ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 61241-18— 2009

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ЗОНАХ, ОПАСНЫХ ПО ВОСПЛАМЕНЕНИЮ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

Часть 18

Защита компаундом «mD»

IEC 61241-18:2004
Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust — Part 18: Protection by encapsulation «mD»
(IDT)

Издание официальное

БЗ 3—2009/138

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой национальной организацией «Ex-стандарт» (АННО «Ex-стандарт») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 403 «Оборудование для взрывоопасных сред (Ex-оборудование)»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 декабря 2009 г. № 553-ст

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2010

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 документы . . . 1
3 Определения . . . 3
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
Прложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации . . . 22

Введение

Бóльшая часть пыли, генерируемой, перерабатываемой, используемой и присутствующей в воздухе, горючая. После воспламенения пыль быстро горит 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 могут быть 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 электрооборудования 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 МЭК 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.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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 — 2011—01—01

1 Область применения

Требования настоящего стандарта предназначены для применения в сочетании с требованиями МЭК 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 — МЭК 61241-14 «Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 14. Выбор и установка» содержит руководство по выбору и установке электрооборудования. Дополнительные требования других стандартов также могут распространяться на электрооборудование, 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 включают в себя требования к взрывозащите других видов и содержит только требования к защите компаундом.

2 Нормативные документы

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).

Издание официальное

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

МЭК 60079-11:1999 Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 11. Искробезопасная цепь «i» (IEC 60079-11:1999, Explosive atmospheres — Part 11: Equipment protection by intrinsic safety «i»)

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

МЭК 60127 (все части) Предохранители плавкие миниатюрные (IEC 60127, Miniature fuses)

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

МЭК 60285 Аккумуляторы и батареи щелочные. Герметичные никель-кадмиевые цилиндрические перезаряжаемые одинарные аккумуляторы[1)] (IEC 60285, Alkaline secondary cells and batteries — Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells)

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

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

Изменение 1 (2000)

Изменение 2 (2002)

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

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

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

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

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

МЭК 61436 Аккумуляторы и батареи, содержащие щелочи или другие некислотные электролиты. Герметичные никель-металлические гидридные перезаряжаемые отдельные элементы[2)] (IEC 61436, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Sealed nickel-metal hydride rechargeable single cells)

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

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

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

ANSI/UL 746B Полимерные вещества. Оценка длительно сохраняемых свойств (ANSI/UL 746B, Polymeric Materials — Long-term Property Evaluations

---

[1)] Отменен и заменен стандартом МЭК 61951-1 (2003).

[2)] Отменен и заменен стандартом МЭК 61951-2 (2003).

3 Определения

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

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 температуры, 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): Пространство, непреднамеренно образуемое 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 МЭК 61241-0 (раздел 5).

4.2 Уровень взрывозащиты

Электрооборудование с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «mD» должно относиться к электрооборудованию с взрывозащитой уровня «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 МЭК 60127 или МЭК 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 электрооборудования 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 характеристик 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 МЭК 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 расширения 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 МЭК 61241-0 [пункт 29.2, перечисление i)].

f) электрическая прочность изоляции (МЭК 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 МЭК 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[1)];

[1)] ANSI/UL 746B Полимерные материалы. Оценка длительно сохраняемых свойств.

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

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 электрооборудования уровня «mbD» требуется один предохранитель, а для электрооборудования уровня «maD» — два предохранителя. Предохранитель следует присоединять к компоненту, с которым он будет работать, посредством теплового сопряжения. Электрооборудование с взрывозащитой вида «mD» может также дополнительно содержать автоматически возвращающийся в исходное положение предохранитель.

Для электрооборудования двух уровней используется один предохранитель, не возвращающийся автоматически в исходное положение, если он соответствует требованиям МЭК 60127 и МЭК 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 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 источника 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 электрооборудование должно иметь маркировку со знаком «X» в соответствии с МЭК 61241-0 [пункт 29.2, перечисление i)] для обозначения таких специальных условий использования электрооборудования.

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 МЭК 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 МЭК 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 электрооборудованию с взрывозащитой уровня «iaD», в соответствии с МЭК 61241-11, не запрещается использование активных регулирующих полупроводниковых цепей, поскольку для герметизированного электрооборудования 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 МЭК 61558-2-6 или МЭК 60079-11;

c) катушки индуктивности, трансформаторы и обмотки электродвигателя, соответствующие МЭК 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 указанным 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 МЭК 60664-1. Для всех напряжений действительное напряжение может превышать указанные в таблице значения на 10 %, на основании рационализации источников напряжения в соответствии с МЭК 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 МЭК 61241-0.

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

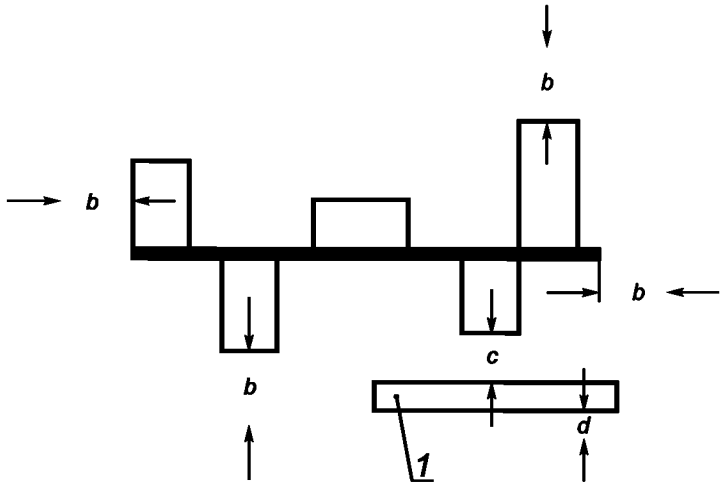
Дополнительно заливочный материал должен быть испытан на электрическую прочность изоляции по 8.2.4.

7.2.5 Электрооборудование 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

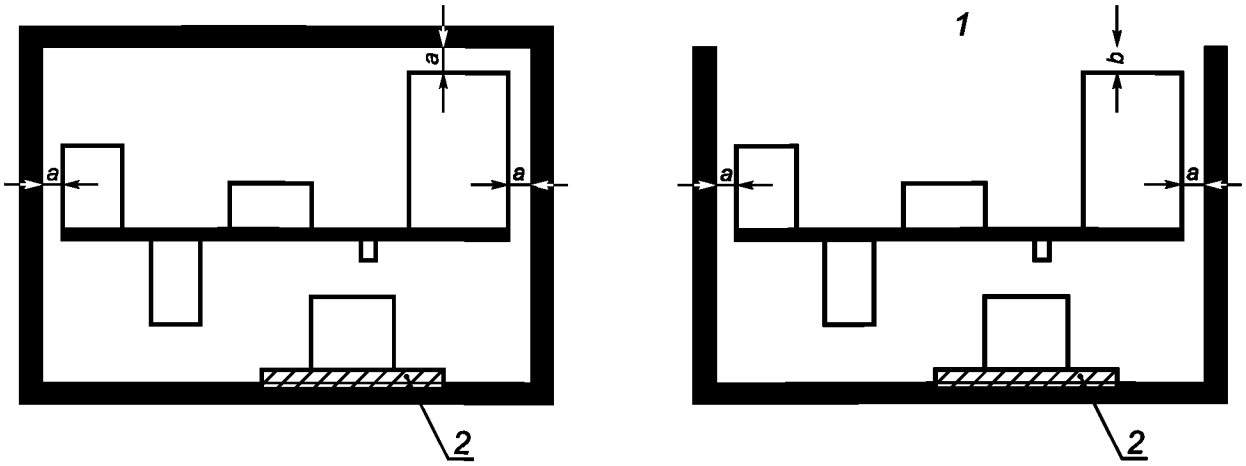
Рисунок 1 — Расстояния между наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

7.2.6 Элетрооборудование 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

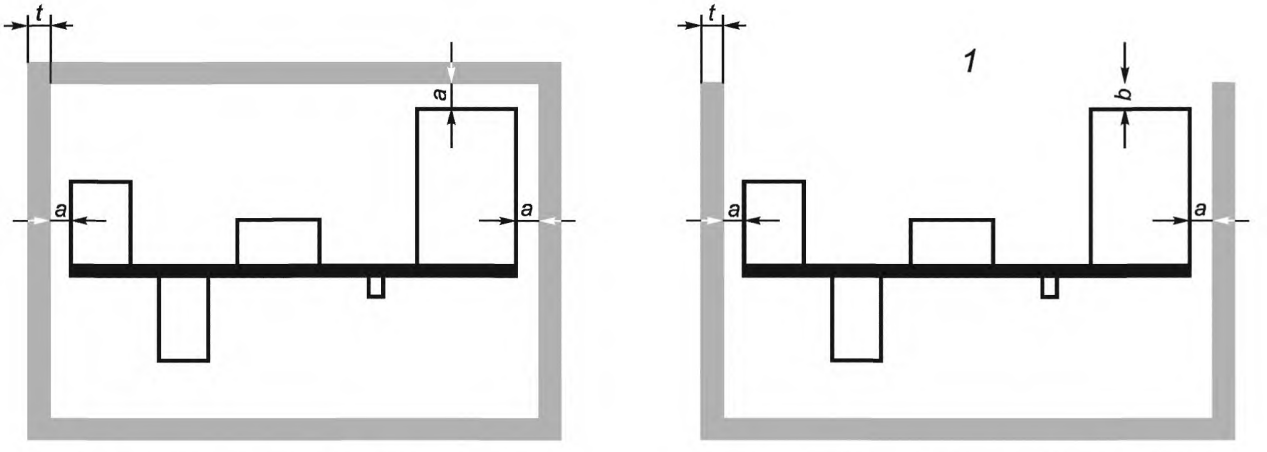
Рисунок 2 — Расстояния между стенкой или наружной поверхностью компаунда и элементами или проводниками

7.2.7 Элетрооборудование с взрывозащитой 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.							



Пластмассовый корпус со всех сторон

Пластмассовый корпус не со всех сторон

1 — наружная поверхность

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

7.2.8 Обмотки электрических машин

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

a) иметь минимальную толщину 0,1 мм и должна находиться 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 МЭК 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 должна 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 МЭК 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

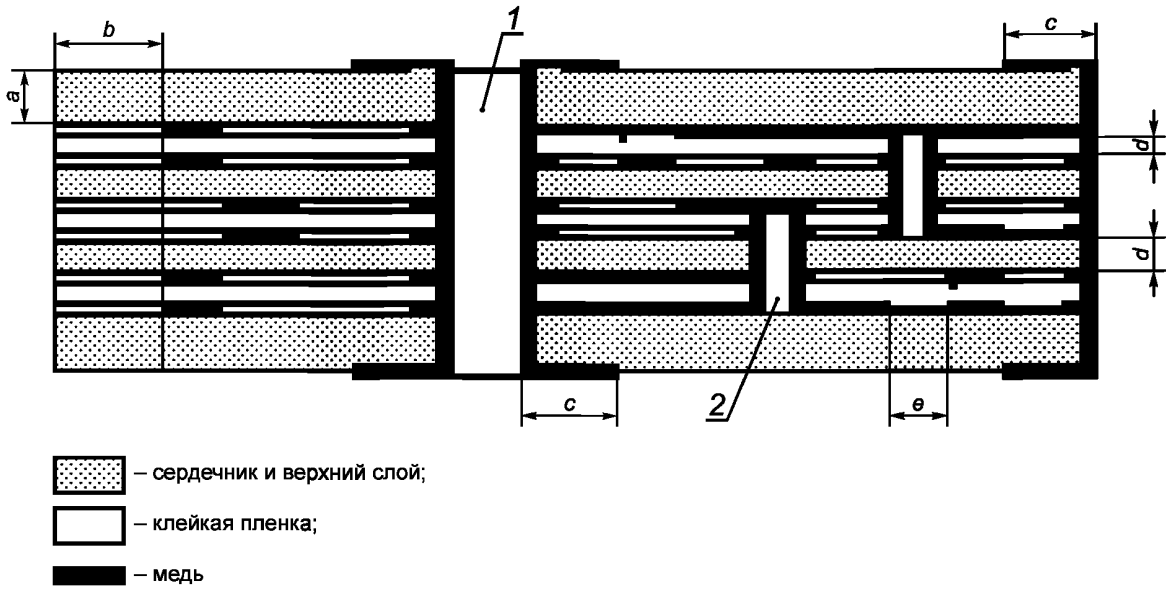
a — расстояние между проводящей частью и внешней поверхностью через верхний слой;

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 — расстояние между двумя цепями внутри многослойной платы.



1 — сквозной контакт для заделки; *2* — сквозной контакт для присоединения 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 МЭК 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 разрешается не принимать во внимание.

При взрывозащите уровня «maD» допускается использовать только батареи, соответствующие МЭК 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 электрооборудования не выпускают газ в любых условиях эксплуатации или неисправности, разрешается 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 МЭК 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 МЭК 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 МЭК 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 МЭК	Тип элемента	Электролит	Номинальное напряжение, В	Максимальное напряжение холостого хода, В
Тип K МЭК 60285 МЭК 60622 МЭК 61150	Никель-кадмиевые	Раствор калия/натрия	1,20	1,55
МЭК 61436	Никель металлогидрид	Раствор калия	1,20	1,50
МЭК 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 электрооборудования, а значения максимального тока зарядки или разрядки не должны превышать безопасные значения, указанные изготовителем, или

b) батареи должны иметь один или более предохранитель, 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 электрооборудования, 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 МЭК 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 ЕН 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 имеет более одного повреждения, а уровня «mbD» — двух повреждений без превышения температуры продолжительной эксплуатации герметизирующего материала или нарушения 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 электрооборудования 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 вида «mD» содержит элемент или батареи и если предусмотрено устройство безопасности для предотвращения чрезмерного перегрева (см. 7.6.6), то его допускается рассматривать как защитное устройство, если оно также защищает все другие компоненты внутри этого же герметизированного оборудования при продолжительной эксплуатации от превышения температуры или нарушения 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 повышения продолжительной температуры эксплуатации герметизирующего материала или нарушения его температурного класса. Время-токовые характеристики предохранителей, в соответствии с МЭК 60127 или ASNI/UL 248-1, должны быть установлены изготовителем предохранителей.

Примечание — В сетях электроснабжения 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 МЭК 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 МЭК 61241-11. Допустимые уровни напряжения, тока и мощности должны быть определены в соответствии с тепловыми характеристиками герметизированного электрооборудования, 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 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 их применению 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

Эти испытания должны быть проведены лишь на образцах компаунда (компаундов), предназначенного для использования во влажной среде при эксплуатации герметизированного электрооборудования.

Должны быть испытаны три сухих образца (см. ИСО 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 МЭК 61241-0 (подпункт 23.4.4.1) с учетом характеристик источника питания, указанных в 4.5. Испытания электрооборудования 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 Испытания на теплостойкость

Испытания должны быть проведены в соответствии с МЭК 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 а) 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 МЭК 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 температуре

$$(T_{a\,max} + 10)\ °C \pm 2\ К,$$

где $T_{a\,max}$ — максимальная температура окружающей среды в процессе эксплуатации, пока разность между температурой внутри и снаружи образца не достигнет 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 одного или нескольких 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 с температурой $(T_{a\,max} + 10)$ °С и охлаждают до температуры 21 °С ± 2 К. Затем образец помещают в среду с 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 достигнет 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 с 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, допускается 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 Испытания прочности крепления кабеля растягивающим усилием

8.2.5.1 Общие положения

Эти испытания 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.

Испытания 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 с взрывозащитой вида «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 испытаний не должно наблюдаться видимых смещений между компаундом и кабелем, которые могут нарушить вид защиты. После испытаний следует провести внешний осмотр. Не допускаются видимые повреждения компаунда, например трещины, обнажения герметизированных элементов, нарушения сцепления.

8.2.6 Испытания 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.

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

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

Таблица 8 — Испытание давлением

Минимальная температура окружающей среды, °С	Испытательное давление, бар
≥ –20[1)]	1000
–30	1370
–40	1450
–50	1530
–60	1620
[1)] Относится к электрооборудованию, сконструированному для применения в стандартном диапазоне температуры окружающей среды, указанном в МЭК 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 разрешаются видимые повреждения компаунда, например трещины, обнажения герметизированных элементов, отслаивания, недопустимая усадка, 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 МЭК 60079-7 (пункт 6.6.2).

10 Маркировка

В дополнение к требованиям МЭК 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»

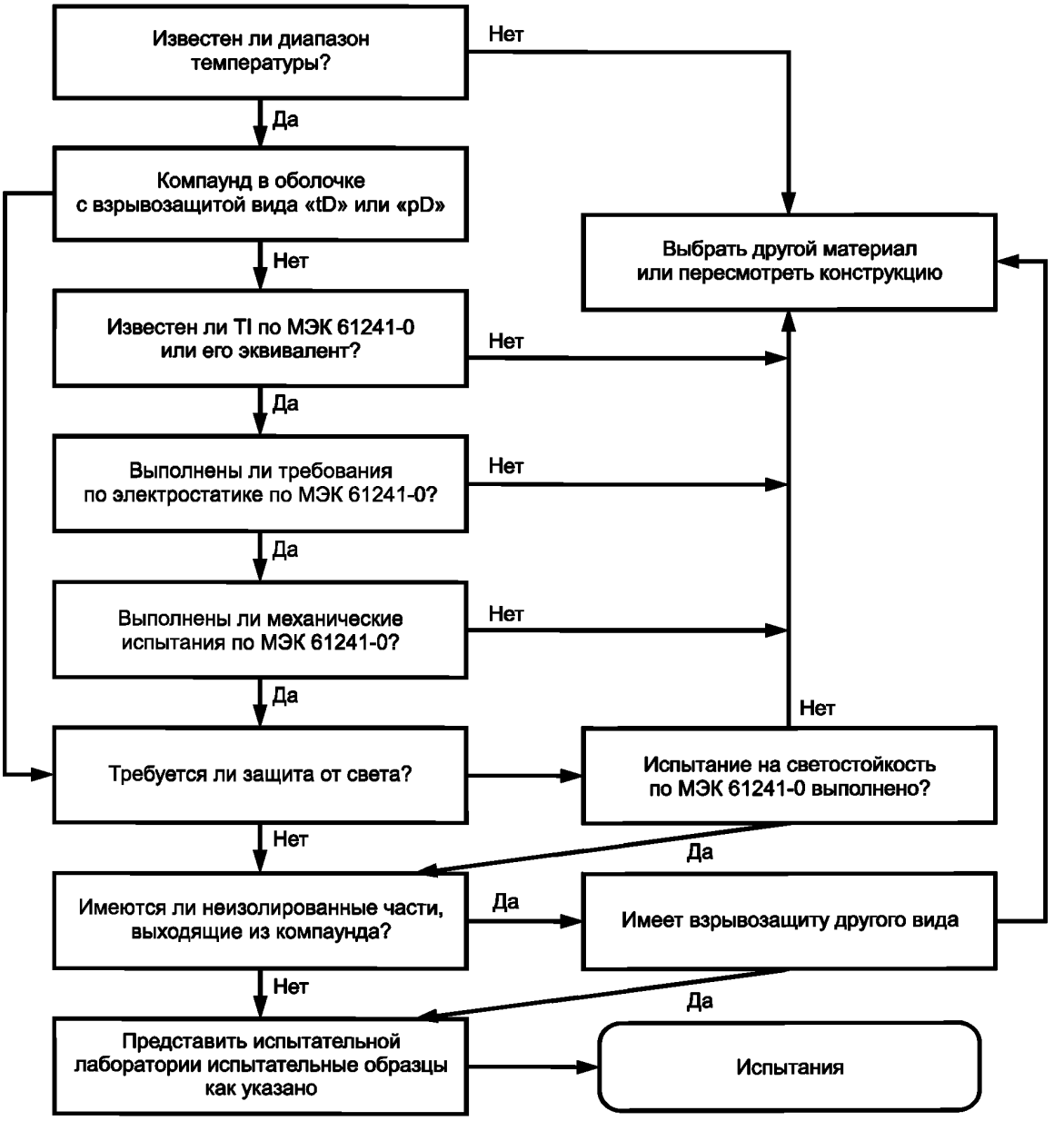


Рисунок А.1 — Основные требования к компаундам для оборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «mD»

Приложение В
(обязательное)

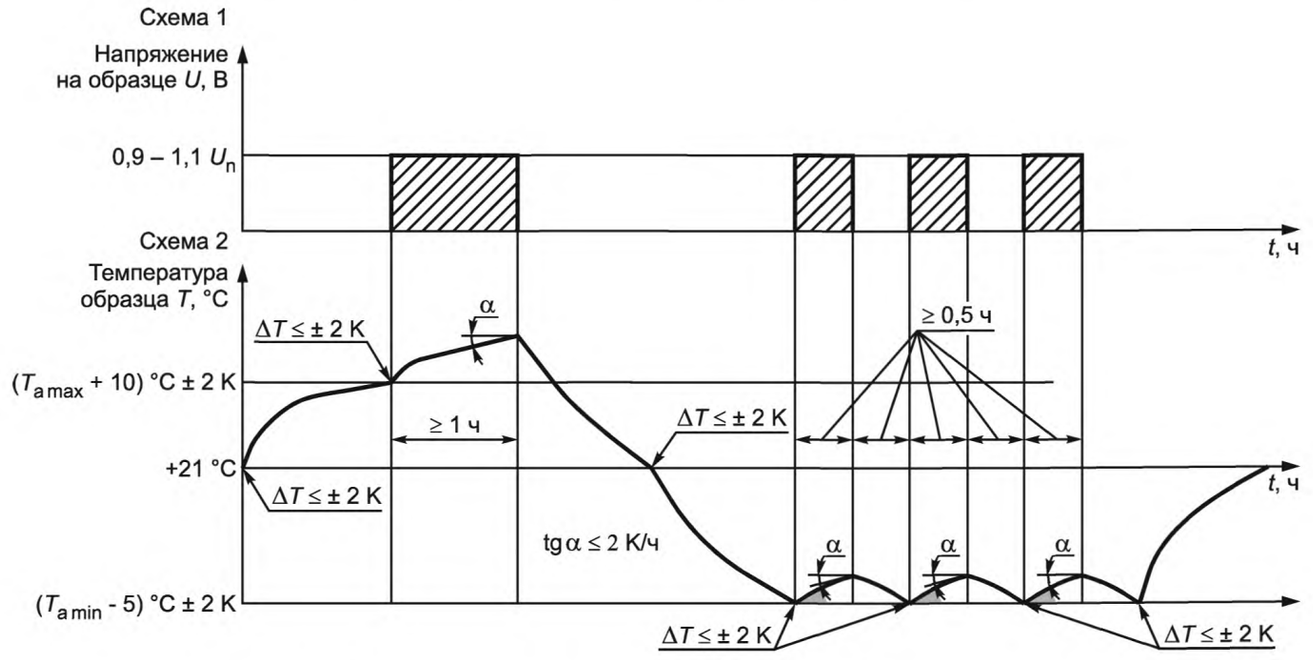
Распределение образцов, представляемых для испытаний

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 растягивающем усилием в соответствии с 8.2.5
Испытания электрической прочности изоляции в соответствии с 8.2.4	Испытания 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 МЭК 61241-0 (если требуется)	Механические испытания в соответствии с МЭК 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 ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60079—7:2001	IDT	ГОСТ Р 52350.7—2005 (МЭК 60079-7:2006) Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 7. Повышенная защита вида «е»
МЭК 60079—11:1999	IDT	ГОСТ Р 52350.11—2005 (МЭК 60079-11:2006) Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь «i»
МЭК 60086-1	IDT	ГОСТ Р МЭК 86-1—96 Батареи первичные. Часть 1. Общие положения
МЭК 60127 (все части)	MOD	ГОСТ Р 50538—93 (МЭК 127-2—89) Миниатюрные плавкие предохранители. Трубчатые плавкие вставки
МЭК 60243-1	MOD	ГОСТ Р 50532—93 (МЭК 212—71) Материалы элетроизоляционные твердые. Стандартные условия, устанавливаемые до и во время испытаний
МЭК 60285	IDT	ГОСТ Р МЭК 60285—2002 Аккумуляторы и батареи щелочные. Аккумуляторы никель-кадмиевые герметичные цилиндрические
МЭК 60622	IDT	ГОСТ Р МЭК 60622—2002 Аккумуляторы и батареи щелочные. Аккумуляторы никель-кадмиевые герметичные призматические
МЭК 60664-1:1992		*
МЭК 60691	MOD	ГОСТ Р 50339.0—2003 (МЭК 60269-1—98) Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования
МЭК 61150		*
МЭК 61241-0	IDT	ГОСТ Р МЭК 61241-0—2007 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 0. Общие требования
МЭК 61241-1		*
МЭК 61241-11	IDT	ГОСТ Р МЭК 61241-11—2009 Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 11. Искробезопасное оборудование «iD»
МЭК 61436	IDT	ГОСТ Р МЭК 61436—2004 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы никель-металл-гидридные герметичные
МЭК 61558-2-6	NEQ	ГОСТ 1983—2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия
МЭК 61960-1		*
МЭК 62326-4-1		*

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 62	NEQ	ГОСТ 21207—81 Пластмассы. Метод определения воспламеняемости ГОСТ 4648-71 Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб ГОСТ 4647—80 Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи ГОСТ 4650—80 Пластмассы. Методы определения водопоглощения
ANSI/UL 248-1	NEQ	ГОСТ Р 50339.0—2003 (60269-1—98) Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования
ANSI/UL 746B		*

* Соответствующий национальный 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 использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

УДК 621.3.002.5-213.34:006.354 ОКС 29.260.20 Е02 ОКСТУ 3402

Ключевые слова: электрооборудование взрывозащищенное, компаунд, герметизация

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 29.12.2009. Подписано в печать 19.03.2010. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,90. Тираж 124 экз. Зак. 199.

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