МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61241-18— 2011

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ЗОНАХ, ОПАСНЫХ ПО ВОСПЛАМЕНЕНИЮ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

Часть 18

Защита компаундом «mD»

(IEC 61241-18:2004, IDT)

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 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. № 1644-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61241-18—2011 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 15 февраля 2013 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61241-18:2004 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust — Part 18: Protection by encapsulation «mD» (Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 18. Защита компаундом «mD»).

Степень соответствия — идентичная (IDT).

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р МЭК 61241-18—2009.

Перевод с английского языка (en)

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 (замены) 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 . . . 1
3 Определения . . . 2
4 Общие положения . . . 3
4.1 Классификация электрооборудования по группам и температурным классам . . . 3
4.2 Уровень взрывозащиты . . . 3
4.3 Уровень взрывозащиты «maD» . . . 3
4.4 Уровень взрывозащиты «mbD» . . . 4
4.5 Характеристики источника питания . . . 4
5 Требования к компаундам . . . 4
5.1 Общие положения . . . 4
5.2 Технические характеристики . . . 4
6 Температуры . . . 5
6.1 Общие положения . . . 5
6.2 Ограничение температур . . . 5
6.3 Определение предельной температуры . . . 5
7 Требования к конструкции . . . 5
7.1 Общие положения . . . 5
7.2 Определение неисправностей . . . 6
7.3 Переключающие контакты . . . 11
7.4 Внешние соединения . . . 11
7.5 Защита неизолированных токоведущих частей . . . 11
7.6 Элементы и батареи . . . 11
7.7 Защитные устройства . . . 13
8 Типовые испытания . . . 14
8.1 Испытания компаунда на водопоглощение . . . 14
8.2 Испытания на электрооборудовании . . . 15
9 Контрольные проверки и испытания . . . 17
9.1 Контроль внешнего вида . . . 17
9.2 Проверка электрической прочности изоляции . . . 17
10 Маркировка . . . 18
Приложение А (справочное) Основные требования к компаундам для электрооборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом "mD"» . . . 19
Приложение В (обязательное) Распределение образцов, представляемых для испытаний . . . 20
Приложение С (обязательное) Методика проведения теплового циклического испытания . . . 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам . . . 22

Введение

Бóльшая часть пыли, генерируемой, перерабатываемой, используемой и присутствующей в воздухе, является горючей. После воспламенения пыль горит быстро и имеет высокую степень взрывоопасности при соответствующей концентрации в воздухе. Часто возникает необходимость использовать электрооборудование в местах, опасных по воспламенению горючих веществ, и тогда должны быть приняты необходимые меры предосторожности, чтобы в достаточной мере гарантировать снижение вероятности воспламенения окружающей среды. В электрооборудовании источниками потенциального воспламенения являются электрические дуги, искровой разряд, раскаленные поверхности и разряды при трении.

Зоны, где пыль, летучие частицы и волокна в воздухе содержатся в опасных количествах, считают взрывоопасными и подразделяют на три класса в соответствии с уровнем риска.

Как правило, безопасность от взрыва горючей пыли обеспечивают двумя способами. Первый способ заключается в том, что электрооборудование располагают вне взрывоопасной зоны, второй — в том, что электрооборудование конструируют, устанавливают и поддерживают в соответствии с требованиями безопасности для области, в которой это электрооборудование должно быть размещено.

Горючая пыль может воспламеняться от электрооборудования в следующих случаях:

- если температура поверхности оборудования выше минимальной температуры воспламенения присутствующей пыли. Температура, при которой пыль воспламеняется, зависит от свойств пыли, от того, где пыль находится — в облаке или в слоях, от плотности слоя и размеров источника температуры;
- при образовании дуги или искр электрических частей (проводников, контактов, переключателей, щеточек и т. д.);
- при накоплении электростатического заряда;
- при электромагнитном излучении;
- при механическом искрении или искрении при трении, накаливании.

Во избежание опасности воспламенения необходимо, чтобы:

- температура поверхностей, на которых присутствует пыль или которые должны находиться во взаимодействии с облаком пыли, была ниже температурного ограничения, определенного настоящим стандартом;
- электрические искрящие элементы или части, имеющие температуру выше температурного ограничения, определенного в IEC 61241-14, находились в оболочке, предотвращающей доступ пыли;
- мощность электрических цепей была ограничена так, что позволило бы избежать электрических дуг, искрения или повышения температуры, приводящего к воспламенению горючей пыли;
- отсутствовали любые другие источники воспламенения.

Соответствие настоящему стандарту обеспечит требуемый уровень безопасности при условии, что электрооборудование эксплуатируют согласно заданным характеристикам, устанавливают и поддерживают соблюдая правила эксплуатации или требования, например защиты от перегрузок тока, внутренних коротких замыканий и прочих нежелательных явлений.

Важно, чтобы значения параметров и длительность воздействия нежелательных факторов были такими, которые не могут привести к повреждениям. Для защиты от взрыва горючей пыли применяют несколько методов. Настоящий стандарт описывает характеристики и методики применения данных методов. Для безопасного использования электрооборудования в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли, необходимо, чтобы эти характеристики и методики были соблюдены.

Поправка к ГОСТ IEC 61241-18—2011 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 18. Защита компаундом «mD»

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения	AM	Минэкономразвития Республики Армения

(ИУС № 6 2019 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ЗОНАХ, ОПАСНЫХ ПО ВОСПЛАМЕНЕНИЮ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

Часть 18

Защита компаундом «mD»

Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 18. Protection by encapsulation «mD»

Дата введения — 2013—02—15

1 Область применения

Требования настоящего стандарта предназначены для применения в сочетании с требованиями IEC 61241-0 к электрооборудованию с защитой компаундом и ограничением температуры поверхности, если не обусловлено иное.

Требования настоящего стандарта распространяются на электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» и ограничением температуры поверхности, предназначенное для применения в зонах, где горючая пыль может присутствовать в количестве, достаточном для возникновения риска возгорания или взрыва. Настоящий стандарт содержит требования к конструированию и испытанию электрооборудования, его частей и Ex-компонентов номинальным напряжением не более 10 кВ.

Примечание 1 — Значение действительного рабочего напряжения может превысить значение номинального напряжения, указанного выше, не более чем на 10 %.

Примечание 2 — Стандарт IEC 61241-14 «Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 14. Выбор и установка» содержит руководство по выбору и установке оборудования. Дополнительные требования других стандартов также могут распространяться на оборудование, относящееся к области применения настоящего стандарта.

Для применения электрооборудования в средах, содержащих взрывоопасный газ или/и горючую пыль, требуются дополнительные способы защиты.

Требования настоящего стандарта не распространяются на взрывоопасную пыль, не требующую наличия атмосферного кислорода в процессе горения, или на пирофорные вещества.

Требования настоящего стандарта не распространяются на электрооборудование, предназначенное для работы в подземных выработках шахт, а также на поверхности шахт, опасных по метану и/или горючей пыли. Требования настоящего стандарта не распространяются на возможные последствия эмиссии легковоспламеняющегося или токсичного газа из пыли.

Настоящий стандарт не включает в себя требования к взрывозащите других видов и содержит только требования к защите компаундом.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы, на которые приведены ссылки, обязательны при использовании настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяют только указанное издание. Для недатированных ссылок применяют последнее издание указанного документа (со всеми поправками).

IEC 60079-7:2001 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 7: Increased safety «e» (Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 7. Повышенная защита «e»)

IEC 60079-11:1999 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 11: Intrinsic safety «i» (Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 11. Искро-безопасная цепь «i»)

Издание официальное

IEC 60086-1 Primary batteries — Part 1: General (Первичные батареи. Часть 1. Общие положения)

IEC 60127 (All parts) Miniature fuses ((Все части) Предохранители плавкие миниатюрные))

IEC 60243-1 Electrical strength of insulating materials — Test methods — Part 1: Tests at power frequencies (Материалы твердые изоляционные. Методы определения электрической прочности. Часть 1. Испытания на промышленных частотах)

IEC 60285 Alkaline secondary cells and batteries — Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells (Аккумуляторы и батареи щелочные. Герметичные никель-кадмиевые цилиндрические перезаряжаемые одинарные аккумуляторы*)

IEC 60622 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells (Вторичные элементы и батареи, содержащие щелочи и другие некислотные электролиты. Элементы аккумуляторные одиночные герметичные никель-кадмиевые призматические перезаряжаемые)

IEC 60664-1:1992 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests (Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания)

Изменение 1 (2000)

Изменение 2 (2002)

IEC 60691 Thermal-links — Requirements and application guide (Вставки плавкие тепловые. Требования и руководство по применению)

IEC 61150 Alkaline secondary cells and batteries — Sealed nickel-cadmium rechargeable monobloc batteries in button cell design (Вторичные элементы и аккумуляторные батареи щелочные. Герметичные никель-кадмиевые перезаряжаемые моноблочные кнопочные батареи)

IEC 61241-0 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust — Part 0: General requirements (Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 0. Общие требования)

IEC 61241-1 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust — Part 1: Protection by enclosures «tD» (Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Защита оболочками «tD»)

IEC 61241-11 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust — Part 11: Protection by intrinsic safety «iD» (Электрооборудование, применяемое в средах, содержащих взрывчатую пыль. Часть 11. Искробезопасное оборудование «iD»)

IEC 61436 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Sealed nickel-metal hydride rechargeable single cells (Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочи или другие некислотные электролиты. Герметичные никель-металлические гидридные перезаряжаемые отдельные элементы**)

IEC 61558-2-6 Safety of power transformers, power supply units and similar — Part 2: Particular requirements for safety isolation transformers for general use (Трансформаторы силовые, блоки питания и аналогичная продукция. Безопасность. Часть 2. Частные требования к изолирующим трансформаторам безопасности общего назначения)

IEC 61960-1 Secondary lithium cells and batteries for portable applications — Part 1: Secondary lithium cells (Элементы вторичные и аккумуляторные батареи литиевые портативные. Часть 1. Литиевые вторичные элементы)

ANSI/UL 248-1 Standard for low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Стандарт по низковольтным предохранителям. Часть 1. Общие требования)

ANSI/UL 746B, Polymeric materials — Long-term property evaluations (Полимерные вещества. Оценка длительно сохраняемых свойств)

3 Определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями, характерные для герметизации компаундом «mD», которые дополняют определения, приведенные в IEC 61241-0.

---

* Отменен и заменен стандартом IEC 61951-1:2003.

** Отменен и заменен стандартом IEC 61951-2:2003.

3.1 **герметизация компаундом «mD»** (encapsulation «mD»): Вид взрывозащиты, при котором части электрооборудования, способные воспламенить взрывоопасную среду из-за искрения или нагрева, должны быть заключены в компаунд таким образом, чтобы взрывоопасная среда не могла воспламениться при работе или установке.

3.2 **компаунды** (compounds): Термоактивная, термопластическая полимерная смола и эластомерные материалы с наполнителями и (или) добавками или без них после затвердевания.

3.3 **температурный диапазон компаунда** (temperature range of the compound): Диапазон температур, в пределах которого свойства компаунда в процессе использования или хранения обеспечивают соответствие требованиям настоящего стандарта.

3.4 **продолжительная рабочая температура компаунда** (continuous operating temperature (COT) of the compound): Температура, при которой, по данным, представленным изготовителем, свойства компаунда во время эксплуатации удовлетворяют требованиям настоящего стандарта в течение всего предусмотренного срока службы электрооборудования.

3.5 **герметизация** (encapsulation): Процесс нанесения компаунда для защиты любого электротехнического устройства (устройств) каким-либо приемлемым методом.

3.6 **открытая поверхность** (free surface): Поверхность компаунда, доступная воздействию взрывоопасной среды.

3.7 **нормальная эксплуатация** (normal operation): Эксплуатация электрооборудования в соответствии с установленными в технических условиях электрическими и механическими характеристиками при соблюдении ограничений, определенных изготовителем оборудования.

Примечание 1 — Ограничения, установленные изготовителем, могут предусматривать постоянные условия эксплуатации, например эксплуатацию двигателя в рабочем цикле.

Примечание 2 — Изменение параметров напряжения в установленных пределах, а также другие отклонения при эксплуатации составляют часть нормальной эксплуатации.

3.8 **пустота** (void): Пространства, непреднамеренно образуемые в процессе герметизации.

3.9 **свободное пространство** (free space): Пространство, преднамеренно создаваемое вокруг компонентов, или пространство внутри компонентов.

3.10 **переключающий контакт** (switching contact): Механический контакт, предназначенный для замыкания и размыкания электрической цепи.

4 Общие положения

4.1 Классификация электрооборудования по группам и температурным классам

Электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» должно быть классифицировано в соответствии с IEC 61241-0 (раздел 5).

4.2 Уровень взрывозащиты

Электрооборудование с взрывозащитой вида «герметизация компаундом "mD"» должно относиться к электрооборудованию уровня с взрывозащитой «maD» или «mbD».

Требования настоящего стандарта распространяются на защиту обоих уровней, если не указано иное.

Для двух уровней взрывозащиты возможно применение одного защитного устройства при использовании предохранителя, не возвращающегося автоматически в исходное положение, в соответствии с IEC 60127 или IEC 60691.

4.3 Уровень взрывозащиты «maD»

Электрооборудование с взрывозащитой уровня «maD» не должно вызывать воспламенения при следующих условиях:

a) в нормальных условиях установки и эксплуатации;

b) при предусмотренных наихудших условиях эксплуатации;

c) при допускаемых неисправностях.

Максимальное напряжение в любой точке цепи оборудования с взрывозащитой уровня «maD» не должно превышать 1 кВ.

Для взрывозащиты уровня «maD» компоненты без дополнительной защиты должны быть применены только в тех случаях, если они не могут нарушить герметизацию в результате механического воздействия или нагрева.

В качестве альтернативы, если повреждение внутреннего компонента может привести к нарушению герметизации системы в результате повышения температуры, должны быть применены требования 6.2.

Примечание — Некоторые компоненты, применение которых допускается настоящим стандартом для взрывозащиты уровня «mbD», могут нарушить вид взрывозащиты «герметизация» механическим или тепловым воздействием, вызванным внутренними реакциями в компоненте. Для электрооборудования с взрывозащитой уровня «maD» такая опасность должна быть исключена.

4.4 Уровень взрывозащиты «mbD»

Электрооборудование с взрывозащитой уровня «mbD» не должно вызывать воспламенения при следующие условиях:

a) в нормальных условиях установки и эксплуатации;

b) при допускаемых неисправностях.

4.5 Характеристики источника питания

Должны быть указаны предельные значения источника питания (номинальное напряжение и предполагаемый ток короткого замыкания), чтобы исключить при соответствующем уровне взрывозащиты «maD» или «mbD» превышение предельной температуры. Любое применяемое защитное устройство должно отвечать требованиям 7.7.

5 Требования к компаундам

5.1 Общие положения

В документации согласно IEC 61241-0 (пункт 23.2) должны быть указаны применяемый(ые) компаунд(ы) и технологическая(ие) инструкция(ии) приготовления компаунда.

По крайней мере, должны быть указаны те свойства компаунда (компаундов), от которых зависит взрывозащита вида «герметизация компаундом "mD"».

Следует тщательно выбирать герметизирующий материал, чтобы он допускал расширение компонентов при нормальной эксплуатации и при допустимых неисправностях.

5.2 Технические характеристики

Изготовитель должен подтвердить, что материал соответствует техническим требованиям к компаунду.

В технических характеристиках должны быть указаны:

a) наименование и адрес изготовителя компаунда;

b) точные и подробные сведения о материале и, при необходимости, процентное содержание наполнителей и любых других добавок, соотношение компонентов в смеси и обозначение типа;

c) способы обработки поверхности компаунда (компаундов), например покрытие лаком и т. д., если их используют;

d) требования к предварительной обработке компонента (например, очистке или травлению), если она необходима, для правильного сцепления компаунда с компонентом;

e) результаты испытания на водопоглощение по 8.1, если его проводят. Если такое испытание не проводят, следует указать в маркировке «X» в соответствии IEC 61241-0 [пункт 29.2, перечисление i)];

f) электрическая прочность изоляции (IEC 60243-1) при максимальной температуре электрооборудования, определенной в соответствии с 8.2.2;

g) температурный диапазон компаунда (компаундов) (верхний и нижний пределы температуры при непрерывной работе);

h) значение температурного индекса TI, определенное IEC 61241-0 [пункт 6.1.4, перечисление d)] для электрооборудования с взрывозащитой вида «mD», если компаунд является частью внешней оболочки. В качестве альтернативы TI может быть определен относительный температурный индекс (RTI-механический удар) в соответствии с ANSI/UL 746B*;

i) цвет компаунда, используемого для испытуемых образцов в случае, когда цвет компаунда влияет на его технические характеристики.

* ANSI/UL 746B Полимерные материалы. Оценка длительно сохраняемых свойств.

6 Температуры

6.1 Общие положения

При нормальной эксплуатации не должно происходить превышения максимальной температуры поверхности и максимального значения температуры при непрерывной работе. Электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» должно быть защищено так, чтобы при допускаемых неисправностях не происходило нарушений взрывозащиты вида «герметизация компаундом "mD"».

6.2 Ограничение температур

Если в целях обеспечения безопасности для ограничения температур требуется защитное устройство, необходимо использовать встроенный или внешний электрический или тепловой предохранитель, не возвращающийся автоматически в исходное положение. Для оборудования уровня «mbD» требуется один предохранитель, а для оборудования уровня «maD» — два предохранителя. Предохранитель следует присоединять к компоненту, с которым он будет работать, посредством теплового сопряжения. Оборудование с взрывозащитой вида «mD» может также дополнительно содержать автоматически возвращающийся в исходное положение предохранитель.

Для оборудования двух уровней можно использовать один предохранитель, не возвращающийся автоматически в исходное положение, если он соответствует требованиям IEC 60127 и IEC 60691.

При определении предельной температуры необходимо учитывать вероятность повреждений (см. 7.2.1) или вероятность увеличения температуры, например в результате подачи неблагоприятного входного напряжения в соответствии с 7.2.1 или неблагоприятной нагрузки.

6.3 Определение предельной температуры

6.3.1 Максимальная температура поверхности испытательного образца

Максимальную температуру поверхности следует определять методом испытаний, указанным в 8.2.2, в соответствии с характеристиками питания, указанными в 4.5. Эти данные могут быть использованы при определении температурного класса.

6.3.2 Температура компонентов в компаунде

Следует определить наиболее нагретый(ые) компонент(ы). Следует определить максимальную температуру в компаунде рядом с наиболее нагретым(и) компонентом(ами) по методу испытаний, описанному в 8.2.2, для нормальной эксплуатации.

Примечание — Наиболее нагретый компонент следует определять до его герметизации методом расчета по техническим характеристикам, представленным изготовителем, или при проведении практических испытаний.

7 Требования к конструкции

7.1 Общие положения

Если компаунд образует часть внутренней оболочки, он должен соответствовать требованиям к неметаллическим оболочкам и их частям.

Если применяют дополнительные меры защиты для обеспечения выполнения требований настоящего стандарта, например дополнительную механическую защиту, то оборудование должно иметь маркировку со знаком «X» в соответствии с IEC 61241-0 [пункт 29.2, перечисление i)] для обозначения таких специальных условий использования оборудования.

Следует учитывать допуски на расширение компонентов при нормальной эксплуатации и в случае неисправности в соответствии с 7.2.

Требования 7.2—7.7 различаются в зависимости от того, существует ли сцепление между компаундом и оболочкой. Если сцепление существует, следует предотвратить попадание взрывоопасной среды и влаги на прилегающие поверхности (например, оболочка — компаунд, компаунд — части, которые не полностью залиты компаундом, такие как печатные платы, соединительные зажимы и т. п.). В документации изготовителя должны быть указаны дополнительные меры, если их применение необходимо для обеспечения сцепления.

Если сцепление необходимо для обеспечения вида взрывозащиты, оно должно сохраняться после завершения всех вышеуказанных испытаний.

Примечание — Выбор компаунда (компаундов) для использования в конкретных целях зависит от назначения каждого компаунда. Поэтому какого-либо одного испытания компаунда недостаточно для универсального применения при выполнении герметизации компаундом «mD».

7.2 Определение неисправностей

7.2.1 Проверка неисправностей

Защита герметизацией должна сохраняться даже при отклонениях от нормальных входных условий (но в пределах отклонения от номинальных параметров от 90 % до 110 %) и отклонениях от нормальной выходной нагрузки и любом внутреннем электрическом повреждении (одна неисправность для взрывозащиты уровня «mbD» и две неисправности для взрывозащиты уровня «maD»), например:

- при коротком замыкании любого компонента;
- при неисправности любого компонента;
- при повреждении печатной платы.

В неповреждаемых компонентах и неповреждаемых зазорах не должно быть неисправностей и повреждений.

Если неисправность может привести к одной или большему числу следующих одна за другой неисправностей, например в результате перегрузки компонента, первичную и последующие неисправности рассматривают как одно повреждение.

7.2.2 Неповреждаемые компоненты

Следующие компоненты считают неповреждаемыми, если они герметизированы в соответствии с требованиями настоящего стандарта, если они предназначены для использования в температурном диапазоне, предусмотренном для данной установки, и если их используют при нагрузках, не превышающих 2/3 номинального напряжения, номинального тока и номинальной мощности, установленных изготовителем для соответствующего компонента:

- резисторы, если они соответствуют IEC 60079-11 (пункт 8.4);
- катушки индуктивности со спиральной намоткой в один слой;
- пластмассовые конденсаторы с обкладками из фольги;
- бумажные конденсаторы;
- керамические конденсаторы;
- полупроводники, если их используют в соответствии с IEC 60079-11 (пункт 8.6).

При использовании ограничивающих ток полупроводниковых устройств для взрывозащиты уровня «mbD» требуется одно устройство, а для взрывозащиты уровня «maD» — два устройства.

Примечание — По сравнению с требованиями к искробезопасному оборудованию с взрывозащитой уровня «iaD», в соответствии с IEC 61241-11, не запрещается использование активных регулирующих полупроводниковых цепей, поскольку для герметизированного оборудования уровень воздействия кратковременного отклонения от нормального режима значительно ниже.

Следующие компоненты, используемые для разделения различных цепей, считают неповреждаемыми:

a) оптроны и реле, если номинальное напряжение изоляции составляет ($2U$ + 1000 В) или 1500 В переменного тока в зависимости от того, что больше (U — сумма номинальных действующих значений напряжения обеих цепей);

b) трансформаторы, соответствующие IEC 61558-2-6 или IEC 60079-11;

c) катушки индуктивности, трансформаторы и обмотки электродвигателя, соответствующие IEC 60079-7, в том числе те, диаметр проволоки которых не превышает 0,25 мм и которые также защищены от недопустимых внутренних температур.

7.2.3 Неповреждаемые зазоры

Возможность повреждения, описанного в 7.2.1, в результате пробоя напряжением допускается не рассматривать, если расстояния между неизолированными токоведущими частями:

- одной и той же цепи, или
- цепи и заземленных проводящих частей, или
- двух отдельных цепей (сумма рабочих напряжений которых приведена в таблице 1 как напряжение; если одно рабочее напряжение составляет менее 20 % другого, его не следует учитывать) — соответствуют требованиям 7.2.3.1 и, если применимо, 7.2.3.2.

7.2.3.1 Расстояния между элементами в компаунде

Расстояния между элементами в компаунде считают не приводящими к повреждениям, если они соответствуют приведенным в таблице 1, при условии механической фиксации относительно друг друга перед герметизацией.

Таблица 1 — Расстояния в компаунде

Напряжение U (действующее значение или постоянный ток) (см. примечание), В	Минимальное расстояние, мм
≤ 63	0,5
≤ 400	1
≤ 500	1,5
≤ 630	2
≤ 1000	2,5
≤ 1600	4
≤ 3200	7
≤ 6300	12
≤ 10000	20
Примечание — Показанные значения напряжения отличаются от приведенных в IEC 60664-1. Для всех напряжений действительное напряжение может превышать указанные в таблице значения на 10 %, на основании рационализации источников напряжения в соответствии с IEC 60664-1 (таблица 3b).	

7.2.3.2 Расстояния между элементами в твердом диэлектрике

Расстояния между элементами в твердом диэлектрике считают не приводящими к повреждениям, если минимальная толщина твердой изоляции составляет 0,1 мм и соответствует требованиям электрической прочности изоляции (8.2.4).

7.2.4 Толщина слоя компаунда

Если поверхность компаунда полностью или частично окружена оболочкой и если оболочка составляет часть защиты, то оболочка или части оболочки должны соответствовать требованиям к оболочкам IEC 61241-0.

Минимальная толщина компаунда с окружающей его оболочкой или без таковой должна соответствовать требованиям 7.2.5—7.2.7 соответственно.

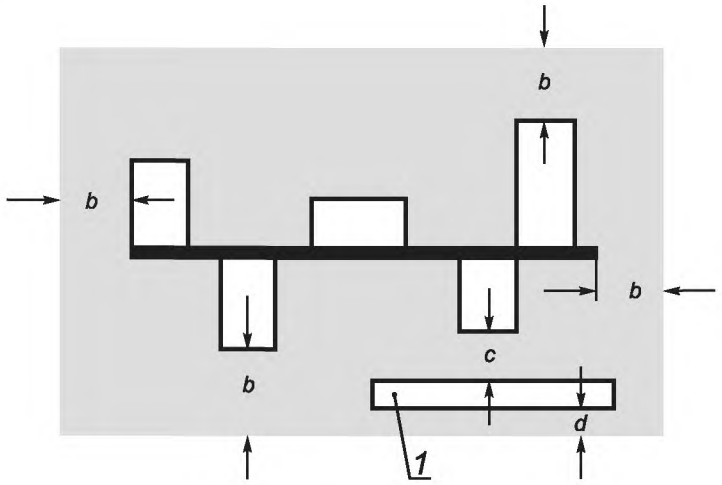
Дополнительно заливочный материал должен быть испытан на электрическую прочность изоляции по 8.2.4.

7.2.5 Электроборудование с взрывозащитой вида «mD» и наружная поверхность компаунда

Толщина слоя компаунда между наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками в герметизированной сборке, как показано на рисунке 1, должна соответствовать представленной в таблице 2.

Таблица 2 — Толщина слоя компаунда между наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»
$b \geq 3$ мм	Наружная поверхность ≤ 2 см^2 $b \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
	Наружная поверхность > 2 см^2 $b \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 3 мм
$c \geq$ расстояния по таблице 1	$c \geq$ расстояния по таблице 1
$d \geq 3$ мм	$d \geq 1$ мм
b — расстояние между элементом и наружной поверхностью; c — расстояние между элементом и непроводящими частями в герметизированной сборке; d — расстояние между токонепроводящей частью и наружной поверхностью.	



1 — токонепроводящая часть

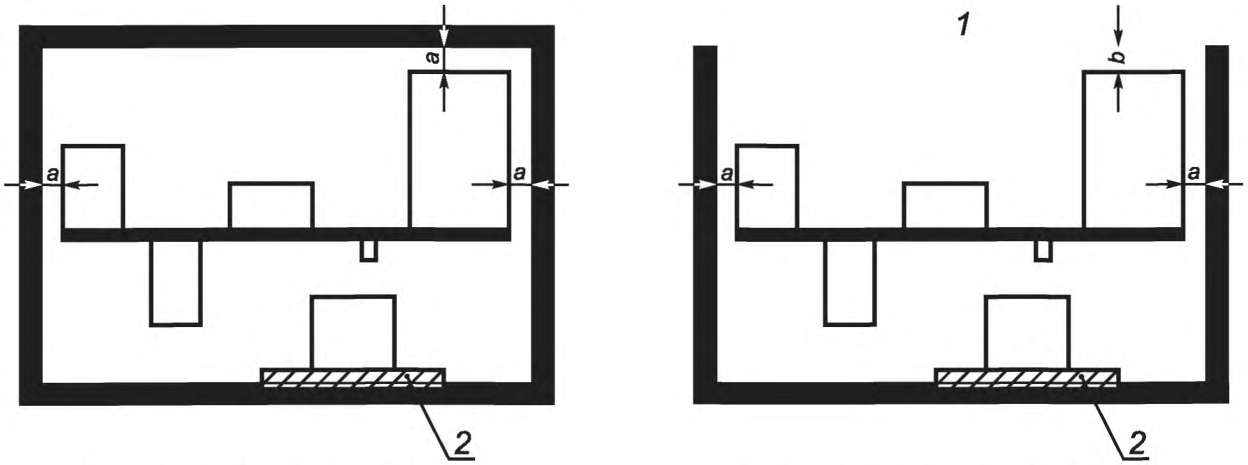
Рисунок 1 — Расстояния между наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

7.2.6 Электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» и металлическим корпусом

Толщина слоя компаунда между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками в герметизированной сборке, как показано на рисунке 2, должна соответствовать представленной в таблице 3.

Таблица 3 — Толщина слоя компаунда между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»
$a \geq 3$ мм	$a \geq 1$ мм
$b \geq 3$ мм	$b \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 3 мм
a — расстояние между элементом и внутренней стенкой оболочки; *b* — расстояние между элементом и наружной поверхностью.	



Металлический корпус со всех сторон

Металлический корпус не со всех сторон

1 — наружная поверхность; *2* — твердый изоляционный материал, см. 7.2.3.2.

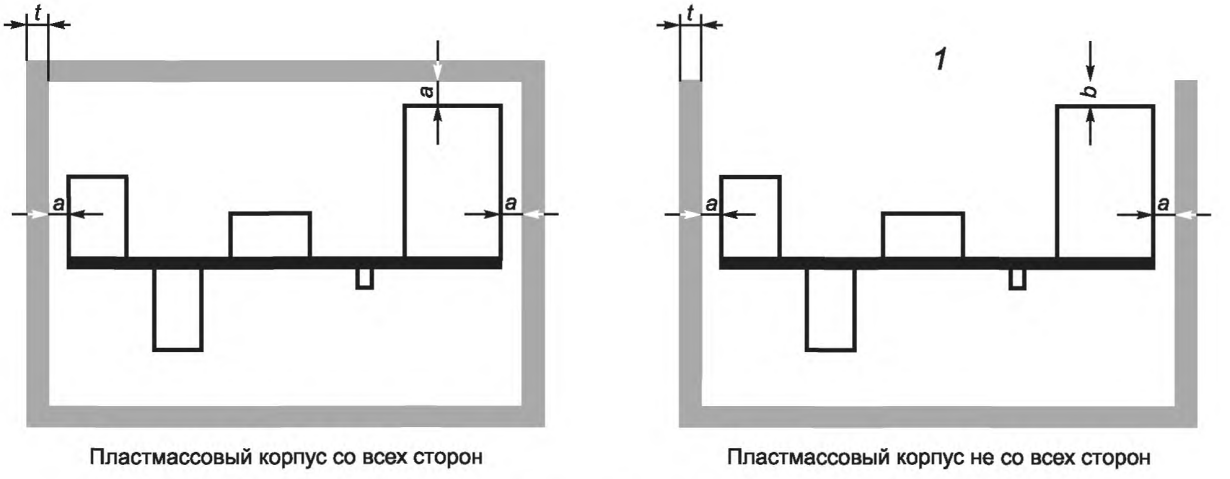
Рисунок 2 — Расстояния между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

7.2.7 Элетрооборудование с защитой вида «mD» и корпусом из пластмассы

Толщина слоя компаунда между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками, залитыми компаундом, как показано на рисунке 3, должна соответствовать представленной в таблице 4.

Таблица 4 — Толщина слоя компаунда между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

Корпус со сцеплением с компаундом				Корпус без сцепления с компаундом			
$t < 1$ мм		$t \geq 1$ мм		$t < 1$ мм		$t \geq 1$ мм	
Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»	Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»	Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»	Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»
$a \geq 3$ мм	$a \geq 1$ мм	$a + t \geq 3$ мм	$a + t \geq 1$ мм	$a \geq 3$ мм	$a \geq 3$ мм	$a \geq 3$ мм	$a \geq 1$ мм
$b \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 3 мм							
a — расстояние между элементом и внутренней стенкой корпуса; b — расстояние между элементом и наружной поверхностью; t — толщина стенки.							



1 — наружная поверхность

Рисунок 3 — Расстояния между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

7.2.8 Обмотки электрических машин

Для вращающихся машин с обмотками в пазах твердая пазовая изоляция должна:

a) иметь минимальную толщину 0,1 мм и должна присутствовать не менее чем на 5 мм от конца паза для взрывозащиты уровня «maD»;

b) для взрывозащиты уровня «mbD» требования к минимальной толщине и длине от конца паза отсутствуют.

Для взрывозащиты обоих уровней «maD» и «mbD» конец паза и внешняя обмотка должны быть защищены компаундом требуемой толщины в соответствии с 7.2.4. Испытания электрической прочности изоляции должны быть проведены при $U = (2U + 1000$ В) переменного тока с минимальным значением напряжения переменного тока 1500 В.

7.2.9 Твердые многослойные печатные монтажные платы со сквозным соединением

7.2.9.1 Общие положения

Многослойные печатные монтажные платы, соответствующие требованиям IEC 62326-4-1, с уровнем исполнения С, с минимальными расстояниями, указанными в 7.2.9.2, и работающие при напряжениях менее или равных 500 В, считают герметизированными при выполнении требований 7.2.9.2.

7.2.9.2 Минимальные расстояния

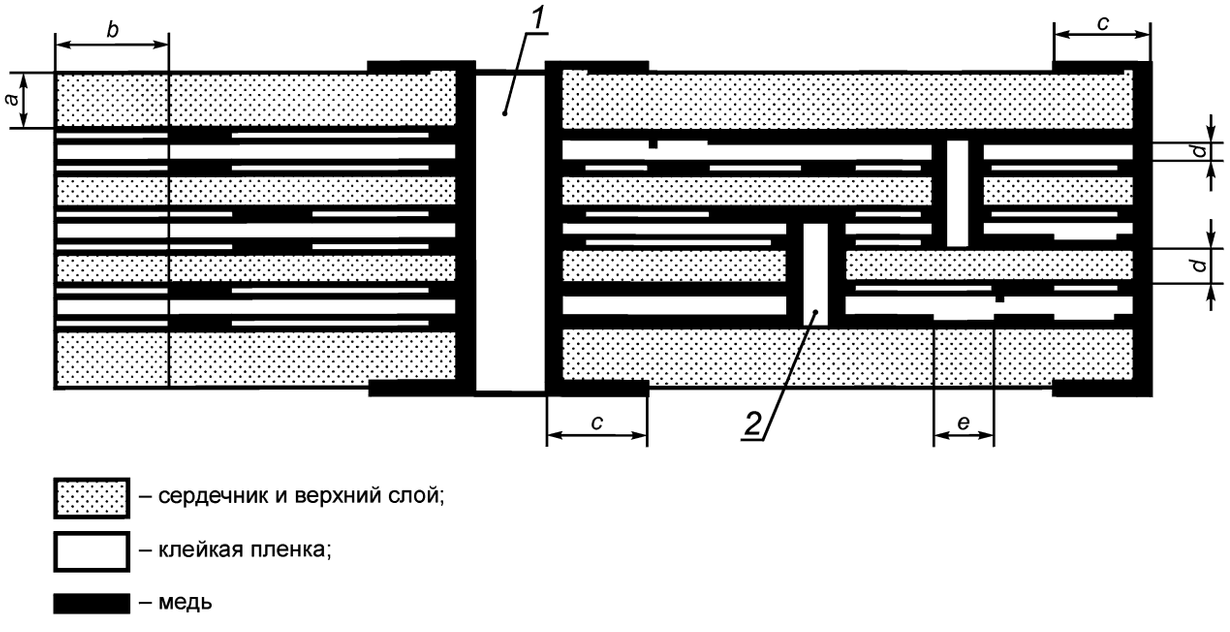
Изоляция плакированных медью слоистых материалов (сердечников) и клейких пленок должны соответствовать требованиям 7.2.3.2.

Минимальное расстояние между проводниками печатной платы и краем многослойной печатной монтажной платы или любым отверстием в ней должно быть не менее 3 мм. Если края или отверстия защищены металлическим или изоляционным материалом, который заходит на поверхности платы по крайней мере на 1 мм от краев или отверстий, расстояние до печатных проволочных проводников может быть сокращено до 1 мм. Изоляционный материал должен соответствовать требованиям к конформному покрытию в соответствии с IEC 61241-11. Минимальная толщина металлического покрытия должна быть 35 мкм, см. также рисунок 4 и таблицу 5.

Таблица 5 — Минимальные расстояния для многослойных печатных монтажных плат

Расстояние	Уровень взрывозащиты «maD»	Уровень взрывозащиты «mbD»
a	3 мм	0,5 мм
b	3 мм	3 мм
c	3 мм	1 мм
d	0,1 мм, см. 7.2.3.2	0,1 мм, см. 7.2.3.2
e	В соответствии с таблицей 1	В соответствии с таблицей 1

a — расстояние между проводящей частью и внешней поверхностью через верхний слой;
b — расстояние между проводящей частью и внешней поверхностью вдоль верхнего слоя;
c — протяженность металлического или изоляционного материала на поверхности платы от края или отверстия;
d — толщина клейкой пленки слоя или сердечника;
e — расстояния между двумя цепями внутри многослойной платы.



1 — сквозной контакт для заделки; *2* — сквозной контакт для соединения печатных проводников к слоям

Рисунок 4 — Минимальные расстояния для многослойных печатных монтажных плат

7.3 Переключающие контакты

Переключающие контакты должны быть помещены в дополнительную оболочку перед герметизацией. Такая дополнительная оболочка должна быть из неорганического материала, если коммутируемый ток на 2/3 превышает номинальный ток, указанный изготовителем элемента, или если ток более 6 А.

7.4 Внешние соединения

Для твердых компаундов оплетка соединительного кабеля должна быть защищена от повреждения соответствующими методами. Если соединение выполнено кабелем, постоянно подключенным к электрооборудованию или частям электрооборудования с защитой вида «герметизация компаундом "mD"», необходимо провести проверку прочности крепления кабеля в соответствии с 8.2.5.

7.5 Защита неизолированных токоведущих частей

Неизолированные токоведущие части, проходящие по поверхности компаунда, должны быть защищены одним из видов взрывозащиты в соответствии с требованиями IEC 61241-0.

7.6 Элементы и батареи

7.6.1 Общие требования

При оценке влияния устройств управления батареями на возможность выделения газа следует учитывать весь диапазон рабочих температур, внутреннее сопротивление и максимально допустимое напряжение. Допускается, что батарея может быть несбалансирована, при этом элементы с незначительным сопротивлением и максимально допустимым напряжением можно не принимать во внимание.

При взрывозащите уровня «maD» допускается использовать только батареи, соответствующие IEC 61241-11.

7.6.2 Предотвращение выпуска газа

Применение электромеханических систем, способных выделять газ в нормальном режиме эксплуатации, недопустимо. Если нельзя исключить выделение газа в условиях неисправности, выделение газа следует ограничить предохранителем в соответствии с 7.6.9. Защитное устройство вторичных элементов должно быть эффективным не только во время зарядки, но и во время разрядки. Это требование должно быть соблюдено и вне взрывоопасной среды.

В частности:

a) не должны быть использованы вентилируемые элементы;

b) не должны быть использованы герметизированные элементы с «регулирующими клапанами»;

c) применение герметичных элементов, которые в пределах диапазона температуры окружающей среды электрического оборудования не выпускают газ в любых условиях эксплуатации или неисправности, допускается без предохранителей в соответствии с 7.6.9;

d) герметичные элементы, не удовлетворяющие требованиям 7.6.2, перечисление c), должны иметь защитное устройство в соответствии с 7.6.9.

7.6.3 Допустимые электрохимические системы

Требования настоящего пункта заменяют требования IEC 61241-0 (пункт 22.2).

Допускается использовать только те системы, которые при применении в течение достаточного времени не выделяют газ в процессе работы. Этим требованиям соответствуют только батареи, указанные в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 — Первичные элементы, допустимые для использования

Тип элемента по IEC 60086-1	Положительный электрод	Электролит	Отрицательный электрод	Номинальное напряжение, В	Максимальное напряжение разомкнутой цепи, В
—	Диоксид марганца	Хлориды аммония	Цинк	1,50	1,73
A	Кислород	Хлориды аммония	Цинк	1,40	1,55
B	Однофтористый углерод	Органическое соединение	Литий	3,00	3,7
C	Диоксид марганца	Органическое соединение	Литий	3,00	3,7

Окончание таблицы 6

Тип элемента по IEC 60086-1	Положительный электрод	Электролит	Отрицательный электрод	Номинальное напряжение, В	Максимальное напряжение разомкнутой цепи, В
L	Диоксид марганца	Раствор щелочного металла	Цинк	1,50	1,65
P	Кислород	Раствор щелочного металла	Цинк	1,40	1,68
S	Оксид серебра	Раствор щелочного металла	Цинк	1,55	1,63
T	Оксид серебра	Раствор щелочного металла	Цинк	1,55	1,87

Таблица 7 — Вторичные элементы, допустимые для использования

Тип элемента по стандарту IEC	Тип элемента	Электролит	Номинальное напряжение, В	Максимальное напряжение холостого хода, В
Тип K IEC 60285 IEC 60622 IEC 61150	Никель-кадмиевые	Раствор калия/натрия	1,20	1,55
IEC 61436	Никель металлогидрид	Раствор калия	1,20	1,50
IEC 61960-1	Литиевые	Раствор органической соли	3,60	[a]
[a] Данные находятся в процессе подготовки.				

7.6.4 Защита от недопустимых температур и повреждения элементов

При наиболее неблагоприятной нагрузке батареи должны соответствовать требованиям перечисления a) или b):

a) в нормальном режиме эксплуатации температура поверхности элементов не должна превышать температуру, указанную изготовителем элементов или батарей, либо 80 °C при максимальной температуре окружающей среды оборудования, а значения максимального тока зарядки или разрядки не должны превышать безопасные значения, указанные изготовителем, или

b) батареи должны иметь один или более предохранителей, в соответствии с требованиями 7.6.5—7.6.9, для предотвращения недопустимого перегрева или выпуска газа внутри герметизированного устройства.

7.6.5 Обратный ток

Если в одной оболочке находится еще один источник напряжения, герметизированная батарея и связанные цепи должны быть защищены от зарядки иначе, чем с помощью цепи, специально предназначенной для зарядки. Например, батарея и связанные цепи должны быть отделены от других источников напряжения внутри оболочки зазорами согласно данным, указанным в таблице 1 для наибольшего напряжения, способного вызывать появление обратного тока.

7.6.6 Ограничение тока

Максимальная температура поверхности должна быть определена при наибольшем токе разряда, допустимом при максимальной нагрузке, указанной изготовителем оборудования, или при допустимом защитном устройстве (см. 7.7, например, при номинальных показателях плавкого предохранителя, увеличенных в 1,7 раза), или при коротком замыкании, если не указаны ни нагрузка, ни защитное устройство.

Для обеспечения безопасного тока, указанного изготовителем, на элементах или батарее могут быть использованы резисторы, токоограничивающие устройства или предохранители в соответствии с

IEC 60127 или другим соответствующим стандартом. При использовании заменяемых плавких предохранителей на них должны быть указаны номинальные значения.

7.6.7 Защита от перемены полярности и глубокой разрядки элементов

При последовательном соединении более трех элементов необходимо следить за напряжением элементов. Во время разрядки, при падении значения напряжения ниже предельного значения напряжения элемента, указанного изготовителем элементов или батареи, предохранитель должен разъединить элементы.

Примечание 1 — При последовательном соединении нескольких элементов может измениться их полярность во время разрядки из-за разной емкости элементов и батарей. Такие элементы с «обратной полярностью» могут стать причиной недопустимого выпуска газа.

Если для предотвращения перемены полярности элементов во время разрядки используют цепь защиты от сильной разрядки, то значение минимального запирающего напряжения должно быть равно значению, указанному изготовителем элемента или батареи. После отключения нагрузки от батареи ток должен быть не более разрядной емкости за 1000 ч работы.

Примечание 2 — При последовательном соединении слишком большого числа элементов, из-за допуска напряжений отдельных элементов и наличия цепи защиты от полной разрядки, защита батареи может быть невыполнима. Как правило, не рекомендуется защищать одной цепью защиты от сильной разрядки более шести последовательно соединенных элементов.

7.6.8 Зарядка батарей

Характеристики зарядных цепей должны быть полностью заданы. Зарядная система должна удовлетворять одному из следующих условий:

a) при одной неисправности зарядной системы значения зарядного напряжения и тока не должны превышать пределы, указанные изготовителем; или

b) если во время зарядки есть вероятность, что предельные значения напряжения элемента или зарядного тока, указанные изготовителем элемента или батареи, будут превышены, необходимо предусмотреть отдельное устройство безопасности в соответствии с 7.9 для предотвращения выделения газа и превышения максимальной номинальной температуры элемента, указанной изготовителем.

7.6.9 Требования к устройствам безопасности для элементов и батарей

Если необходимо, устройства безопасности должны составлять часть системы управления. Изготовитель должен предоставить информацию, необходимую для поддержания безопасности системы управления.

Примечание — Защитные устройства, соответствующие требованиям, установленным к оборудованию категории III в EN 954-1 «Безопасность машин. Защитные устройства, являющиеся частью системы управления. Часть 1. Общие принципы конструкции», будут соответствовать вышеуказанным требованиям.

7.7 Защитные устройства

7.7.1 Общие положения

Если электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» уровня «maD» не имеют более чем одно повреждение, а уровня «mbD» — двух повреждений без превышения температуры продолжительной эксплуатации герметизирующего материала или нарушений его температурного класса, такое оборудование должно быть оснащено защитным устройством, расположенным либо снаружи, либо непосредственно внутри оборудования.

Защитные устройства являются устройствами ограничения для предотвращения чрезмерного нагрева оборудования с взрывозащитой вида «mD». Защитное устройство должно прерывать максимальный ток поврежденной цепи, в которой оно установлено. Номинальное напряжение защитного устройства должно, по меньшей мере, соответствовать рабочему напряжению.

Если электрооборудование с взрывозащитой типа «mD» содержит элемент или батареи и если предусмотрено устройство безопасности для предотвращения чрезмерного перегрева (см. 7.6.6), то его можно рассматривать как защитное устройство, если оно также защищает все другие компоненты внутри этого же герметизированного оборудования от превышения температуры при продолжительной эксплуатации или нарушений его температурного класса.

7.7.2 Электрические защитные устройства

7.7.2.1 Общие положения

Номинальные параметры напряжения плавких предохранителей должны быть не ниже, чем у электрических цепей, а отключающая способность не ниже, чем ток короткого замыкания цепи.

Если не указано иное, следует исходить из того, что предохранитель может непрерывно выдерживать 1,7-кратный номинальный ток. Конструкцией предохранителя (время-токовой характеристикой) должна быть исключена возможность превышения продолжительной температуры эксплуатации герметизирующего материала или нарушения его температурного класса. Время-токовые характеристики предохранителей, в соответствии с IEC 60127 или ASNI/UL 248-1 должны быть установлены изготовителем предохранителей.

Примечание — В сетях электроснабжения с номинальным напряжением не более 250 В ожидаемый ток повреждения при коротком замыкании составляет 1500 А.

7.7.2.2 Защитные устройства, применяемые в электрооборудовании с взрывозащитой вида «mD»

Если герметизация не имеет более одного повреждения, в электрооборудовании с взрывозащитой вида «mD» могут быть применены дополнительные защитные устройства. В этом случае для указания специальных условий применения оборудованию должна быть присвоена маркировка взрывозащиты со знаком X в соответствии с ЕС 61241-0 [пункт 29.2, перечисление i)].

Если для контроля правильной подачи напряжения, тока и энергии на электрооборудование с взрывозащитой уровня «maD» применяют наружные защитные устройства или цепи защиты, характеристики внешнего защитного устройства или защитной цепи должны быть эквивалентны рабочим характеристикам ограничителя цепи «ibD» или цепи по IEC 61241-11. Допустимые уровни напряжения, тока и мощности должны быть определены в соответствии с тепловыми характеристиками герметизированного оборудования, а не требованиями искробезопасности.

7.7.3 Тепловые защитные устройства

На тепловые защитные устройства должны распространяться требования 6.2. Тепловые защитные устройства должны быть применены для защиты герметизации от повреждения при местном нагревании, например поврежденными компонентами или при превышении максимальной температуры поверхности (температурного класса).

Следует использовать только тепловые защитные устройства, не возвращающиеся автоматически в исходное положение. В таких устройствах не предусмотрены средства для возвращения в исходное положение и постоянного размыкания цепи после выдерживания при температуре, превышающей их рабочую температуру, в течение указанного максимального периода. Между контролируемым компонентом и тепловым защитным устройством должно быть установлено необходимое тепловое соединение. Должна быть определена переключающая способность устройств, которая должна быть не меньше максимально возможной нагрузки цепи.

Примечание — Для функциональных целей иногда возможно применение устройств, возвращающихся автоматически в исходное положение. В случае применения такие устройства должны работать при температуре ниже рабочей температуры теплового защитного устройства.

7.7.4 Встроенные защитные устройства

Защитные устройства, являющиеся неотъемлемой частью электрооборудования с взрывозащитой вида «mD», должны быть закрыты, чтобы во время процесса герметизации исключить возможность попадания в них компаунда.

Соответствие защитных устройств для применения по назначению должно быть подтверждено любым из следующих способов:

a) декларацией изготовителя; либо

b) испытанием образцов.

Примечание — Устройства, помещенные в стеклянный, пластиковый, керамический корпус или герметизированные другим способом, считают закрытыми.

8 Типовые испытания

8.1 Испытания компаунда на водопоглощение

Это испытание должно быть проведено лишь на образцах компаунда (компаундов), предназначенного для использования во влажной среде при эксплуатации герметизированного электрооборудования.

Должны быть испытаны три сухих образца (см. ISO 62). Образцы должны быть круглой формы, диаметром (50 ± 1) мм и толщиной (3 ± 0,2) мм. Образцы взвешивают и затем их погружают на 24 ч в водопроводную воду при температуре 23 °С ± 2 К. После этого их извлекают из воды, вытирают насухо и вновь взвешивают. Увеличение массы не должно превышать 1 %.

8.2 Испытания на электрооборудовании

8.2.1 Последовательность испытаний

Последовательность испытаний и число образцов указаны в приложении В.

8.2.2 Максимальная температура

Образец электрооборудования с взрывозащитой вида «mD» должен быть подвергнут типовым испытаниям, подтверждающим, что:

- в нормальном режиме работы не нарушаются температурные пределы, указанные в 6.1;
- при неисправностях, указанных в 7.2.1, не превышается максимальная температура поверхности.

Испытания электрооборудования с взрывозащитой вида «mD» без внешней нагрузки должны быть проведены в соответствии с IEC 61241-0 (подпункт 23.4.4.1) с учетом характеристик источника питания, указанных в 4.5. Испытания оборудования с взрывозащитой вида «mD» с внешней нагрузкой должны быть проведены при максимальном значении тока, не вызывающем срабатывания защитного устройства.

Максимальной считают температуру, достигшую конечного значения, если скорость ее изменения не превышает 2 К/ч.

8.2.3 Тепловые испытания

8.2.3.1 Испытание на теплостойкость

Испытания должны быть проведены в соответствии с IEC 61241-0 (подпункт 23.4.6.3).

При испытаниях используют:

a) максимальную температуру поверхности испытательного образца с прибавлением не менее 20 К (см. 8.2.2); или

b) максимальную температуру на поверхности компонента в компаунде (см. 6.3.2) с прибавлением не менее 20 К.

При выполнении перечисления a) испытательный образец должен быть подвергнут испытанию на теплостойкость и тепловому циклическому испытанию (см. 8.2.3.3); при выполнении перечисления b) проведение теплового циклического испытания необязательно.

8.2.3.2 Испытания на холодостойкость

Испытания должны быть проведены в соответствии с IEC 61241-0 (подпункт 23.4.6.4).

8.2.3.3 Тепловые циклические испытания

Образец должен быть снабжен одним или несколькими датчиками температуры, расположенными в компаунде на участках, имеющих максимальную температуру. Если образец содержит какие-либо электрические обмотки, температура может быть определена по изменению электрического сопротивления этих обмоток.

Примечание — Порядок испытания показан на схеме в приложении С.

В начале испытания источник электроэнергии должен быть отключен от образца. Образец должен иметь температуру 21 °С ± 2 К.

Затем его выдерживают не менее 1 ч при

$$(T_{a\,max} + 10)\ °C \pm 2\ K,$$

где $T_{a\,max}$ — максимальная температура окружающей среды в процессе эксплуатации, пока разность между температурой внутри и снаружи образца не достигла значения менее 2 К.

После этого на образец подают питание в соответствии с характеристиками источника питания по 4.5 с напряжением, создающим наиболее неблагоприятные условия, если только образец не содержит одно или несколько внутренних тепловых защитных устройств. В этом случае на образец подают такое питание, при котором температура на тепловом защитном устройстве, не возвращающемся автоматически в исходное положение, отличается в пределах 2 К от максимальной температуры отключения устройства. В испытательных целях может быть проведено шунтирование внутренних защитных устройств.

Температура внутри образца изменяется до достижения устойчивого распределения температур. Предполагается, что это происходит, когда скорость изменения температуры внутри образца становится менее 2 К/ч.

Температура внутри образца не должна превышать заданную продолжительную рабочую температуру компаунда.

Образец обесточивают, извлекают из среды температурой ($T_{a\ max}$ + 10) °С и охлаждают до температуры 21 °С ± 2 К. Затем образец помещают в среду температурой ($T_{a\ min}$ – 5) °С ± 2 К, где $T_{a\ min}$ — минимальная температура окружающей среды, пока разность между температурой внутри и снаружи образца не достигла значения менее 2 К.

После этого на образец подают питание в соответствии с 4.5 с напряжением, обеспечивающим наиболее неблагоприятный режим работы электрооборудования.

Изменение температуры внутри образца наблюдается до достижения устойчивого распределения температур. Предполагается, что это происходит, когда скорость изменения температуры внутри образца становится менее 2 К/ч.

После этого образец обесточивают и охлаждают до температуры ($T_{a\ min}$ – 5) °С ± 2 К. Минимальная продолжительность охлаждения — 30 мин, если критерием 2 К перепада температур не предусматривается более длительное время.

Затем источник питания включают вновь и повторяют цикл подачи и отключения питания. В общей сложности необходимо провести три полных цикла до извлечения образца из среды температурой ($T_{a\ min}$ – 5) °С и его повторного нагрева до комнатной температуры.

8.2.3.4 Критерии положительных результатов испытаний

После каждого испытания образец подвергают внешнему осмотру. Не должно быть никаких видимых повреждений, например трещин в компаунде, обнажения герметизированных узлов, отслаивания, недопустимой усадки, вспучивания, расщепления или разупрочнения, способных нарушить вид взрывозащиты. Допускается обесцвечивание поверхности компаунда (например, окисление в случае использования полимерной смолы).

Кроме того, должно быть проверено, что любые электрические защитные устройства, от которых зависит защита, работают с установленными параметрами.

8.2.4 Проверка электрической прочности изоляции

8.2.4.1 Порядок испытаний

Проверку электрической прочности изоляции проводят на цепях, соединенных следующим образом, если таковые используют:

a) между гальванически не связанными электрическими цепями, к которым есть доступ снаружи;

b) между каждой цепью, к которой есть доступ снаружи, и всеми заземленными частями;

c) между каждой цепью, к которой есть доступ снаружи, и поверхностью компаунда или оболочкой из пластмассы, которую, при необходимости, можно плакировать проводящей фольгой.

Для перечисления a) напряжение U должно представлять собой сумму номинальных напряжений двух испытуемых цепей, для перечислений b) и c) напряжение U должно представлять собой номинальное напряжение испытуемой цепи.

Действующее значение испытательного напряжения должно составлять 500 В для электрооборудования с напряжением питания, не превышающим 90 В. Если напряжение питания превышает максимум 90 В, испытательное напряжение должно составлять ($2U$ + 1000) В при минимальном напряжении переменного тока 1500 В, при частоте от 48 до 62 Гц. Если при альтернативном испытательном напряжении происходит повреждение электронных узлов внутри компаунда, испытательное напряжение должно составлять ($2U$ + 1400) В постоянного тока при минимальном значении напряжения 2100 В постоянного тока.

Испытательное напряжение должно равномерно увеличиваться до заданного в течение не менее 10 с и сохраняться на этом уровне не менее 60 с.

Примечание — Если для обеспечения электромагнитной совместимости в корпусе электрооборудования имеются компоненты для подавления мешающих импульсов, соединенные с оболочкой, которые могут быть повреждены во время испытаний, допускается рассматривать возможность проведения испытания на воздействие частичного разряда.

8.2.4.2 Критерии положительных результатов испытаний

Считают, что образцы выдержали испытания, если во время испытаний не наблюдалось поломки или искрения.

8.2.5 Испытание прочности крепления кабеля растягивающим усилием

8.2.5.1 Общие положения

Это испытание не проводят на Ex-компонентах.

8.2.5.2 Методика испытаний

Испытания проводят на одном образце при предварительно отключенном напряжении и при температуре 21 °С ± 2 К.

Испытание прочности крепления кабеля растягивающим усилием проводят после выдерживания образца в условиях в соответствии с 8.2.3.1 при максимальной температуре в точке ввода кабеля.

Значение прилагаемого растягивающего усилия в ньютонах должно быть равно 20-кратному значению диаметра кабеля в миллиметрах или 5-кратному значению массы герметизированного электрооборудования «mD», в зависимости от того, какое значение меньше.

Значение растягивающего усилия может быть уменьшено на 25 % требуемого значения при неразъемном креплении кабеля. Растягивающее усилие следует прилагать не менее 1 ч, и оно должно составлять не менее 1 Н. Направление усилия должно быть наиболее неблагоприятным.

8.2.5.3 Критерии положительных результатов испытаний

После испытания не должно наблюдаться видимых смещений между компаундом и кабелем, которые могут нарушить вид защиты. После испытаний следует провести внешний осмотр. Не допускается наличие видимых повреждений компаунда, например трещин, обнажения герметизированных элементов, нарушения сцепления.

8.2.6 Испытание под давлением

8.2.6.1 Методика испытаний

Для взрывозащиты уровня «maD» с индивидуальными свободными пространствами размером от 1 до 10 $см^3$ и для взрывозащиты уровня «mbD» с индивидуальными свободными пространствами размером от 10 до 100 $см^3$ должен быть подготовлен испытательный образец с подсоединенным испытательным давлением. Если в образце содержится более одного свободного пространства размером, требуемым по испытанию, давление должно быть одновременно подано на все свободные пространства.

Испытание под давлением следует проводить на образце, выдержавшем испытания на теплостойкость.

Испытание следует проводить с приложением давления, указанного в таблице 8, в течение не менее 10 с.

Таблица 8 — Испытание давлением

Минимальная температура окружающей среды	Испытательное давление, бар
≥ – 20[1)]	1000
– 30	1370
– 40	1450
– 50	1530
– 60	1620
[1)] Относится к оборудованию, сконструированному для применения в стандартном диапазоне температуры окружающей среды, указанном в IEC 61241-0.	

8.2.6.2 Критерии положительных результатов испытаний

После испытаний следует провести визуальный осмотр: не должно быть видимых повреждений компаунда, которые могли бы нарушить вид защиты, например трещин, обнажения герметизированных элементов, нарушения сцепления.

9 Контрольные проверки и испытания

9.1 Контроль внешнего вида

Части электрооборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом "mD"» должны быть подвергнуты внешнему осмотру. Не разрешается наличие видимых повреждений компаунда, например трещин, обнажения герметизированных элементов, отслаивания, недопустимой усадки, вспучивания, расщепления или разупрочнения.

9.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят для подтверждения изоляции цепей друг от друга и от окружающей среды. Уровни подаваемого напряжения при испытаниях должны соответствовать 8.2.4.

Испытательное напряжение следует подавать в течение не менее 1 с.

Допускается проводить испытания при 1-, 2-кратном испытательном напряжении, подаваемом не менее 100 мс.

Примечание — В некоторых случаях фактическое время испытаний может быть более 100 мс, поскольку образцу со значительной распределенной емкостью может потребоваться дополнительное время для достижения фактического испытательного напряжения.

Результаты испытаний считают положительными, если во время испытаний не наблюдалось пробоя изоляции или искрения.

Испытания электрической прочности изоляции батарей должны быть проведены в соответствии с IEC 60079-7 (пункт 6.6.2).

10 Маркировка

В дополнение к требованиям IEC 61241-0 маркировка должна содержать:

- номинальное напряжение;
- номинальный ток или мощность (при коэффициенте мощности, не равном единице, в маркировке должны быть указаны оба значения);
- предполагаемый ток короткого замыкания внешнего источника электропитания, если он не равен 1500 А;
- другие сведения, необходимые для безопасной работы конкретного электрооборудования.

Приложение А
(справочное)

Основные требования к компаундам для электрооборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом "mD"»

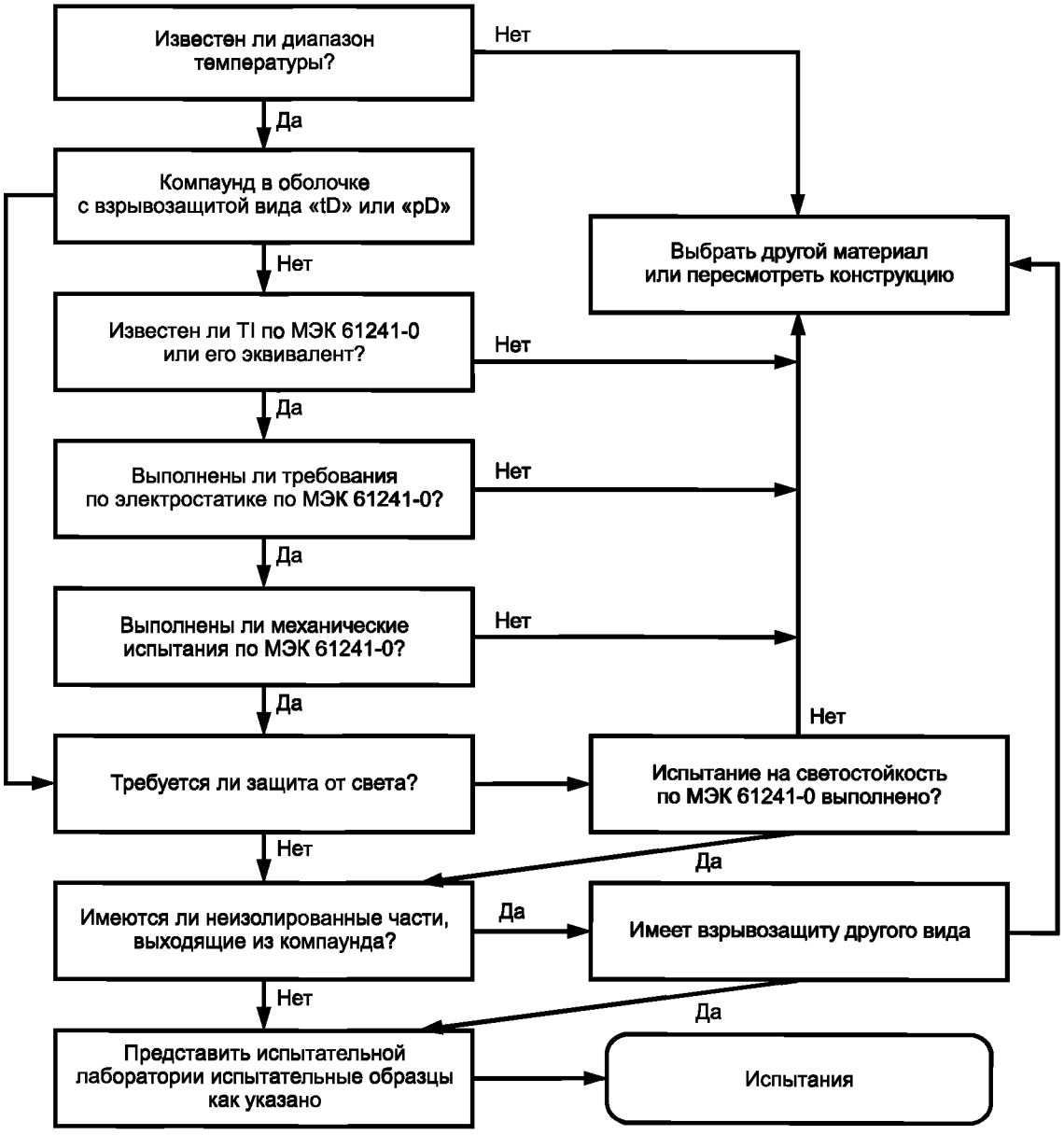


Рисунок А.1 — Основные требования к компаундам для оборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом "mD"»

Приложение В
(обязательное)

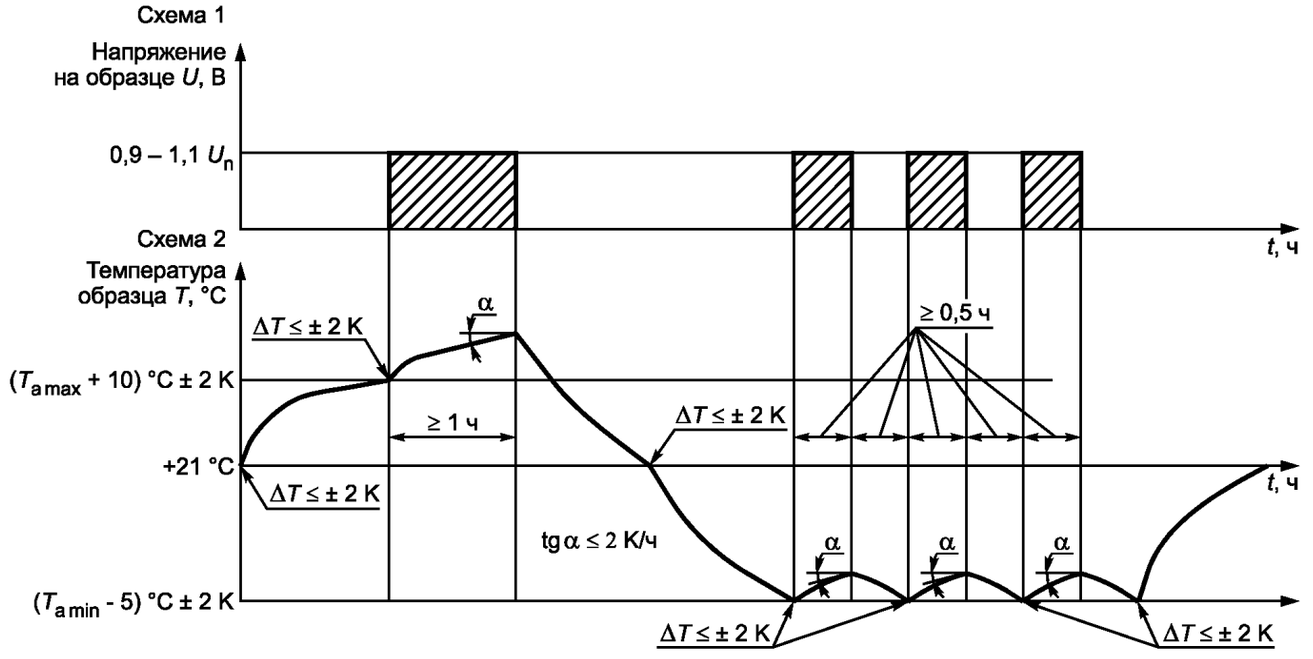
Распределение образцов, представляемых для испытаний

Таблица В.1 — Распределение образцов, представляемых для испытаний

Стандартные испытания		Дополнительные испытания	
Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Определение предельной температуры в соответствии с 6.3			
		Испытания прочности крепления кабеля растягивающим усилием в соответствии с 8.2.5 при комнатной температуре на новом образце (если требуется)	Хранение при максимальной температуре, измеренной на вводе кабеля в течение времени в соответствии с 8.2.3.1 (если требуется)
Испытания на теплостойкость в соответствии с 8.2.3.1	Испытания на теплостойкость в соответствии с 8.2.3.1		
Испытания на холодостойкость в соответствии с 8.2.3.2	Испытания на холодостойкость в соответствии с 8.2.3.2		
Тепловые циклические испытания в соответствии с 8.2.3.3 (если требуется)	Тепловые циклические испытания в соответствии с 8.2.3.3 (если требуется)		Испытания прочности крепления кабеля растягивающим усилием в соответствии с 8.2.5
Испытание электрической прочности изоляции в соответствии с 8.2.4	Испытание электрической прочности изоляции в соответствии с 8.2.4		
Испытания под давлением в соответствии с 8.2.6 (если требуется)	Испытания под давлением в соответствии с 8.2.6 (если требуется)		
Механические испытания в соответствии с IEC 61241-0 (если требуется)	Механические испытания в соответствии с IEC 61241-0 (если требуется)		
Примечание — Испытания проводят в таком порядке, в котором они перечислены в каждом столбце.			

Приложение С
(обязательное)

Методика проведения теплового циклического испытания



$T_{a\,max}$ — заданная максимальная температура окружающей среды в эксплуатации;
$T_{a\,min}$ — заданная минимальная температура окружающей среды в эксплуатации;
U_n — номинальное напряжение;
tg α — температурный градиент;
ΔT — разность температур внутренней и внешней частей образца

Рисунок С.1 — Методика проведения теплового циклического испытания

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60079-7:2001 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 7. Повышенная защита «e»	IDT	ГОСТ 31610.7-2012/IEC 60079-7:2006 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 7. Повышенная защита вида «e»
IEC 60079-11:1999 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 11. Искробезопасная цепь «i»	—	*
IEC 60086-1 Первичные батареи. Часть 1. Общие положения	—	*
IEC 60127 (все части) Предохранители плавкие миниатюрные	—	*
IEC 60243-1 Материалы твердые изоляционные. Методы определения электрической прочности. Часть 1. Испытания на промышленных частотах	—	*
IEC 60285 Аккумуляторы и батареи щелочные. Герметичные никель-кадмиевые цилиндрические перезаряжаемые одинарные аккумуляторы	—	*
IEC 60622 Вторичные элементы и батареи, содержащие щелочи и другие некислотные электролиты. Элементы аккумуляторные одиночные герметичные никель-кадмиевые призматические перезаряжаемые	—	*
IEC 60664-1:1992 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания	—	*
IEC 60691 Вставки плавкие тепловые. Требования и руководство по применению	—	*
IEC 61150 Вторичные элементы и аккумуляторные батареи щелочные. Герметичные никель-кадмиевые перезаряжаемые моноблочные кнопочные батареи	—	*
IEC 61241-0 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 0. Общие требования	IDT	ГОСТ IEC 61241-0—2011 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 0. Общие требования
IEC 61241-1 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 1. Защита оболочками «tD»	—	*
IEC 61241-11 Электрооборудование, применяемое в средах, содержащих взрывчатую пыль. Часть 11. Искробезопасное оборудование «iD»	IDT	ГОСТ IEC 61241-11—2011 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 11. Искробезопасное оборудование «iD»
IEC 61436 Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочи или другие некислотные электролиты. Герметичные никель-металлические гидридные перезаряжаемые отдельные элементы	—	*

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61558-2-6 Трансформаторы силовые, блоки питания и аналогичная продукция. Безопасность. Часть 2. Частные требования к изолирующим трансформаторам безопасности общего назначения	—	*
IEC 61960-1 Элементы вторичные и аккумуляторные батареи литиевые портативные. Часть 1. Литиевые вторичные элементы	—	*
IEC 62326-4-1 Платы печатные. Часть 4. Жесткие многослойные печатные платы с межслойными соединениями. Раздел 1. Частные технические условия на возможности изготовителя. Уровни исполнения A, B и C	—	*
ISO 62 Пластмассы. Определение поглощения воды	—	*
ANSI/UL 248-1 Стандарт по низковольтным предохранителям. Часть 1. Общие требования	—	*
ANSI/UL 746B Полимерные вещества. Оценка длительно сохраняемых свойств	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

УДК 621.3.002.5-213.34:006.354 МКС 29.260.20 IDT

Ключевые слова: взрывозащищенное электрооборудование, компаунд, герметизация.

Редактор *Д.М. Кульчицкий*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 13.08.2013. Подписано в печать 02.09.2013. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 3,26.
Уч.-изд. л. 2,70. Тираж 73 экз. Зак. 918.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru