должны быть сведены к минимуму. Это может быть частично достигнуто за счет выбора элементов конструкции с минимальной площадью поверхности, где возможно отложение пыли, за счет покрытий с минимальной адгезией пыли или наклона тех поверхностей, где отложение пыли неизбежно. Наличие глад-

ких поверхностей уменьшает адгезию пыли, облегчает ее удаление, а использование контрастных цветов поверхностей делает пылевые отложения более заметными;

c) должны быть обеспечены необходимые условия для проведения чистки (например гладкие поверхности, хороший доступ для чистки, установка центральных систем вакуумной чистки, источники питания для передвижных пылесосов). В инструкции по эксплуатации должно быть указано, что пыль следует удалять с горячих поверхностей, таких, например, как трубы, радиаторы, электрическое оборудование;

d) соответствующий выбор устройств опорожнения для сушилок, дробилок, бункеров и устройств сбора пыли.

6.3 Классификация взрывоопасных зон

Для определения объема технических предупредительных и защитных мер, необходимых для предотвращения появления активных источников воспламенения, взрывоопасные области подразделяются на зоны по признаку частоты и продолжительности появления опасной взрывоопасной среды. Подробнее описание приведено в приложениях B, C и D.

Примечание — В дальнейшем, при использовании терминов «газ» или «газ/пар», имеются в виду и среды с присутствием тумана, *а при использовании термина «пыль», имеются в виду и среды с присутствием волокон или летучих частиц в воздухе.*

Область, в которой не ожидается появление взрывоопасной среды в таких количествах, которые могут потребовать особых технических предупредительных и защитных мер, должна быть оценена в рамках настоящего стандарта как неопасная.

Принимая во внимание отложения пыли и возможное образование взрывоопасной среды вследствие рассеивания слоев пыли, определены различные классы зон для газов/паров и пыли.

6.4 Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам по предотвращению активных источников воспламенения, предъявляемые при их разработке и изготовлении

6.4.1 Общие положения

При применении оборудования, систем защиты и компонентов во взрывоопасных зонах следует проводить проверки в целях выявления потенциальной опасности воспламенения с учетом процессов, описанных в 5.3. При наличии вероятности опасностей воспламенения должны быть предприняты технические предупредительные и защитные меры по удалению источников воспламенения.

Если это невозможно, должны быть реализованы технические предупредительные и защитные меры, описанные в 6.4.1—6.4.14, с учетом нижеизложенного.

Технические предупредительные и защитные меры должны нейтрализовать активные источники воспламенения либо снизить вероятность их возникновения. Этого можно добиться путем соответствующей разработки и изготовления оборудования, систем защиты и компонентов, оперативных мероприятий, а также применения соответствующих информационно-измерительных систем (см. 6.7).

Объем технических предупредительных и защитных мер зависит от вероятности появления взрывоопасной среды и последствий возможного взрыва. Это реализуется путем классификации оборудования по *уровням взрывозащиты.* Эти *уровни взрывозащиты* отражают требования различных зон.

Взаимосвязь *уровней взрывозащиты* оборудования и класса зон приведена в приложении C.

В зависимости от типа взрывоопасной среды (газ/пар/туман или пыль в качестве горючего вещества) и *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие общие требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам для применения во взрывоопасных средах газ/воздух, пар/воздух и туман/воздух:

Уровень взрывозащиты Gc. Должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать постоянно или часто при нормальном режиме эксплуатации оборудования, систем защиты и компонентов.

Уровень взрывозащиты Gb. В дополнение к *уровню взрывозащиты Gc* должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать в редких случаях вследствие неисправностей оборудования, систем защиты и компонентов.

Уровень взрывозащиты Ga. В дополнение к *уровню взрывозащиты Gb* должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать в очень редких случаях вследствие редких неисправностей оборудования, систем защиты и компонентов.

Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам для применения во взрывоопасных средах пыль/воздух:

Уровень взрывозащиты Dc. Должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать постоянно или часто при нормальном режиме эксплуатации, систем защиты и компонентов. Это касается как воспламенения облака пыли, так и слоя пыли. Здесь также учитывается ограничение температуры поверхности для предотвращения воспламенения отложений пыли в течение длительных периодов подверженности воздействию теплоты.

Уровень взрывозащиты Db. В дополнение к *уровню взрывозащиты Dc* должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать в редких случаях вследствие неисправностей оборудования, систем защиты и компонентов. Это касается как воспламенения облака пыли, так и отложения пыли.

Уровень взрывозащиты Da. В дополнение к *уровню взрывозащиты Db* должны быть предотвращены источники воспламенения, которые могут возникать в очень редких случаях вследствие редких неисправностей оборудования, систем защиты и компонентов. Это касается как воспламенения облака пыли, так и отложения пыли.

Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам всех *уровней взрывозащиты* следует разрабатывать с учетом различных характеристик горючих веществ.

Если взрывоопасная среда содержит несколько горючих газов, паров, туманов или пыли, технические предупредительные и защитные меры должны, как правило, быть основаны на результатах проведения специальных исследований.

Предотвращение появления активных источников воспламенения в качестве единственной технической предупредительной и защитной меры применяется тогда, когда все типы источников воспламенения идентифицированы и эффективно контролируются (см. 6.4.2—6.4.14).

Специальные требования по предотвращению появления источников воспламенения описаны в 6.4.2—6.4.14.

6.4.2 Нагретые поверхности

Идентификация опасностей воспламенения от нагретых поверхностей — см. 5.3.2.

Если были идентифицированы опасности воспламенения от нагретых поверхностей, в зависимости от типа взрывоопасной среды (газ/пары/туман или пыль в качестве горючих веществ в смеси с воздухом) и *уровня взрывозащиты* оборудования, должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам, предназначенным для применения во взрывоопасных средах газ/воздух, пар/воздух и туман/воздух:

Уровень взрывозащиты Ga. Температура всех поверхностей оборудования, систем защиты и компонентов, которые могут прийти в соприкосновение с взрывоопасными средами, даже в случае редких неисправностей не должны превышать 80 % минимальной температуры воспламенения горючего вещества, в градусах Цельсия.

Уровень взрывозащиты Gb. Температура всех поверхностей оборудования, систем защиты и компонентов, которые могут прийти в соприкосновение с взрывоопасными средами, не должна превышать минимальную температуру воспламенения горючего вещества, в градусах Цельсия, при нормальном режиме эксплуатации и в случае неисправностей. Однако, там, где не исключается, что газовоздушная или паровоздушная взрывоопасные среды могут быть нагреты до температуры поверхности, она не должна превышать 80 % минимальной температуры воспламенения смеси, в градусах Цельсия. Эта величина может быть превышена только в случае редких неисправностей, но не должна превышать минимальную температуру воспламенения горючего вещества.

Уровень взрывозащиты Gc. Температура поверхностей всего оборудования, систем защиты и компонентов, которые могут прийти в соприкосновение с взрывоопасными средами, не должна превышать минимальную температуру воспламенения этой среды при нормальном режиме эксплуатации.

Для оборудования, систем защиты и компонентов в особых случаях вышеупомянутые температурные пределы могут быть превышены, если имеются достоверные данные, что воспламенение весьма маловероятно.

Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам, предназначенным для применения во взрывоопасных средах пыль/воздух:

Уровень взрывозащиты Da. Температура всех поверхностей, которые могут прийти в соприкосновение с облаками пыли, не должна превышать 2/3 минимальной температуры воспламенения, в градусах Цельсия, рассматриваемых облаков пыли даже в случае редких неисправностей. Температура поверхностей, на которых может образоваться отложение пыли, должна быть ниже[1)] минимальной температуры воспламенения самого толстого слоя, который может быть образован из этой пыли, на величину предела безопасности. Это условие следует обеспечивать даже в случае редких неисправностей. Если толщина слоя неизвестна, то за основу должен быть принят наиболее толстый слой, ожидаемый по предварительным оценкам.

Уровень взрывозащиты Db. Температура всех поверхностей, которые могут прийти в соприкосновение с облаками пыли, не должна превышать 2/3 минимальной температуры воспламенения, в градусах Цельсия, рассматриваемых облаков пыли даже в случае неисправностей. Температура поверхностей, на которые может отложиться пыль, должна быть ниже минимальной температуры воспламенения слоя этой пыли на величину предела безопасности. Это условие следует обеспечивать даже в случае неисправностей.

Уровень взрывозащиты Dc. Температура всех поверхностей, которые могут прийти в соприкосновение с облаками пыли, не должна превышать 2/3 минимальной температуры воспламенения, в градусах Цельсия, облака пыли при нормальном режиме эксплуатации. Температура поверхностей, на которые может отложиться пыль, должна быть ниже минимальной температуры воспламенения слоя этой пыли на величину предела безопасности.

Все *уровни взрывозащиты*. В особых случаях вышеупомянутые температурные пределы могут быть превышены, если существуют достоверные данные о том, что воспламенение весьма маловероятно.

6.4.3 Пламя и горячие газы

Идентификация опасностей воспламенения от пламени и горячих газов — см. 5.3.3.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных пламенем и/или горячими газами, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, систем защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Открытое пламя не допускается, за исключением описанных ниже случаев.

Уровни взрывозащиты Ga, Da. В дополнение к недопустимости открытого пламени, образованные при этом газы (например, отработанные газы для целей инертирования) или другие нагретые газы допускаются лишь при условии принятия специальных технических предупредительных и защитных мер, например ограничения температуры или устранения воспламеняющих твердых частиц.

Уровни взрывозащиты Ga, Da, Gb, Db, Gc, Dc. Устройства с образованием пламени допустимы только в том случае, если пламя безопасно ограждено, и температуры внешних поверхностей частей, установленные в 6.4.2, не превышены. Кроме того, для оборудования, систем защиты и компонентов с огражденным пламенем (например, специальных нагревательных систем) должно гарантироваться, что оболочка (корпус) является достаточно стойкой к воздействию пламени, и распространение пламени во взрывоопасную зону не может произойти.

Воздух, необходимый для горения, допускается отбирать из зон классов 1, 2, 21 и 22, только если существующие опасности воспламенения предотвращены путем применения соответствующих защитных мер (см. 6.5.5). Присутствие горячих газов допустимо только при условии, что минимальная температура воспламенения взрывоопасной среды не может быть достигнута. Также должно гарантироваться, что осажденная пыль не будет воспламенена. Кроме того, должны быть приняты технические предупредительные и

[1)] Часто используется предел безопасности 75 К между минимальной температурой воспламенения слоя пыли и температурой поверхности оборудования. Это значение относится к случаям, где рассматриваемая толщина слоя пыли равна или менее 5 мм, в ней учитываются колебания измеренной минимальной температуры воспламенения для слоя толщиной 5 мм, а также изолирующая способность слоя пыли в 5 мм, которая может привести к более высоким температурам поверхности, если они не ограничены.

Необходимы более высокие пределы безопасности, если толщина слоя более 5 мм, так как температура воспламенения слоев пыли уменьшается по мере увеличения толщины слоя, а изолирующая способность слоя пыли приводит к более высокой температуре поверхности оборудования. Требуются также другие значения предела безопасности в случаях, где температура воздуха в рабочей области выше, чем температура воздуха окружающей среды.

защитные меры (например использование искроуловителей) для того, чтобы обеспечивать отсутствие горячих твердых частиц в отработанных газах. Эти сведения должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

6.4.4 Искры, образованные механическим путем

Идентификация опасностей воспламенения от искр, образованных механическим путем, — см. 5.3.4.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных искрами, образованными механическим путем, в зависимости от типа взрывоопасной среды (газ/пары/туман или пыль в качестве горючего вещества) и *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам:

Уровни взрывозащиты Ga, Da. Не допускается к применению оборудование, систем защиты и компоненты, которые даже в случае редких неисправностей могут образовывать воспламеняющие искры, возникающие в результате трения, ударов или абразивного истирания.

В частности, необходимо избегать трения между алюминием или магнием (исключая сплавы с содержанием алюминия менее 10 %, или лакокрасочные покрытия с массовой долей алюминия менее 25 %) и черными сплавами (кроме нержавеющей стали, когда присутствие частиц ржавчины может быть исключено). Трение и соударения титана или циркония с любым твердым материалом следует, по возможности, исключать.

Уровни взрывозащиты Gb, Db. Должны быть выполнены, по возможности, требования для *уровней взрывозащиты Ga и Da.* Искрение должно быть исключено при нормальном режиме эксплуатации и в случае неисправностей.

Уровни взрывозащиты Gc, Dc. Достаточно внедрения защитных мер, направленных против воспламеняющих искр, возникающих вследствие трения, соударения или абразивного истирания при нормальном режиме эксплуатации.

Все *уровни взрывозащиты.* Оборудование, образующее механическим путем искры и предназначенное для применения в средах газ/воздух, пар/воздух и туман/воздух, не допускается к применению при присутствии возможной взрывоопасной среды, содержащей один или более из следующих газов: ацетилен, сероуглерод, водород, сероводород, окись этилена, если не имеются достоверные данные об отсутствии риска взрыва.

Примечания

1 В отдельных случаях возможно применение легких металлов с защитными покрытиями, предохраняющими их от механического соприкосновения с ржавчиной. Если эти покрытия из электроизоляционных материалов, например пластиков, может возникнуть необходимость принятия защитных мер от статического электричества. Защитное покрытие не должно иметь высокого содержания алюминия.

2 Вероятность возникновения искр, образованных механическим путем, способных вызвать воспламенение, может быть снижена, например орошением. Необходимо учитывать возможные реакции с орошающей средой (например, образование водорода в случае взаимодействия воды и легких металлов).

3 Анализ результатов исследований и производственных испытаний доказывает, что при низкой скорости перемещения трущихся поверхностей (скорость ≤ 1 м/с) не существует опасностей воспламенения пылевоздушных смесей от искр, образованных механическим путем.

Требования, предъявляемые к инструменту для применения во взрывоопасных средах, приведены в приложении А.

6.4.5 Электрическое оборудование

Идентификация опасностей воспламенения от электрического оборудования — см. 5.3.5.

Все *уровни взрывозащиты.* Электрическое оборудование следует разрабатывать, изготавливать, устанавливать и хранить по требованиям соответствующих стандартов.

6.4.6 Блуждающие электрические токи и катодная защита от коррозии

Идентификация опасностей воспламенения, возникающих от блуждающих токов и катодной защиты от коррозии, — см. 5.3.6.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных блуждающими токами и/или катодной защиты от коррозии, в зависимости от типа взрывоопасной среды (газ/пары/туман или пыль в качестве горючего вещества) и *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Должны быть обеспечены специальные защитные меры от токов катодной защиты.

Уровни взрывозащиты Da, Db, предназначенные для применения во взрывоопасных средах пыль/воздух.

Должна быть обеспечена компенсация потенциалов для всех проводящих частей установки. Допустимы отклонения от этого требования в пределах частей оборудования, огражденных электропроводящими стенками, которые включены в систему компенсации потенциалов. Если электропроводящие части системы находятся в зонах классов 20 и 21, например вентиляционные и всасывающие трубы резервуаров, то они должны быть включены в систему компенсации потенциалов. Эти требования должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

Уровень взрывозащиты Db. Должны быть обеспечены защитные меры, идентичные защитным мерам для *уровня взрывозащиты Da.* Однако для проводящих частей системы, которые не прилегают непосредственно к электрическим установкам, допустимо не применять специальные меры компенсации потенциалов, например дополнительные перемычки, когда такая система компенсации уже образована соединенными между собой системами, обладающими электропроводностью, например трубопроводными сетями или протяженными системами заземления.

Прежде чем соединения проводящих частей системы будут замкнуты или разомкнуты, например в процессе демонтажа фитингов и частей труб, необходимо убедиться, что перемычки, включенные в соединительные линии, имеют необходимое поперечное сечение, если существует вероятность нарушения требований соответствия электрических соединений. Эти требования должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

Уровень взрывозащиты Dc. В целом, допускается не применять требования для *уровней взрывозащиты Da, Db,* то есть требования по компенсации потенциалов, если дуги или искры вследствие блуждающих токов возникают нечасто.

6.4.7 Статическое электричество

Идентификация опасностей воспламенения от статического электричества — см. 5.3.7.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных статическим электричеством, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам:

Все *уровни взрывозащиты.* Наиболее важной защитной мерой является соединение между собой всех электропроводящих частей, которые могли бы стать опасно заряженными, и их заземление. При наличии электроизоляционных материалов такая защитная мера является недостаточной. В этом случае необходимо избегать накопления опасных зарядов на электроизоляционных частях и материалах, включая твердые тела, жидкости и пыль. Эти сведения должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

Уровни взрывозащиты Ga, Da. Воспламеняющие разряды должны быть исключены, а редкие неисправности — учтены.

Уровни взрывозащиты Gb, Db. Воспламеняющие разряды не должны происходить при эксплуатации установок при их применении по назначению, включая их техническое обслуживание и чистку, или при обычно ожидаемых неисправностях.

Уровни взрывозащиты Gc, Dc. Как правило, дополнительные защитные меры по недопущению накопления опасных зарядов, кроме заземления, необходимы только тогда, когда воспламеняющие разряды происходят часто (например, в случае недостаточной электропроводности приводных ремней).

6.4.8 Удары молнии

Идентификация опасностей воспламенения от ударов молнии — см. 5.3.8.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных ударами молнии, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Установки должны быть защищены соответствующими средствами молниевой защиты.

Удары молний, происходящие вне зон классов 0 и 20 и способные привести к поражению этих зон, следует предотвращать, например установлением в соответствующих местах систем защиты от перенапряжения. Установленное в подземных резервуарах оборудование и проводящие ток компоненты, которые электрически изолированы от резервуара, должны быть защищены кольцевой системой заземления. Эти требования должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

Защитные средства от ударов молнии не должны мешать работе катодных средств защиты от коррозии согласно 6.4.6.

6.4.9 Радиочастотные электромагнитные волны с диапазоном от 10^4 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц

Идентификация опасностей воспламенения от электромагнитных волн с диапазоном радиочастот от 10^4 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц — см. 5.3.9.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных радиочастотными электромагнитными волнами с частотой от 10^4 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены нижеследующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Общей защитной мерой от воспламеняющего воздействия электромагнитных волн является поддержание безопасного расстояния во всех направлениях между ближайшими излучающими частями и принимающей антенной (см. 5.3.9) в том месте, в котором может образоваться взрывоопасная среда.

Примечание — Для передающих систем с неравномерной диаграммой направленности излучения следует учитывать, что безопасное расстояние зависит от направленности излучения. Необходимо также учесть, что источник радиочастотного излучения, в зависимости от его выходной мощности, коэффициента усиления антенны и рабочей частоты может располагаться на расстоянии даже в несколько километров. В случае сомнений безопасное расстояние должно быть уточнено с помощью необходимых измерений.

Если соответствующее безопасное расстояние поддерживать невозможно, должны быть приняты специальные технические предупредительные и защитные меры, например экранирование.

Примечание — Разрешения на эксплуатацию при определенных уровнях электромагнитных помех, выданные или изданные, например, государственными органами регулирования в сфере телекоммуникаций, соответствующая маркировка защиты электромагнитных помех или информация о степени радиопомех, не являются основанием для каких-либо выводов относительно того, способно ли устройство или его поля излучения создавать опасности воспламенения.

Радиочастотные системы должны соответствовать требованиям, установленным в 6.4.5.

6.4.10 Электромагнитные волны с диапазоном частот от $3 \cdot 10^{11}$ до $3 \cdot 10^{15}$ Гц

Идентификация опасностей воспламенения от электромагнитных волн с диапазоном частот от $3 \cdot 10^{11}$ до $3 \cdot 10^{15}$ Гц — см. 5.3.10.

Следует учесть, что оборудование, системы защиты и компоненты, генерирующие излучение (например, лампы, электрические дуги, лазеры), могут сами также являться источниками воспламенения, как установлено в 6.4.2 и 6.4.5.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных электромагнитными волнами с частотой от $3 \cdot 10^{11}$ до $3 \cdot 10^{15}$ Гц, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования, должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Не допускаются применение устройств, которые могут вызывать воспламенение в результате резонансного поглощения электромагнитного излучения (см. 5.3.10).

Уровни взрывозащиты Gc, Dc. Электрическое оборудование (см. 6.4.5), генерирующее излучение, допускается к применению в соответствующих зонах при условии, что:

a) энергия излучаемого импульса или мощность непрерывного излучения ограничена до такого низкого значения, что она не способна воспламенить взрывоопасную среду, или

b) излучение безопасно экранировано оболочкой, обеспечивая тем самым требование, при котором:

1) возможное излучение из оболочки во взрывоопасную среду, которое могло бы вызвать воспламенение этой среды, предотвращено, а нагрева поверхностей, которые могли бы воспламенить взрывоопасную среду вне оболочки, вследствие данного излучения не происходит;

2) взрывоопасная среда не может проникнуть в оболочку, или взрыв внутри этой оболочки не может распространиться во взрывоопасную среду.

Эти требования должны быть обеспечены при нормальном режиме эксплуатации.

Уровни взрывозащиты Gb, Db. Вышеуказанные требования должны быть обеспечены также и в случае редких неисправностей.

Уровни взрывозащиты Ga, Da. Вышеуказанные требования должны быть обеспечены даже в случае очень редких неисправностей.

Примечание — Информация о некоторых областях применения оборудования, например с оптическим излучением, полностью поглощаемым поглотителем, и используемого в смесях газа и/или пара с воздухом, приводится в *ГОСТ 31610.28.*

6.4.11 Ионизирующее излучение

Идентификация опасностей воспламенения от ионизирующего излучения — см. 5.3.11.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных ионизирующим излучением, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Все *уровни взрывозащиты.* Следует выполнять требования, установленные в 6.4.5, для электрических систем, необходимых для функционирования источников излучения.

Защитные меры для лазеров — см. 6.4.10.

Уровни взрывозащиты Gc, Dc. Допускается применение электрического оборудования, которое генерирует ионизирующее излучение при условии, что:

a) энергия излучаемого импульса или мощность непрерывного излучения ограничена до такого низкого значения, что она не способна воспламенить взрывоопасную среду,

или

b) излучение безопасно экранировано оболочкой, обеспечивая тем самым условие, при котором:

1) возможное излучение из оболочки во взрывоопасную среду, которое могло бы вызвать воспламенение этой среды, предотвращено, а нагрева поверхностей, которые могли бы воспламенить взрывоопасную среду вне оболочки, вследствие данного излучения не происходит;

2) взрывоопасная среда не может проникнуть в оболочку, или взрыв внутри этой оболочки не может распространиться во взрывоопасную среду.

Эти требования должны быть обеспечены при нормальном режиме эксплуатации.

Уровни взрывозащиты Gb, Db. Вышеуказанные условия должны быть обеспечены также и в случае редких неисправностей.

Уровни взрывозащиты Ga, Da. Вышеуказанные условия должны быть обеспечены даже в случае очень редких неисправностей.

6.4.12 Ультразвуковые волны

Идентификация опасностей воспламенения от ультразвуковых волн — см. 5.3.12.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных ультразвуковыми волнами, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам:

Все *уровни взрывозащиты.* Не допускаются ультразвуковые волны с частотой более 10 МГц, если для таких случаев не доказано отсутствие опасностей воспламенения из-за поглощения при молекулярном резонансе.

Данное ограничение распространяется только на виды опасностей воспламенения, вызванных акустической энергией. Для связанных электрических систем должны быть учтены требования 6.4.5.

Для ультразвуковых волн с частотой до 10 МГц должны быть выполнены следующие требования.

Все *уровни взрывозащиты.* Ультразвуковые волны допускаются лишь при условии обеспечения взрывобезопасности рабочих процедур. Плотность потока в генерируемом акустическом поле не должна превышать 1 мВт/мм^2, если не доказано, что воспламенение при этом невозможно.

Уровни взрывозащиты Gb, Db, Gc, Dc. При применении в рабочих процедурах обычных ультразвуковых устройств (например измерительных ультразвуковых приборов) специальные защитные меры против опасностей воспламенения непосредственно от ультразвуковых волн необходимы только в тех случаях, когда плотность потока в генерируемом акустическом поле превышает 1 мВт/мм^2, если не доказано, что воспламенение при этом невозможно.

6.4.13 Адиабатическое сжатие и ударные волны

Идентификация опасностей воспламенения, возникающих от адиабатического сжатия и ударных волн — см. 5.3.13.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных адиабатическим сжатием и/или ударными волнами, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам.

Уровни взрывозащиты Ga, Da. Должны быть исключены процессы, способные вызывать сжатие или ударные волны, энергия которых может вызвать воспламенение. Это требование должно быть обеспечено даже в случае редких неисправностей. Как правило, опасные сжатия и ударные волны могут быть исключены, например путем постепенного открывания заслонок и клапанов, установленных между секциями системы с высокими перепадами давления.

Уровни взрывозащиты Gb, Db. Процессы, которые могут вызвать адиабатическое сжатие или ударные волны, могут быть допустимы только в случае редких неисправностей.

Уровни взрывозащиты Gc, Dc. Ударные волны или адиабатическое сжатие, происходящие при нормальном режиме эксплуатации, которые способны вызвать воспламенение взрывоопасных сред, должны быть предотвращены.

Примечание — В целях предотвращения воспламенения основных конструкционных и вспомогательных материалов должны быть приняты особые технические предупредительные и защитные меры при применении оборудования, систем защиты и компонентов, содержащих газы с высокими окислительными свойствами.

6.4.14 Экзотермические реакции, включая самовоспламенение пыли

Идентификация опасностей воспламенения, возникающих от экзотермических реакций, — см. 5.3.14.

В случае выявления опасностей воспламенения, вызванных экзотермическими реакциями, в зависимости от *уровня взрывозащиты* оборудования должны быть выполнены следующие специальные требования к оборудованию, системам защиты и компонентам:

Все *уровни взрывозащиты.* Где возможно, должно быть исключено применение веществ, имеющих тенденцию к самовоспламенению.

При обращении с такими веществами в каждом отдельном случае должны быть приняты необходимые технические предупредительные и защитные меры. При этом соответствующими техническими предупредительными и защитными мерами могут быть:

a) инертирование;

b) стабилизация;

c) улучшение эффективности рассеивания тепла, например, путем деления горючих веществ на более мелкие порции;

d) ограничение температуры и давления;

e) хранение горючих жидкостей при пониженных температурах;

f) ограничение времени опасного воздействия.

Конструкционные материалы, которые могут вступать в опасное взаимодействие с горючими веществами при эксплуатации, следует, по возможности, исключать.

Защитные меры от опасностей воспламенения, возникающих вследствие ударного воздействия и трения при наличии ржавчины и легких металлов (например, алюминий, магний или их сплавы), — см. 6.4.4.

Предупреждение! При определенных условиях могут образоваться самовоспламеняющиеся вещества, например при хранении серосодержащих нефтепродуктов или механической обработке легких металлов в инертной среде.

6.5 Требования к оборудованию, системам защиты и компонентам по снижению риска

6.5.1 Общие положения

Если технические предупредительные и защитные меры, указанные в 6.2—6.4, не могут быть реализованы или не являются применимыми для конкретного случая, то оборудование, системы защиты и компоненты следует разрабатывать и изготавливать с учетом ограничения последствий взрыва до безопасного уровня путем выполнения нижеследующих мер:

a) конструкция, устойчивая к взрыву (см. 6.5.2);

b) сброс давления взрыва (см. 6.5.3);

c) подавление взрыва (см. 6.5.4);

d) предотвращение распространения пламени и взрыва (см. 6.5.5).

Эти технические предупредительные и защитные меры, в целом, направлены на снижение поражающих факторов взрыва внутри оборудования, систем защиты и компонентов.

Примечание — Могут потребоваться дополнительные требования к окружающей среде и помещениям для оборудования, систем защиты и компонентов, однако такие требования не являются предметом рассмотрения настоящего стандарта.

Предупреждение! В связанных между собой оборудовании, системах защиты, компонентах, трубопроводах или резервуарах возможны случаи, при которых взрыв будет распространяться через всю систему с ускорением фронта пламени. Встроенные элементы или препятствия, которые увеличивают турбулентность (например, разделительные перегородки), также способны ускорять движение фронта пламени. В зависимости от геометрии системы такое ускорение может привести к переходу от быстрого горения к детонации, что вызывает импульсы высокого давления.

6.5.2 Конструкция, устойчивая к взрыву

6.5.2.1 Общие положения

Конструкцию оборудования, систем защиты и компонентов следует разрабатывать так, чтобы она выдержала внутренний взрыв без разрушения.

В целом, различают следующие виды конструкций:

a) конструкция, выдерживающая максимальное давление взрыва[1)];

[1)] При соответствующих защитных мерах (например ограничении концентрации взрывоопасной среды) и гарантиях, что фактическое давление взрыва не достигнет максимального давления взрыва, оборудование допускается разрабатывать исходя из расчета более низкого фактического давления взрыва.

b) конструкция, рассчитанная на пониженное давление взрыва с применением средств сброса давления взрыва (см. 6.5.3) или подавления взрыва (см. 6.5.4).

Оборудование, системы защиты и компоненты могут быть либо устойчивыми к давлению взрыва, либо устойчивыми к давлению взрыва и ударным нагрузкам[1] (см. рисунок 1).

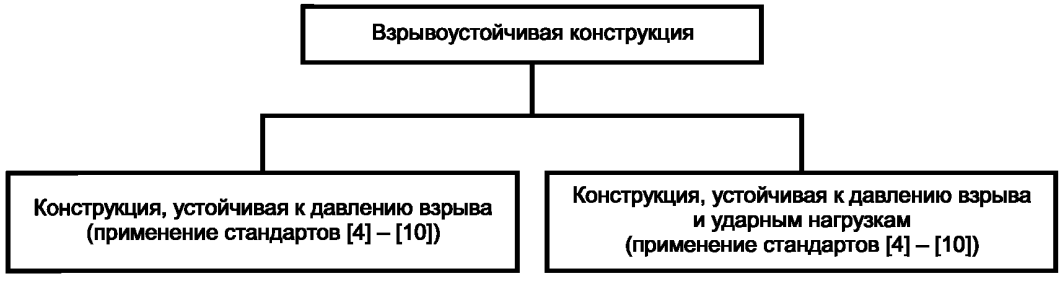

Рисунок 1 — Схема взрывоустойчивой конструкции

Если внутренняя часть оборудования, систем защиты и компонентов разделена на сегменты (например, резервуары, связанные трубопроводом), то при взрыве в одном из сегментов давление в других сегментах оборудования, систем защиты и компонентов будет увеличено. В результате взрыв в этих сегментах произойдет при увеличенном начальном давлении. При этом пиковые значения давления будут более высокими, чем ожидаемые значения при атмосферных условиях. В таких случаях должны быть приняты надлежащие технические предупредительные и защитные меры, например соответствующая взрывоустойчивая конструкция или автоматическое гашение в случае взрыва (см. 6.5.5).

6.5.2.2 Конструкция, устойчивая к давлению взрыва

Оборудование, системы защиты и компоненты, устойчивые к давлению взрыва, должны выдерживать ожидаемое давление взрыва без остаточной деформации. При изготовлении подобного оборудования, систем защиты и компонентов следует применять положения для разработки и расчета резервуаров высокого давления. Основой для расчета давления должно служить ожидаемое давление взрыва.

6.5.2.3 Конструкция, устойчивая к давлению взрыва и ударным нагрузкам

Оборудование, системы защиты и компоненты, устойчивые к давлению взрыва и ударным нагрузкам, следует изготавливать таким образом, чтобы они смогли выдерживать ожидаемое давление взрыва, но при этом могут иметь остаточные деформации.

При разработке и изготовлении оборудования, систем защиты и компонентов, устойчивых к давлению взрыва и ударным нагрузкам, следует применять соответствующие стандарты и своды правил.

Подвергнувшиеся воздействию взрыва части системы должны быть испытаны для того, чтобы оценить, насколько оборудование, системы защиты и компоненты взрывобезопасны. Эти сведения должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

6.5.3 Сброс давления взрыва

Сброс давления взрыва является одним из принципов защиты, при котором происходит выпуск сгоревшей и несгоревшей смесей и отработанных газов с целью понижения давления, образовавшегося вследствие взрыва. Это достигается за счет предусмотренных отверстий, суммарная площадь которых достаточна для снижения давления взрыва и предотвращения разрушения оборудования, систем защиты и компонентов[2].

В качестве устройств для сброса давления допускается применять, например, разрывающиеся мембраны, вентиляционные люки или предохранительные откидные перегородки. Для этих целей предохранительные клапаны не применимы.

Необходимая суммарная площадь отверстий для сброса давления зависит, главным образом:

a) от прочности корпуса оборудования;

b) от интенсивности взрыва (обычно характеризуемой максимальной скоростью нарастания давления и максимальным давлением взрыва);

c) от давления срабатывания устройств сброса давления;

---

[1] По взрывоустойчивому оборудованию см. *[11]*.

[2] Требования к устройствам отвода газов и определению размеров систем отвода давления от взрыва пыли указаны в *[12]*, *[13]* и *[14]*.

d) от типа и массы устройств сброса давления;

e) от объема и геометрии корпуса;

f) от размеров разгрузочных каналов (при наличии);

g) от начальной или индуцированной турбулентности газовой среды в корпусе оборудования.

По возможности, сброс давления должен производиться по короткому, прямому каналу. Сила противодействия, возникающая в результате сброса давления, также должна быть учтена.

Системы сброса давления должны устанавливаться так, чтобы исключить возможность причинения вреда персоналу в процессе сброса давления, поэтому давление должно сбрасываться в безопасную зону. Сброс давления взрыва в рабочие помещения допускается только в том случае, если имеются достоверные доказательства того, что персонал не может быть подвергнут опасности (например от пламени, разлетающихся осколков или ударных волн). Воздействие сброса давления на окружающую среду также следует учитывать.

6.5.4 Подавление взрыва

Системы подавления взрыва предотвращают достижение максимального давления взрыва путем быстрого ввода гасящих агентов в оборудование, системы защиты и компоненты в случае взрыва. Следовательно, оборудование и компоненты, защищенные таким способом, допускается разрабатывать с учетом того, чтобы выдерживать пониженное давление взрыва[1)].

При подавлении взрыва, воздействия взрыва, в целом, ограничиваются внутренним объемом оборудования, систем защиты и компонентов.

Системы подавления взрыва состоят, главным образом, из системы обнаружения, которая обнаруживает зарождающийся взрыв, и находящихся под давлением гасителей, выходные каналы которых активируются системой обнаружения. Содержимое гасителей быстро впрыскивается в оборудование, системы защиты и компоненты и распределяется с максимально возможной однородностью. Это приводит к гашению пламени и понижению давления взрыва, тем самым предохраняя конструкцию оборудования, системы защиты и компоненты.

6.5.5 Предотвращение распространения взрыва, гашение взрыва

6.5.5.1 Общие положения

Для предотвращения распространения взрыва возможно использование активных и пассивных устройств, например с помощью труб, дыхательных устройств или заправочных и сливных магистралей.

При высоких скоростях распространения пламени или ожидаемой детонации могут потребоваться специальные защитные меры. В некоторых случаях предпочтение отдается применению пассивных систем, таких как, например пламегасители, гидравлические затворы, взрывоотводы, в качестве альтернативных систем или в сочетании с активными системами.

Устройства, указанные ниже, допускается применять для различных типов взрывоопасных сред (газа, пара, тумана, пыли и комбинированных смесей с воздухом). Должно быть доказано, что они соответствуют их области применения по назначению.

6.5.5.2 Устройства гашения взрыва смесей газ/пар/туман с воздухом

a) Общие положения

Устройства гашения взрыва смесей газ/пар/туман с воздухом, описанные в *b) — f)*, являются примерами для применения.

Примечание — Требования к пламегасителям указаны в *[16]*;

b) Гасители быстрого горения

Такие устройства предотвращают передачу взрыва пламенем и противостоят давлению взрыва и температурному воздействию быстрого горения (пламегасители, содержащие элементы, например из гофрированных металлических лент или металлокерамических элементов и высокоскоростных выпускных клапанов);

c) Пламегасители продолжительного горения

Данные устройства предотвращают передачу взрыва пламенем в случае процесса устойчивого горения пламени, происходящего в гасящем элементе или вблизи него;

d) Гасители детонации

Таковыми являются устройства, которые способны противостоять механическим и тепловым нагрузкам при детонации и предотвращать передачу взрыва, а также действовать в качестве гасителей быстрого горения (например, гофрированные металлические ленты как с демпфером, так и без такового, предохранительные устройства погружаемого типа и гидравлические затворы);

[1)] Для определения размеров систем подавления взрыва см. *[15]*.

e) Предохранительные затворы

Таковыми являются устройства, в которых обратный удар пламени предотвращается с помощью особой формы входного отверстия для смеси и устройства, которые полностью останавливают поток смеси, если скорость потока меньше минимальной величины при открытии (например, заслонка, управляемая потоком). Эти устройства применяют в системе регулирования потока газа перед горелками;

f) Гасящие барьеры

Для предотвращения распространения взрыва через трубы и каналы взрыв может быть остановлен путем впрыска гасящих реагентов. Впрыск осуществляется по команде соответствующих устройств обнаружения. На распространение ударной волны, возникающей в уже сгоревшей смеси до барьера, это не влияет, и данный факт должен быть учтен (см. также 6.5.2). Гасящий реагент должен соответствовать горючему веществу конкретного типа.

Необходимо учитывать природу гасящих реагентов и возможность того, что указанные устройства могут засоряться этими реагентами.

6.5.5.3 Устройства гашения взрыва смеси пыли с воздухом

a) Общие положения

Некоторые из устройств, перечисленных в 6.5.5.2, не допускается применять при наличии пыли вследствие риска их засорения.

Во избежание распространения взрыва пыли через трубы и каналы, устройства перекачки и т. д., а также выхода пламени за пределы оборудования, систем защиты и компонентов, допускается применение различных устройств, например, перечисленных в *b)* — *g)*;

b) Гасящие барьеры

Требования к гасящим барьерам указаны в 6.5.5.2;

c) Клапаны и заслонки быстрого срабатывания;

Для предотвращения распространения пламени и ударных волн в трубах и каналах допускается применять клапаны или заслонки, которые закрываются за достаточно короткое время. Закрывание может проводиться посредством приводного механизма, который срабатывает от сигнала датчика или непосредственно от ударных волн при взрыве;

d) Поворотные клапаны

Поворотные клапаны специальной конструкции допускается применять для предотвращения распространения пламени и ударных волн. В случае взрыва движение рабочего органа должно быть остановлено автоматически посредством системы обнаружения так, чтобы полностью предотвратить выход горящего продукта;

e) Взрывоотводы

Взрывоотвод представляет собой специальный участок (сегмент) трубы, который предотвращает распространение взрыва посредством изменения направления потока и одновременного сбрасывания давления взрыва. Как правило, этот участок трубы состоит в основном из канала, где по направлению потока в участке трубы большего диаметра, содержащего разгрузочное устройство, концентрично помещается колено трубы.

Однако не всегда возможно предотвратить распространение взрыва с помощью взрывоотводов. Тем не менее, скорость распространения пламени будет уменьшаться;

f) Двойные клапаны

Чтобы остановить распространение взрыва, допускается применение механизмов перекачки транспортируемых материалов с помощью систем двойных клапанов. Необходимо устанавливать соответствующий контроль, чтобы один из клапанов всегда был закрыт;

g) Закупоривание (материал в качестве барьера)

Сам транспортируемый материал может предотвратить распространение взрыва, например, за счет регулирования уровня или закупоривания участка винта в винтовом конвейере. В таких случаях должно быть обеспечено постоянное присутствие транспортируемого материала в качестве барьера.

6.5.5.4 Устройства гашения взрыва комбинированных смесей с воздухом

В случае образования комбинированных смесей требуется применение устройств гашения, описанных в 6.5.5.3. Вследствие присутствия газообразного компонента в смеси применение таких устройств должно быть ограничено. Поскольку типовые решения для таких случаев отсутствуют, они должны рассматриваться индивидуально.

6.6 Положения об аварийных защитных мерах

В целях предотвращения взрыва и/или защиты могут быть приняты специальные аварийные защитные меры, например:

a) аварийное отключение всего производственного оборудования или его частей;

b) аварийное опорожнение частей производственного оборудования;

c) прерывание потоков транспортируемых материалов между частями производственного оборудования;

d) заполнение частей производственного оборудования соответствующими веществами (например, азотом, водой).

Перечисленные защитные меры должны быть интегрированы в концепцию взрывобезопасности (см. 6.1) при разработке и изготовлении оборудования, систем защиты и компонентов.

6.7 Принципы устройства информационно-измерительных систем и систем управления для взрывозащиты и предотвращения взрыва

Общие принципы в этой области рассматриваются в *[17]*.

Меры по предотвращению взрыва и защите, описанные в 6.2, 6.4 и 6.5, могут осуществляться или управляться с помощью информационно-измерительных систем и систем управления. Это означает, что управление технологическим процессом допускается применять в качестве основных мер предотвращения взрыва и защиты от поражающих факторов взрыва:

a) предотвращение появления взрывоопасной среды;

b) предотвращение появления активных источников воспламенения;

c) уменьшение поражающих факторов взрыва.

Соответствующие параметры взрывобезопасности должны быть идентифицированы и, при необходимости, проконтролированы. Применяемые информационно-измерительные системы и системы управления должны обеспечивать соответствующий отклик.

Примечание — Время отклика информационно-измерительных систем и систем управления также является значимым параметром обеспечения взрывобезопасности.

Требуемая надежность информационно-измерительных систем и систем управления должна основываться на результатах оценки риска.

Если оценка риска и основные принципы взрывобезопасности приводят к выводу о том, что при отсутствии любой из информационно-измерительных систем и систем управления имеет место высокая степень риска (например данные о постоянном присутствии опасной взрывоопасной среды и вероятности появления активных источников воспламенения), то такие системы должны быть разработаны таким образом, что один единственный отказ не будет означать нарушения основных принципов взрывобезопасности. Этого можно добиться за счет применения устройств с резервированием или отказоустойчивых технических средств для информационно-измерительных систем и систем управления. Требуемая надежность также может быть достигнута путем совместного использования нерезервированной информационно-измерительной системы и системы управления наряду с независимой нерезервированной информационно-измерительной системой и системой контроля наличия опасной взрывоопасной среды в целях предотвращения воспламенения.

Если оценка риска и основные принципы взрывобезопасности приводят к выводу о том, что даже при отсутствии любых защитных мер по проведению измерений и управления имеет место умеренный риск (например ограниченная вероятность присутствия опасной взрывоопасной среды или ограниченная вероятность появления активных источников воспламенения), то достаточным будет проведение единичных процедур измерения и контроля.

Во всех случаях достигнутое уменьшение вероятности присутствия опасной взрывоопасной среды и вероятности появления активных источников воспламенения должно отвечать требованиям, установленным в 6.1.

Информационно-измерительные системы и системы управления могут, например, инициировать срабатывание сигнализации или проводить автоматическое отключение оборудования. Устойчивость информационно-измерительной системы и системы управления, например отказоустойчивость или кратность резервирования, а также предпринимаемые вместе с этим действия, будут зависеть от результатов оценки риска. При этом должно быть гарантировано, что обеспечение надежности и предпринимаемые действия приведут к снижению риска до приемлемого уровня при всех условиях эксплуатации.

В приложении D даются пояснения к принципам применения информационно-измерительной системы и системы управления для ограничения вероятности возникновения активных источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации, при неисправностях и редких неисправностях.

7 Информация для потребителя

7.1 Общие положения

В данном разделе приводится информация для потребителя, включая инструкции по техническому обслуживанию, которая поставляется вместе с оборудованием, системами защиты и компонентами или в составе инструкций по применению, например руководство по эксплуатации.

Следует выполнять требования *ГОСТ ИСО/ТО 12100-2*. Особое внимание следует уделять требованиям по применению оборудования во взрывоопасных средах.

В информации для потребителя следует отчетливо указывать группу и уровень взрывозащиты оборудования, систем защиты и компонентов, а также должна быть включена информация по практическому применению (см. *ГОСТ IEC 60079—1, ГОСТ 31610.7, ГОСТ IEC 60079—18, [18] — [24].*

7.2 Информация об оборудовании, о системах защиты и компонентах

Потребителю должна быть предоставлена следующая информация (по необходимости):

a) специфические характеристики взрывозащиты, которые могут включать в себя:

1) максимальные значения температуры, давления и т. д.;
2) защиту от опасных механических воздействий;
3) предотвращение воспламенения;
4) предотвращение и/или ограничение накопления пыли.

b) системы защиты, которые могут включать в себя:

1) контроль температуры;
2) контроль вибрации;
3) системы обнаружения и тушения искр;
4) системы инертирования;
5) системы сброса давления взрыва;
6) системы подавления взрыва;
7) системы остановки производственных процессов;
8) системы сброса избыточных давлений, возникающих в результате производственных процессов, но не взрыва;
9) системы обнаружения, сигнализации и тушения пожара;
10) системы гашения взрыва;
11) системы аварийного отключения;
12) конструкции, устойчивые к взрыву.

c) специальные требования по обеспечению взрывобезопасной эксплуатации, которые могут включать в себя:

- соответствующее вспомогательное оборудование;
- применение с другим оборудованием, системами защиты и компонентами.

7.3 Информация по вводу в эксплуатацию, техническому обслуживанию и ремонту в качестве защитной меры предотвращения взрыва

Особое внимание должно быть уделено обеспечению наличия следующего:

a) инструкции для нормального режима эксплуатации, включая пуск и останов;

b) инструкции по плановому техническому обслуживанию и ремонту, включая безопасное открывание оборудования систем защиты и компонентов;

c) инструкции по требуемой чистке, включая удаление пыли и т. д.;

d) инструкции по выявлению неисправностей и мерах по их устранению;

e) методик испытаний оборудования, систем защиты и компонентов, в том числе после взрыва;

f) информации о рисках, требующих принятия защитных мер, например информация о присутствии взрывоопасных сред, выявленных в рамках оценки опасности, с тем чтобы предотвратить создание и имитирование источника воспламенения со стороны оператора или иного лица.

7.4 Профессиональные требования и подготовка

Изготовителем должна быть предоставлена информация о необходимой квалификации и подготовке, позволяющая потребителю проводить отбор квалифицированного персонала для выполнения целевых задач, связанных с применением оборудования, систем защиты и компонентов в потенциально взрывоопасных средах.

Приложение А
(справочное)

Информация по применению инструментов в потенциально взрывоопасных средах

В инструкции по применению ручного инструмента следует рассматривать два типа инструмента:

a) инструмент, который во время применения способен вызвать лишь одиночные искры (например, отвертки, гаечные ключи, ударные отвертки);

b) инструмент, который вызывает непрерывный поток искр во время резки или шлифования.

В зонах классов 0 и 20 не допускается применение инструментов, которые могут вызвать искры.

В зонах классов 1 и 2 допускается применение инструментов только из стали в соответствии с перечислением a). Применение инструментов, отвечающих условиям перечисления b), допускается, если на рабочем месте полностью отсутствует опасная взрывоопасная среда.

Однако применение любого вида инструмента из стали должно быть запрещено в зоне класса 1, если существует опасность взрыва из-за присутствия горючих веществ категории взрывоопасности IIC (ацетилена, сероуглерода, водорода), а также сероводорода, этиленового оксида, монооксиси углерода, за исключением случаев, когда в течение работы с этими инструментами на рабочем месте полностью отсутствует опасная взрывоопасная среда.

Применение инструментов из стали, отвечающих условиям перечисления a), допускается в зонах классов 21 и 22. Применение инструментов из стали, отвечающих условиям перечисления b), допускается, если рабочее место ограждено от остальной области зон классов 21 и 22, и были приняты следующие дополнительные защитные меры:

- с рабочего места удалены отложения пыли, или
- рабочее место увлажнено настолько, что делает невозможным образование пылевоздушной смеси и очагов тления.

При резке или шлифовании в зонах классов 21 и 22 или поблизости от них производимые искры могут пролетать большие расстояния и привести к образованию очагов тления. Вследствие этого упомянутые защитные меры должны также распространяться на другие области вокруг рабочего места.

Применение инструментов в зонах классов 1, 2, 21 и 22 должно подпадать под действие разрешительных мер для работы в таких зонах. Эти сведения должны быть включены в информацию для потребителя (см. раздел 7).

Приложение В
(справочное)

Классификация зон, опасных по горючим газам, парам и пыли

В.1 Общие положения

Зоны — области, характеризующиеся длительностью и частотой присутствия в них взрывоопасной среды.

Примечание — Критерии классификации зон приведены в *[1].*

В.2 Зоны, опасные по горючим газам и парам

Зона класса 0 — зона, в которой взрывоопасная среда в виде смеси с воздухом горючих газов, паров или туманов присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени, или часто.

Примечание — Обычно такие условия возникают в контейнерах, трубах, резервуарах и т. д.

Зона класса 1 — зона, в которой вероятно появление взрывоопасной среды в виде смеси с воздухом горючих газов, паров или туманов при нормальных условиях эксплуатации.

Примечание — Эти зоны могут включать в себя, наряду с прочим пространство:

a) в непосредственной близости от зоны класса 0;

b) в непосредственной близости от отверстий для подачи горючих веществ;

c) в непосредственной близости вокруг отверстия для заполнения и опорожнения;

d) в непосредственной близости вокруг хрупкого оборудования, защитных систем и компонентов, изготовленных из стекла, керамики и т. п.;

e) в непосредственной близости вокруг недостаточно уплотненных сальников, например в насосах и клапанах с сальниковыми устройствами.

Зона класса 2 — зона, в которой появление взрывоопасной среды в виде смеси с воздухом горючих газов, паров или туманов при нормальных условиях эксплуатации маловероятно, или она возникает редко и на непродолжительное время.

Примечание — Эти зоны могут включать в себя наряду с прочим пространство близлежащих зон класса 0 или 1.

В.3 Зоны, опасные по горючей пыли

Слои, отложения и скопления горючей пыли следует считать такими же источниками, как и любой иной, который может образовать взрывоопасную среду.

Зона класса 20 — зона, в которой взрывоопасная среда в виде облака горючей пыли, волокон и летучих частиц в воздухе присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени, или часто.

Примечание — Обычно такие условия возникают в контейнерах, трубах, резервуарах и т. д.

Зона класса 21 — зона, в которой вероятно появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли, волокон и летучих частиц в воздухе при нормальных условиях эксплуатации.

Примечание — Эти зоны могут включать в себя наряду с прочим пространство в непосредственной близости, например, от мест засыпки или высыпания порошкообразных веществ, где при появлении пылевых отложений вероятно образование взрывоопасной концентрации смеси горючей пыли с воздухом при нормальном режиме эксплуатации.

Зона класса 22 — зона, в которой появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли, волокон и летучих частиц в воздухе при нормальных условиях эксплуатации маловероятно, или она возникает редко и на непродолжительное время.

Примечание — Эти зоны могут включать в себя наряду с прочим пространство вблизи оборудования, систем защиты и компонентов, содержащих пыль, из которых пыль может выходить вследствие утечек и образовать пылевые отложения (например, дробильные участки, где утечка из мельниц может образовать скопления пыли).

Приложение С
(справочное)

Взаимосвязь между *уровнями взрывозащиты* оборудования и зонами

С точки зрения изготовителя оборудования, систем защиты и компонентов классификация *уровней взрывозащиты* оборудования может быть представлена в виде таблицы С.1.

Т а б л и ц а С.1 — Взаимосвязь между *уровнями взрывозащиты* и зонами

Уровень взрывозащиты	Взрывоопасные среды	Зона	Также зоны
Ga	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух; смесь туман/воздух	Класс 20	Классы 1 и 2
Da	Смесь пыль/воздух	Класс 20	Классы 21 и 22
Gb	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух ; смесь туман/воздух	Класс 1	Класс 2
Db	Смесь пыль/воздух	Класс 21	Класс 22
Gc	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух; смесь туман/воздух	Класс 2	—
Dc	Смесь пыль/воздух	Класс 22	—

С точки зрения потребителя оборудование различных *уровней взрывозащиты* может применяться в зонах, как показано в таблице С.2.

Т а б л и ц а С.2 — Оборудование, применяемое в различных зонах

Зона	*Уровень взрывозащиты*	Взрывоопасные среды
Класс 0	*Ga*	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух; смесь туман/воздух
Класс 1	*Ga* или *Gb*	Смесь пыль/воздух
Класс 2	*Ga* или *Gb* или *Gc*	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух; смесь туман/воздух
Класс 20	*Da*	Смесь пыль/воздух
Класс 21	*Da* или *Db*	Смесь газ/воздух; смесь пар/воздух; смесь туман/воздух
Класс 22	*Da* или *Db* или *Dc*	Смесь пыль/воздух

Приложение D
(справочное)

Принципы применения информационно-измерительных систем и систем управления с целью предотвращения активных источников воспламенения

Данные принципы приведены в таблице D.1.

Таблица D.1 — Дополнительные системы измерения и управления, необходимые для предотвращения активных источников воспламенения

Пространства, подверженные опасности взрыва	Требования по применению оборудования, систем защиты и компонентов, находящихся в зонах	Дополнительные информационно-измерительные системы и системы управления
Отсутствуют	Нет специальных требований	Нет
Зона класса 2 или 22	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации	Нет
Зона класса 1 или 21	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации	Нерезервированная система для предотвращения источников воспламенения при неисправностях
	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации и неисправностях	Нет
Зона класса 0 или 20	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации	Резервированная или отказоустойчивая система для предотвращения источников воспламенения при неисправностях и редких неисправностях
	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения при нормальном режиме эксплуатации и неисправностях	Нерезервированная система для предотвращения источников воспламенения при редких неисправностях
	Отсутствие ожидаемых источников воспламенения	Нет
	При нормальном режиме эксплуатации, при неисправностях и редких неисправностях	—

Библиография

[1]	EN 13237:2003	Potentially explosive atmospheres — Terms and definitions for equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (Потенциально взрывоопасные среды. Термины и определения для оборудования и защитных систем, предназначенных для применения в потенциально взрывоопасных средах)
[2]	EN 14522:2005	Determination of the auto ignition temperature of gases and vapours (Определение температуры самовоспламенения газов и паров)
[3]	EN 15188:2007	Determination of the spontaneous ignition behaviour of dust accumulations (Определение спонтанного воспламенения скоплений пыли)
[4]	EN 13445-1:2002	Unfired pressure vessels — Part 1: General (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 1. Общие положения)
[5]	EN 13445-2:2002	Unfired pressure vessels — Part 2: Materials (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 2. Материалы)
[6]	EN 13445-3:2002	Unfired pressure vessels — Part 3: Design (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 3. Конструкция)
[7]	EN 13445-4:2002	Unfired pressure vessels — Part 4: Fabrication (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 4. Изготовление)
[8]	EN 13445-5:2002	Unfired pressure vessels — Part 5: Inspection and testing (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 5. Инспекция и контроль)
[9]	EN 13445-6:2002	Unfired pressure vessels — Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 6. Требования к проектированию и строительству сосудов, работающих под давлением, и их деталям, изготовленным из чугуна с шаровидным графитом)
[10]	EN 13445-8:2006	Unfired pressure vessels — Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys (Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 8. Дополнительные требования для сосудов, работающих под давлением из алюминия и алюминиевых сплавов)
[11]	EN 14460:2006	Explosion resistant equipment (Оборудование взрывостойкое)
[12]	EN 14491:2006	Dust explosion venting protective systems (Защитные вентилируемые системы от взрыва пыли)
[13]	EN 14797:2006	Explosion venting devices (Защитные вентилируемые системы от взрыва)
[14]	EN 14994:2007	Gas explosion venting protective systems (Вентиляционные защитные системы для взрывчатых газов)
[15]	EN 14373:2005	Explosion suppression systems (Системы взрывозащиты)
[16]	EN 12874:2001	Flame arresters — Performance requirements, test methods and limits for use (Пламегасители. Требования к рабочим характеристикам, методы испытаний и пределы использования)
[17]	EN ISO 13849-1:2006	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design (Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы проектирования)
[18]	EN 50050:2006	Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres — Electrostatic hand-held spraying equipment (Электроаппаратура для потенциально взрывоопасных сред. Оборудование ручное для электростатического распыления)
[19]	EN 50059:1991	Specification for electrostatic hand-held spraying equipment for non-flammable material for painting and finishing (Распылители электростатические ручные для нанесения невоспламеняющихся материалов при окраске и отделке. Технические условия)
[20]	EN 61779-1:2000	Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 1: General requirements and test methods (Приборы электрические для обнаружения и измерения содержания горячих газов. Часть 1. Общие требования и методы испытания)
[21]	EN 61779-2:2000	Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 2: Performance requirements for group I apparatus indicating a volume fraction up to 5 % methane in air (Приборы электрические для обнаружения и измерения содержания горячих газов. Часть 2. Требования к рабочим характеристикам приборов группы I с показаниями до 5 % (по объему) метана в воздухе)

[22] EN 61779-3:2000 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 3: Performance requirements for group I apparatus indicating a volume fraction up to 100 % methane in air (Приборы электрические для обнаружения и измерения содержания горячих газов. Часть 3. Требования к рабочим характеристикам приборов группы I с показаниями до 100% (по объему) метана в воздухе)

[23] EN 61779-4:2000 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 4: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100% lower explosive limit (Приборы электрические для обнаружения и измерения содержания горячих газов. Часть 4. Требования к рабочим характеристикам приборов группы II с показаниями концентраций до 100 % (по объему) нижнего предела взрываемости)

[24] EN 61779-5:2000 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 5: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100 % gas (Приборы электрические для обнаружения и измерения содержания горячих газов. Часть 5. Требования к рабочим характеристикам приборов группы II с показаниями по объему газа до 100 %)

УДК 621.3.002:5:006.354 МКС 13.230 MOD

Ключевые слова: среды взрывоопасные, взрыв, предотвращение взрыва, защита, основные концепции, методы, опасность, риск, оценка опасностей

Редактор *Д. М. Кульчицкий*
Технический редактор *Е. Ю. Митрофанова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Сдано в набор 20.08.2013. Подписано в печать 2.09.2013. Формат $60\times84^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 76 экз. Зак. 1183.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru