ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60079-18— 2012

ВЗРЫВООПАСНЫЕ СРЕДЫ
Часть 18

Оборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m»

IEC 60079-18: 2009
Explosive atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation «m»

(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 сентября 2012 г. № 315-ст

4 Настоящий стандарт идентичен третьему изданию международного стандарта МЭК 60079-18 «Взрывоопасные среды. Часть 18.Оборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m» (IEC 60079-18:2009 «Explosive Atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation «m»)

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 60079-18—2008

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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 Термины и определения 2
4 Общие положения 3
4.1 Уровень взрывозащиты (уровень взрывозащиты оборудования EPL) 3
4.2 Дополнительные требования к уровню взрывозащиты «ma» 3
4.3 Номинальное напряжение и предполагаемый ток короткого замыкания 4
5 Требования к компаундам 4
5.1 Общие положения 4
5.2 Технические характеристики 4
5.3 Свойства компаунда 4
5.3.1 Водопоглощение 4
5.3.2 Электрическая прочность изоляции 4
6 Температуры 5
6.1 Общие положения 5
6.2 Определение предельной температуры 5
6.2.1 Максимальная температура поверхности 5
6.2.2 Температура компаунда 5
6.3 Ограничение температуры 5
7 Требования к конструкции 5
7.1 Общие положения 5
7.2 Определение неисправностей 6
7.2.1 Проверка неисправностей 6
7.2.2 Неповреждаемые компоненты 6
7.2.3 Изолирующие компоненты 6
7.2.4 Неповреждаемые зазоры 6
7.3 Свободное пространство в герметизированной сборке 7
7.3.1 Оборудование группы III с видом взрывозащиты «m» 7
7.3.2 Оборудование групп I и II с видом взрывозащиты «m» 8
7.4 Толщина слоя компаунда 9
7.4.1 Оборудование «m» 9
7.4.2 Обмотки электрических машин 10
7.4.3 Твердые многослойные печатные монтажные платы со сквозным соединением 10
7.5 Переключающие контакты 11
7.5.1 Уровень взрывозащиты «ma» 11
7.5.2 Уровень взрывозащиты «mb» 11
7.5.3 Уровень взрывозащиты «mc» 11
7.6 Внешние соединения 11
7.6.1 Общие положения 11
7.6.2 Дополнительные требования к оборудованию с уровнем взрывозащиты «ma» 12

7.7 Защита неизолированных токоведущих частей ... 12
7.8 Элементы и батареи ... 12
7.8.1 Общие положения ... 12
7.8.2 Предотвращение выпуска газа ... 12
7.8.3 Защита от недопустимых температур и повреждения элементов ... 12
7.8.4 Обратный ток ... 13
7.8.5 Ограничение тока ... 13
7.8.6 Защита от изменения полярности и глубокой разрядки элементов ... 13
7.8.7 Зарядка элементов и батарей ... 13
7.8.8 Требования к управляющим устройствам для элементов и батарей ... 14
7.9 Защитные устройства ... 14
7.9.1 Общие положения ... 14
7.9.2 Электрические защитные устройства ... 15
7.9.3 Тепловые защитные устройства ... 15
7.9.4 Встроенные защитные устройства ... 16
8 Типовые испытания ... 16
8.1. Испытания компаунда ... 16
8.1.1 Испытание компаунда на водопоглощение ... 16
8.1.2. Испытание электрической прочности изоляции ... 16
8.2 Испытания на оборудовании ... 16
8.2.1 Последовательность испытаний ... 16
8.2.2 Максимальная температура ... 16
8.2.3 Тепловые испытания ... 17
8.2.4 Проверка электрической прочности изоляции ... 17
8.2.5 Испытание прочности крепления кабеля растягивающим усилием ... 18
8.2.6 Испытание под давлением электрооборудования групп I и II ... 18
8.2.7 Испытание тепловых защитных устройств, возвращающихся в исходное положение ... 19
8.2.8 Испытание на герметичность встроенных защитных устройств ... 19
9 Контрольные проверки и испытания ... 19
9.1 Визуальный осмотр ... 19
9.2 Испытание электрической прочности изоляции ... 19
10 Маркировка ... 20
Приложение А (справочное) Основные требования к компаундам для оборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «m» ... 21
Приложение В (обязательное) Распределение образцов, представляемых для испытаний ... 22
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных и региональных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации ... 23
Библиография ... 24

Введение

Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст третьего издания международного стандарта МЭК 60079-18:2009, включая поправку 1, включенного в международную систему сертификации МЭКЕх. Требования настоящего стандарта полностью отвечают потребностям экономики страны и международным обязательствам Российской Федерации.

Настоящий стандарт подготовлен в обеспечение Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Настоящий стандарт является одним из комплекса стандартов по видам взрывозащиты для электрооборудования, применяемого во взрывоопасных средах и может применяться для нормативного обеспечения обязательной сертификации и испытаний.

Установленные в настоящем стандарте требования обеспечивают вместе со стандартом ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 «Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования» безопасность применения электрооборудования на опасных производственных объектах в угольной, газовой, нефтяной, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЗРЫВООПАСНЫЕ СРЕДЫ
Часть 18

Оборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m»

Explosive atmospheres. Part 18. Equipment protection by encapsulation «m»

Дата введения – 2013–07–01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к конструкции, испытаниям и маркировке электрооборудования, его частей и Ex-компонентов с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m», предназначенных для применения во взрывоопасных газовых или пылевых средах.

Настоящий стандарт применяется только для герметизированного электрооборудования, герметизированных частей электрооборудования и герметизированных Ex-компонентов (далее – оборудование с видом взрывозащиты «m») с номинальным напряжением не более 11 кВ.

Для применения электрооборудования в средах, содержащих одновременно взрывоопасный газ и горючую пыль, требуется использовать дополнительные меры защиты.

Настоящий стандарт не распространяется на пыль, содержащую взрывоопасные вещества, которым для взрыва не требуется смешение с кислородом, или самовоспламеняющиеся вещества.

В настоящем стандарте не принимаются во внимание опасности, возникающие при выделении из пыли горючего или токсичного газа.

Требования, установленные настоящим стандартом, дополняют и изменяют общие требования, изложенные в МЭК 60079-0. В случае если требования настоящего стандарта вступают в противоречие с требованиями МЭК 60079-0, то выполняются требования настоящего стандарта.

2 Нормативные документы

Приведенные ниже стандарты являются обязательными для применения настоящего стандарта. Для стандартов с указанной датой опубликования применяют только указанное издание. Если дата опубликования не указана, то применяют последнее издание приведенного стандарта (со всеми поправками).

МЭК 60079-0 Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

IEC 60079-0 Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements

МЭК 60079-7 Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование с видом взрывозащиты «повышенная защита «e»

IEC 60079-7 Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety «e»

МЭК 60079-11 Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная цепь «i»

IEC 60079-11 Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety «i»

МЭК 60079-15 Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «n»

IEC 60079-15 Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection «n»

МЭК 60079-26 Взрывоопасные среды. Часть 26. Оборудование с уровнем защиты оборудования Ga

IEC 60079-26 Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga

МЭК 60079-31 Взрывоопасные среды. Часть 31. Оборудование, защищенное от воспламенения пыли оболочками «t»

IEC 60079-31 Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosures «t»

Издание официальное

МЭК 60127 (все части) Предохранители плавкие миниатюрные

IEC 60127 (all parts), Miniature fuses

МЭК 60243-1 Материалы твердые изоляционные. Методы испытания. Часть 1. Испытания на промышленных частотах

IEC 60243-1 Electrical strength of insulating material – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies

МЭК 60691 Вставки плавкие тепловые. Требования и руководство по применению

IEC 60691 Thermal-links – Requirements and application guide

МЭК 60730-2-9 Устройства управления автоматические электрические бытового и аналогичного назначения. Часть 2-9. Частные требования к терморегуляторам

IEC 60730-2-9 Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls

МЭК 60738-1 Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления с единичной ступенчатой функцией. Часть 1. Общие технические требования

IEC 60738-1 Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification

МЭК 61241-11 Электрооборудования для применения в присутствии горючей пыли. Часть 11. Искробезопасная цепь «iD»

IEC 61241-11 Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety «iD»

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 isolating transformers for general use

МЭК 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

IEC 62326-4-1 Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability detail specification – Performance levels A, B and C

ИСО 62 Пластмассы. Методы определения водопоглощения

ISO 62 Plastics – Determination of water absorption

ИСО 13849-1 Безопасность машинного оборудования. Защитные устройства, являющиеся частью системы управления. Часть 1. Общие принципы конструкции

ISO 138491:1 Safety of machinery – Safety-related parts systems – Part 1: General principles for design

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 материалы. Долгосрочная оценка свойств

ANSI/UL 746B Standard for polymeric materials – Long term property evaluations

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения, указанные в МЭК 60079-0, а также следующие термины с соответствующими определениями.

Примечание – Дополнительные определения, относящиеся к взрывоопасным средам, приведены в МЭК 60050-426 [1].

3.1 **герметизация компаундом «m»** (encapsulation «m»): Вид взрывозащиты, при котором части электрооборудования, способные воспламенить взрывоопасную среду за счет искрения или нагрева, заключают в компаунд таким образом, чтобы избежать воспламенения слоя пыли или взрывоопасной среды в условиях работы или установки.

3.2 **компаунды** (compounds): Термоактивная, термопластическая полимерная смола или эластомерные материалы с наполнителями и (или) добавками или без них после заливки и последующего 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 оборудования или до проведения соответствующего ремонта.

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 и/или слоев пыли.

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

Примечания

1 Ограничения, определенные изготовителем, могут включать постоянные условия эксплуатации, например, эксплуатацию двигателя в рабочем цикле.

2 Изменение значений 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 пространства внутри компонентов.

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

3.11 **сцепление** (adhesion): Влаго-, газо- и пыленепроницаемое постоянное сцепление компаунда с поверхностью стенки.

3.12 **учитываемое повреждение** (countable fault): Повреждение, происходящее в частях электрооборудования, удовлетворяющего конструктивным требованиям

3.13 **неповреждаемое разделение или неповреждаемая изоляция** (infallible separation or insulation): Разделение или изоляция между токоведущими частями, которые не подвергаются повреждениям на замыкание между этими частями, указанным в МЭК 60079-18. Вероятность того, что такие повреждения произойдут в процессе эксплуатации или хранения, считают настолько низкой, что ее не следует учитывать.

3.14 **неучитываемое повреждение** (non-countable fault): Повреждение, происходящее в частях электрического оборудования, не удовлетворяющего конструктивным требованиям МЭК 60079-18.

3.15 **твердая изоляция** (solid insulation): Изоляционный материал, прессованный или отлитый в форме, но не затвердевший после заливки.

Примечание – Изоляторы, выполненные из двух или более частей электроизоляционного материала, соединенных вместе твердым способом, могут считаться твердой изоляцией. Лаковые или другие подобные покрытия не считаются твердой изоляцией.

4 Общие положения

4.1 Уровень взрывозащиты (уровень взрывозащиты оборудования EPL)

Электрооборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m» должно относиться к:

a) уровню взрывозащиты «ma» (EPL Ma, Ga, Da);

b) уровню взрывозащиты «mb» (EPL Mb, Gb, Db);

c) уровню взрывозащиты «mc» (EPL, Gc, Dc).

Требования настоящего стандарта распространяются на все уровни взрывозащиты оборудования «m» (EPL), если не указано иное.

4.2 Дополнительные требования к уровню взрывозащиты «ma»

Рабочее напряжение в любой точке цепи оборудования не должно превышать значения 1 кВ.

Применение компонентов без дополнительной защиты допускается при условии, что они не могут нарушить герметизацию в результате механического воздействия или нагрева при повреждении.

В качестве альтернативы, если повреждение внутреннего компонента может привести к нарушению герметизации системы в результате повышения температуры, должны применяться требования 7.9.

4.3 Номинальное напряжение и предполагаемый ток короткого замыкания

В документации должны быть указаны номинальные значения напряжения и предполагаемого тока короткого замыкания, чтобы исключить превышение предельной температуры, установленной для соответствующего уровня взрывозащиты «ma», «mb» или «mc».

5 Требования к компаундам

5.1 Общие положения

В документации должны быть указаны применяемый(ые) компаунд(ы) и технологическая(ие) инструкция(ии) изготовления компаунда.

Должны быть указаны те свойства компаунда (компаундов), от которых зависит взрывозащита вида «герметизация компаундом «m».

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

5.2 Технические характеристики

В технических характеристиках должны быть указаны:

a) наименование и адрес изготовителя компаунда;

b) точное и полное наименование материала, и в случае 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 они используются;

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

e) при наличии изоляции - электрическая прочность изоляции [2] при максимальной температуре оборудования, определенной по 8.2.2. Если значение электрической прочности изоляции не установлено, применяют требования 5.3.2;

f) температурный диапазон компаунда (компаундов) (верхнее и нижнее значения температуры при продолжительной работе);

g) значение температурного индекса TI, определенное по [3] для оборудования с взрывозащитой вида «m», если компаунд является частью внешней оболочки. В качестве альтернативы TI может быть определен относительный температурный индекс (RTI-механический удар) в соответствии с [4];

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

Примечание – Требования настоящего стандарта не устанавливают необходимость проверки третьей стороной технических характеристик, указанных изготовителем.

5.3 Свойства компаунда

5.3.1 Водопоглощение

Если оборудование используют во влажной среде, необходимо провести испытание компаунда в соответствии с 8.1.1. Если испытание не проводится, в маркировке оборудования должен быть указан знак «X» в соответствии с требованиями к маркировке [3] и в инструкциях определено, что оборудование может использоваться только в сухих средах.

5.3.2 Электрическая прочность изоляции

Если значение электрической прочности изоляции по [2] при максимальной температуре оборудования в соответствии с 8.2.2 (см.перечисление e) 5.2) не установлено, проводят испытания в соответствии с 8.1.2.

6 Температуры

6.1 Общие положения

При нормальной эксплуатации не должно происходить превышения максимального значения продолжительной рабочей температуры компаунда. Согласно [3] при нормальной эксплуатации и в условиях неисправности, указанных в 7.2.1, не должно происходить превышения максимального значения температуры поверхности. Оборудование с взрывозащитой вида «m» должно быть защищено таким образом, чтобы при допускаемых неисправностях не происходило нарушений взрывозащиты вида «герметизация компаундом «m».

Примечание – Если не указано иное, изменение значений напряжения в пределах от 90 % до 110% от номинальных параметров составляет часть нормальной эксплуатации.

6.2 Определение предельной температуры

6.2.1 Максимальная температура поверхности

Максимальную температуру поверхности следует определять методом испытаний, указанным в 8.2.2, в соответствии с характеристиками питания, изложенными в 4.3. На основе этих данных определяют температурный класс взрывоопасной газовой среды или максимальную температуру поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасной пылевой среды оборудования.

6.2.2 Температура компаунда

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.

В качестве альтернативы температуру наиболее нагретого компонента следует определять до герметизации его методом расчета по техническим характеристикам, представленным изготовителем, или при проведении практических испытаний.

6.3 Ограничение температуры

При определении максимальной 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.

Если для обеспечения безопасности для ограничения температуры требуется защитное устройство, необходимо использовать встроенный или внешний, электрический или тепловой предохранитель в соответствии с 7.9.

7 Требования к конструкции

7.1 Общие положения

Если компаунд образует часть наружной оболочки, он должен соответствовать требованиям [3] к неметаллическим оболочкам и неметаллическим частям оболочек.

Если поверхность компаунда полностью или частично покрыта оболочкой, которая является частью защиты, то оболочка или ее части должны соответствовать требованиям [3].

Если пользователь применяет дополнительные меры защиты для обеспечения выполнения требований настоящего стандарта, например, дополнительную механическую защиту, то оборудование должно иметь маркировку в соответствии с требованиями [3] 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 в 7.2 - 7.9 отличаются, 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.). Если сцепление необходимо для обеспечения вида взрывозащиты, оно должно сохраняться после завершения всех вышеуказанных испытаний.

Примечание – Выбор компаунда (компаундов) для конкретного применения зависит от назначения каждого компаунда. Обычно одного испытания компаунда недостаточно для универсального применения герметизации «m».

7.2 Определение неисправностей

7.2.1 Проверка неисправностей

Защита герметизацией должна сохраняться даже при неблагоприятных входных электрических параметрах (но в пределах от 90 % до 110 % номинальных параметров) и неблагоприятной выходной нагрузке и любом внутреннем электрическом повреждении (одна неисправность для уровня взрывозащиты «mb» и две неисправности для уровня взрывозащиты «ma»).

Для уровня взрывозащиты «mc» внутренние повреждения не учитывают.

Примечание – К неисправностям относятся: короткое замыкание любого компонента; неисправность любого компонента; повреждение печатной платы.

Компоненты, соответствующие требованиям 7.2.2, считают неповреждаемыми, а неповреждаемые зазоры считают повреждаемыми только согласно 7.2.4.

Выход из строя какого-либо компонента может привести к возникновению нестабильных условий, например к чередованию высокого и низкого сопротивления. В таких случаях должны рассматриваться наиболее опасные условия.

Если неисправность может привести к одной или нескольким неисправностям, следующих одна за другой, например, в результате перегрузки компонента, первичную и последующие неисправности рассматривают как одну неисправность.

7.2.2 Неповреждаемые компоненты

Для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» считают, что следующие компоненты являются неповреждаемыми, если они герметизированы в соответствии с требованиями настоящего стандарта, предназначены для использования в температурном диапазоне, предусмотренном для данной установки, и используются при нагрузках, не превышающих 2/3 значения номинального напряжения, номинального тока и номинальной мощности, установленных изготовителем для соответствующего компонента:

- резисторы, если они соответствуют требованиям к токоограничительным резисторам [5];
- катушки индуктивности со спиральной намоткой в один слой;
- пластмассовые конденсаторы из фольги;
- бумажные конденсаторы;
- керамические конденсаторы;
- полупроводники, если они используются в соответствии с требованиями [5] к шунтирующим блокам искрозащиты;
- полупроводниковые устройства для ограничения тока, соединенные последовательно:
- для уровня взрывозащиты «mb» достаточно одного устройства;
- для уровня взрывозащиты «ma» - два устройства.

Для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» считают, что катушки индуктивности, трансформаторы и обмотки двигателя, соответствующие [6], в том числе те, диаметр проволоки которых не превышает 0,25 мм, являются неповреждаемыми, если они герметизированы в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

7.2.3 Изолирующие компоненты

Считают, что следующие компоненты, используемые для разделения различных цепей, являются неповреждаемыми:

- оптроны и реле, если значение номинального напряжения изоляции составляет $(2U + 1000\ В)^{+5}_{0}\ \%$ или 1500 В переменного тока, в зависимости от того, что больше (U - сумма номинальных действующих значений напряжения обеих цепей);
- трансформаторы, соответствующие [7] или [5];

7.2.4 Неповреждаемые зазоры

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

- одной и той же цепи, или
- цепи и заземленных металлических частей, или
- двух отдельных цепей (сумма значений рабочих напряжений которых должна быть использована в таблице 1 как напряжение; если значение одного рабочего напряжения составляет менее 20 % другого, его не следует учитывать) соответствуют требованиям 7.2.4.1 и, если используется, 7.2.4.2.

7.2.4.1 Расстояния в компаунде

Для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» расстояния в компаунде считают неповреждаемыми при коротком замыкании, если они соответствуют значениям, приведенным в таблице 1, при условии, что они механически зафиксированы относительно друг от друга перед герметизацией.

Значения, которые попадают в диапазон между минимальными расстояниями, указанными для уровня взрывозащиты «mc» и неповреждаемыми расстояниями, указанными для уровней взрывозащиты «ma» и «mb», не считают неповреждаемыми и рассматривают в качестве «учитываемых повреждений». Расстояния менее значений, указанных в таблице для уровня взрывозащиты «mc», считают коротким замыканием, если оно приводит к нарушению вида взрывозащиты «m».

Значения, указанные в таблице 1 для уровня взрывозащиты «mc», являются требованиями к конструкции и могут быть обеспечены путем механической фиксации перед герметизацией.

Таблица 1 – Расстояния в компаунде

Напряжение U, В (действующее значение или постоянный ток) (см. примечание)	Минимальное расстояние, мм		
	«ma»	«mb»	«mc»
≤32	0,5	0,5	0,2
≤63	0,5	0,5	0,3
≤400	1,0	1,0	0,6
≤500	1,5	1,5	0,8
≤630	2,0	2,0	0,9
≤1000	2,5	2,5	1,7
≤1600	-	4,0	4,0
≤3200	-	7,0	7,0
≤6300	-	12,0	12,0
≤10000	-	20,0	20,0

Примечание – Приведенные значения напряжения получены на основании данных, указанных в [8]. Для всех напряжений, действительное напряжение может превышать указанные в таблице значения на 10 %, согласно рационализации источников напряжения в соответствии с [8] таблица F.3b.

7.2.4.2 Расстояния в твердом диэлектрике

Расстояния в твердом диэлектрике, от которых зависит вид взрывозащиты «m», должны составлять не менее 0,1 мм и соответствовать требованиям к электрической прочности изоляции (8.2.4).

7.3 Свободное пространство в герметизированной сборке

7.3.1 Оборудование группы III с видом взрывозащиты «m»

В компаунде не должно быть пустот.

Общий объем свободного пространства в компаунде не ограничен, но объем отдельных свободных пространств должен составлять не более 100 $см^3$. Толщина компаунда, расположенного вокруг свободных пространств, должна соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2- Минимальная толщина слоя компаунда, граничащего со свободным пространством, для оборудования группы III с видом взрывозащиты «m»

Уровень взрывозащиты	Минимальная толщина слоя компаунда от свободного пространства до:	Свободное пространство ≤ 1 $см^3$	Свободное пространство >1 $см^3$ ≤100 $мм^3$
«ma»	свободного пространства или свободной поверхности	3 мм	3 мм
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	3 мм (оболочка+компаунд)[a)]	3 мм (оболочка+компаунд)[a]
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	3 мм	3 мм

Окончание таблицы 2

Уровень взрывозащиты	Минимальная толщина слоя компаунда от свободного пространства до:	Свободное пространство ≤ 1 см^3	Свободное пространство >1 см^3 ≤100 мм^3
«mb»	свободного пространства или свободной поверхности	1 мм	3 мм
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	1 мм (оболочка+ компаунд) [a)]	3 мм (оболочка+компаунд) [a)]
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	1 мм	3 мм
«mc»	свободного пространства или свободной поверхности	1 мм	1 мм
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	1 мм (оболочка+ компаунд)	1 мм (оболочка+компаунд)
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	1 мм	1 мм

[a)] Толщина стенки оболочки ≥ 1 мм.

Примечание – Соответствие толщины материалов значениям, указанным в настоящей таблице, не означает, что материал выдержит другие испытания механических свойств, требуемых по [3].

7.3.2 Оборудование групп I и II с видом взрывозащиты «m»

В компаунде не должно быть пустот.

Общий объем свободных пространств не должен превышать:

- 100 см^3 - для уровней взрывозащиты «mb» и «mc»;
- 10 см^3 - для уровня взрывозащиты «ma».

Минимальная толщина слоя компаунда вокруг свободных пространств должна соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3- Минимальная толщина слоя компаунда, граничащего со свободным пространством, для оборудования групп I и II с видом взрывозащиты «m»

Уровень взрывозащиты	Минимальная толщина слоя компаунда от свободного пространства до:	Свободное пространство ≤1см^3	Свободное пространство >1см^3≤ 10 см^3	Свободное пространство >10 см^3≤100см^3
«ma»	свободного пространства или свободной поверхности	3 мм	3 мм (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)	Не допускается
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	3 мм (оболочка+компаунд)	3 мм (оболочка+компаунд) (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)	Не допускается
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	3 мм	3 мм (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)	Не допускается
«mb»	свободного пространства или свободной поверхности	1 мм	3 мм	3 мм (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	1 мм (оболочка+компаунд)	3 мм (оболочка+компаунд) [a]	3 мм (оболочка+компаунд) (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	1 мм	3 мм	3 мм (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)

Окончание таблицы 3

Уровень взрывозащиты	Минимальная толщина слоя компаунда от свободного пространства до:	Свободное пространство ≤1см^3	Свободное пространство >1см^3≤ 10 см^3	Свободное пространство >10 см^3≤100см^3
«mc»	свободного пространства или свободной поверхности	1 мм	1 мм	3 мм (испытания под давлением в соответствии с 8.2.6)
	оболочки из пластмассы или металла со сцеплением с компаундом	1 мм (оболочка+ компаунд)	1 мм (оболочка+компаунд)	3 мм (оболочка+ компаунд) см.примечание
	оболочки из пластмассы или металла без сцепления с компаундом	1 мм	1 мм	3 мм

[a] Толщина стенки оболочки ≥ 1 мм.

Примечание – Соответствие толщины материалов значениям, указанным в настоящей таблице, не означает, что материал выдержит другие испытания механических свойств, требуемых по [3].

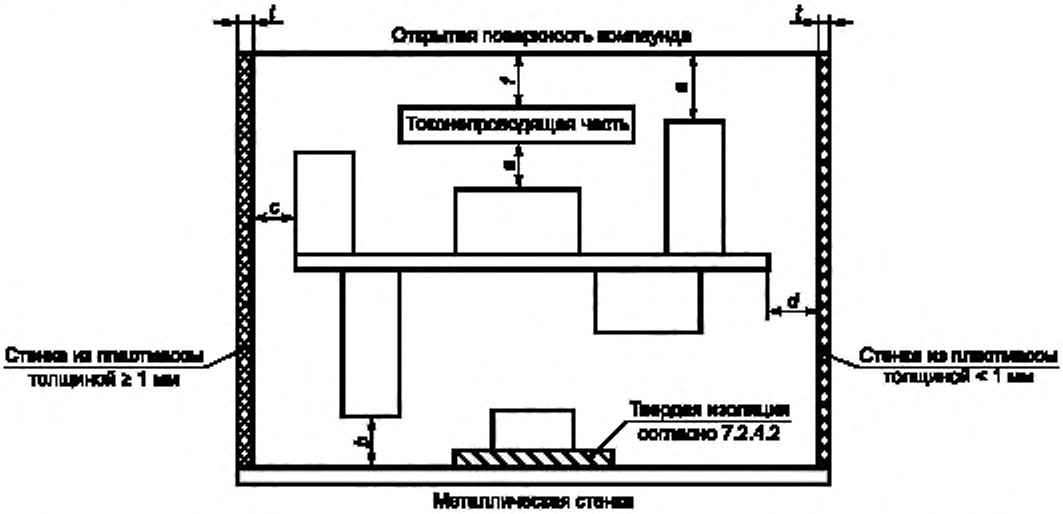
7.4 Толщина слоя компаунда

7.4.1 Оборудование «m»

Минимальная толщина компаунда вокруг электрических компонентов и цепей должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4 и на рисунке 1.

Если в оболочке с металлическими стенками используется твердый изоляционный материал в соответствии с 7.2.4.2, как показано на рисунке 1, компаунд должен иметь сцепление со стенкой.

Примечание – Рисунок 1 не является образцом конкретной конструкции, который используется на практике. Он приводится, чтобы облегчить понимание таблицы 4, поэтому на нем представлены герметизированные цепи с открытой поверхностью; металлической оболочкой; корпусом из пластмассы со стенками различной толщины.



a – расстояние до открытой поверхности; *b* - расстояние до металлической оболочки, *c* – расстояние до оболочки из пластмассы с толщиной стенки t≥1мм: *d* - расстояние до оболочки из пластмассы с толщиной стенки t<1мм; *e* - расстояние до токонепроводящей части в герметизированной сборке *f* -- расстояние от токонепроводящей части до открытой поверхности

Рисунок 1 – Расстояния в компаунде

Во всех случаях компаунд должен быть испытан на электрическую прочность изоляции по 8.2.4.

Таблица 4 – Толщина компаунда

Вид открытой поверхности	Уровень взрывозащиты «ma»	Уровень взрывозащиты «mb» или «mc»
Открытая поверхность ≤ 2 см^2	$a \geq 3$ мм	$a \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
Открытая поверхность > 2 см^2	$a \geq 3$ мм	$a \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 3 мм
Корпус из пластмассы со сцеплением (толщина стенки $t < 1$ мм)	$d \geq 3$ мм	$d \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
Корпус из пластмассы со сцеплением (толщина стенки $t \geq 1$ мм)	$c \geq (3$ мм $- t)$ [a]	$c \geq$ (расстояния по таблице 1 - t) [a]
Корпус из пластмассы без сцеплений	$c = d \geq 3$ мм	$c = d \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
Металлический корпус	$b \geq 3$ мм	$b \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
Токонепроводящая часть	$e \geq 3$ мм	$e \geq$ расстояния по таблице 1, но не менее 1 мм
Токонепроводящая часть – открытая поверхность	$f + e \geq a$	$f + e \geq a$

[a] В корпусе из пластмассы со сцепленем при толщине стенки ≥ 1 мм, элемент может непосредственно касаться стенки, если соблюдается формула $c = 0$.

7.4.2 Обмотки электрических машин

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

a) быть минимальной толщиной 0,1 мм и вытянута на конце паза не менее чем на 5 мм только для уровня взрывозащиты «ma»;

b) для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» - конец паза и конечная обмотка должны быть защищены компаундом требуемой толщины в соответствии с 7.4.1. Испытания электрической прочности изоляции в соответствии с 8.2.4 проводят при эффективном значении испытательного напряжения U=(2U + 1000 В)$^{+5}_{0}$% с минимальным значением переменного тока 1500 В при частоте от 48 до 62 Гц.

7.4.3 Твердые многослойные печатные монтажные платы со сквозным соединением

7.4.3.1 Общие положения

Многослойные печатные монтажные платы, соответствующие требованиям [9], с уровнем исполнения С, работающие при значениях напряжения менее или равных 500 В, рассматривают как герметизированные при выполнении требований 7.4.3.2.

7.4.3.2 Минимальные расстояния

Толщина изоляции слоистых материалов, плакированных медью (сердечников) и клейких пленок должна удовлетворять требованиям 7.2.4.2.

Минимальное расстояние между проводниками печатной платы и краем многослойной печатной монтажной платы или любым отверстием в ней должно быть не менее значения b, указанного в таблице 5. Если края или отверстия защищены металлическим или изоляционным материалом, который заходит на поверхности платы минимум на 1 мм от краев или отверстий, расстояние до печатных проволочных проводников может быть сокращено до значений c, указанных в таблице 5. Минимальная толщина металлического покрытия должна быть 35 мкм (см. рисунок 2 и таблицу 5).

Таблица 5 – Минимальные расстояния для многослойных печатных монтажных плат

Расстояние	Уровень взрывозащиты «ma»	Уровень взрывозащиты «mb»	Уровень взрывозащиты «mc»
a	3 мм	0,5 мм	0,25 мм
b	3 мм	3 мм	1 мм
c	3 мм	1 мм	0,5 мм
d	0,1 мм, см 7.2.3.2	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	В соответствии с таблицей 1

Примечание – условные обозначения:

a – расстояние между токопроводящей частью и внешней поверхностью через верхний слой;

b – расстояние между токопроводящей 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 в точке, где требуется разделение;

e – расстояние между двумя цепями внутри многослойной платы в точке, где требуется разделение.

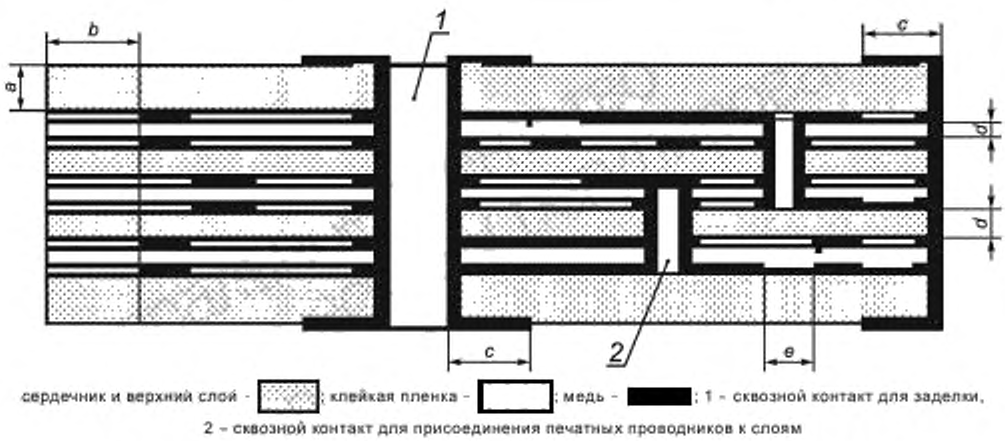


Рисунок 2 – Минимальные расстояния для многослойных печатных монтажных плат.

7.5 Переключающие контакты

Примечание – Не допускается попадание компаунда в процессе герметизации в оболочку с переключающими контактами.

7.5.1 Уровень взрывозащиты «ma»

Переключающие контакты перед герметизацией должны быть помещены в дополнительную оболочку в соответствии с требованиями к герметично закрытым устройствам согласно [10].

Примечание – Такая дополнительная оболочка должна выдерживать все виды давления в процессе герметизации и все ожидаемые виды давления в течение срока службы оборудования.

Номинальные характеристики переключающего контакта должны быть менее или равны 60 В и 6 А. Дополнительная оболочка должна быть изготовлена из неорганического материала, если коммутируемый ток превышает 2/3 значения номинального тока, указанного изготовителем элемента.

7.5.2 Уровень взрывозащиты «mb»

Переключающие контакты перед герметизацией должны быть помещены в дополнительную оболочку. Дополнительная оболочка должна быть изготовлена из неорганического материала, если коммутируемый ток превышает 2/3 значения номинального тока, указанного изготовителем элемента или если значение тока более 6А.

7.5.3 Уровень взрывозащиты «mc»

Переключающие контакты перед герметизацией должны быть помещены в дополнительную оболочку. Дополнительная оболочка должна быть изготовлена из неорганического материала, если значение коммутируемого тока превышает 6А.

7.6 Внешние соединения

7.6.1 Общие положения

Ввод всех электрических проводников, в том числе кабелей, в компаунд должен осуществляться таким образом, чтобы обеспечивалась защита от возможного проникания взрывоопасной среды в оборудование с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «m» в условиях нормальной эксплуатации или при допускаемых неисправностях, согласно 7.2.

Примечание – Это достигается, например, за счет введения неизолированной части проводника в компаунд на глубину не менее 5 мм.

Если для безопасного постоянного присоединения кабеля используют компаунды, кабель должен быть защищен от изгибания, и необходимо провести проверку прочности крепления кабеля в соответствии с 8.2.5.

7.6.2 Дополнительные требования к оборудованию с уровнем взрывозащиты «ma»

Внешние соединения должны соответствовать следующим требованиям:

- при уровне защиты оборудования Ma – требованиям к уровню взрывозащиты «ia»;
- при уровне защиты оборудования Ga – требованиям стандарта [11] к Ga;
- при уровне защиты оборудования Da – требованиям стандарта [12] или [13] к уровню взрывозащиты «iaD».

Примечание – В стандарте [13] указаны категории «iaD» и «ibD» и дана ссылка на [5] (раздел 5), где «ia» и «ib» определены как «уровни взрывозащиты». В контексте МЭК 60079-18 термины «категория» и «уровень взрывозащиты» следует считать синонимами.

7.7 Защита неизолированных токоведущих частей

Неизолированные токоведущие части, проходящие по поверхности компаунда, должны быть защищены одним из видов взрывозащиты, указанных в МЭК 60079-0 в соответствии с требуемым уровнем взрывозащиты оборудования.

Примечание – В маркировке должно быть указано, что на оборудовании применяются комбинированные виды взрывозащиты в соответствии с МЭК 60079-0.

7.8 Элементы и батареи

7.8.1 Общие положения

При оценке влияния устройств управления батареями на возможность выделения газа, учитывают весь диапазон рабочих температур, внутреннее сопротивление и максимально допустимое напряжение. Следует исходить из того, что батарея может терять балансировку, но при этом элементы с незначительным сопротивлением и максимально допустимым напряжением не следует учитывать.

Положения, изложенные в настоящем разделе, применяют для всех уровней взрывозащиты, если не оговорено иное.

Для уровня взрывозащиты «ma» элементы и батареи должны дополнительно соответствовать требованиям к элементам и батареям МЭК 60079-11, за исключением элементов, соединенных параллельно, применение которых на оборудовании, имеющем только защиту герметизацией компаундом, не допускается.

7.8.2 Предотвращение выпуска газа

Применение электромеханических систем, способных пропускать газ в нормальном режиме эксплуатации, недопустимо. Если для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» нельзя исключить выделение газа в условиях неисправности, выделение газа следует ограничить защитным устройством в соответствии с 7.8.8. Управляющее устройство вторичных элементов должно быть эффективным не только во время зарядки, но и во время разрядки. Это требование должно соблюдаться и вне взрывоопасной среды.

В частности:

a) не должны использоваться вентилируемые элементы,

b) не должны использоваться герметизированные элементы с регулирующими клапанами;

c) применение герметичных элементов, которые в пределах диапазона температуры окружающей среды электрического оборудования не пропускают газ в любых условиях эксплуатации или неисправности, допускается без управляющих устройств в соответствии с 7.8.8.

Герметичные элементы, не удовлетворяющие требованиям перечисления

c) 7.8.2, должны быть с управляющим устройством в соответствии с 7.8.8.

7.8.3 Защита от недопустимых температур и повреждения элементов

При наиболее неблагоприятной нагрузке элементы или батареи должны соответствовать одному из приведенных ниже требований:

- в нормальном режиме эксплуатации температура поверхности элементов не должна превышать значение температуры, указанной изготовителем элементов или батарей, либо если изготовитель не указал температуру, то ее значение не должно превышать 80°C при максимальной температуре окружающей среды оборудования, а максимальный ток заряда или разряда не должен превышать безопасные значения, указанные изготовителем, или
- элементы или батареи должны иметь одно или более управляющих устройств в соответствии с требованиями 7.8.5 или 7.8.8 для предотвращения недопустимого перегрева или выпуска газа внутри герметизированного устройства.

7.8.4 Обратный ток

Для уровней взрывозащиты «ma» и «mb», если в одной оболочке находится еще один источник напряжения, герметизированный элемент или батарея и связанные цепи должны быть защищены от зарядки иначе, чем с помощью цепи, специально предназначенной для заряда. Например, элемент или батарея и связанные цепи должны быть отделены от других источников напряжения внутри оболочки расстояниями, указанными в таблице 1 для наибольшего значения напряжения, способного вызывать появление обратного тока. Возможно также отделить только элемент или батарею от другого(их) источника (ов) напряжения при помощи расстояний, указанных в таблице 1, используя при этом один блокировочный диод для уровня взрывозащиты «mb» или два блокировочных диода для уровня взрывозащиты «ma», установленных, как показано на рисунке 3, и предназначенных для снижения опасности возникновения одного повреждения, которое может привести к короткому замыканию обоих диодов.

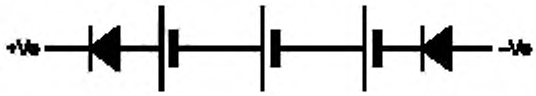


Рисунок 3 – Установка блокировочных диодов (способ установки для уровня взрывозащиты «ma»)

7.8.5 Ограничение тока

Максимальная температура поверхности должна быть определена при наибольшем значении тока разряда, допустимом при максимальной нагрузке, указанной изготовителем электрооборудования, или допускаемого защитным устройством (см. 7.9), например, 1,7 – кратное номинальное значение предохранителя, или при коротком замыкании, если не указаны ни нагрузка, ни защитное устройство.

Чтобы исключить превышение максимального значения тока разряда, указанного изготовителем элементов или батарей, могут использоваться резисторы, токоограничительные устройства или предохранители в соответствии с МЭК 60127 или другим соответствующим стандартом. Если используются заменяемые плавкие предохранители, на них должны быть указаны номинальные значения и функции.

7.8.6 Защита от изменения полярности и глубокой разрядки элементов

Для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» при последовательном соединении трех и более элементов, необходимо следить за их напряжением. Во время разрядки, если напряжение опускается ниже предельного значения напряжения элемента, указанного изготовителем элементов или батареи, предохранитель должен разъединить элементы. Для уровня взрывозащиты «mc» при последовательном соединении трех и более элементов, следует принять меры предосторожности во избежание изменения полярности при зарядке элемента.

Примечание 1 – При последовательном соединении нескольких элементов они могут изменить полярность во время разрядки из-за разной емкости элементов и батарей. Такие элементы с «обратной полярностью» могут стать причиной недопустимой утечки газа.

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

Примечание 2 – При последовательном соединении слишком большого числа элементов, из-за допусков напряжений отдельных элементов и цепи защиты от глубокой разрядки, надежная защита батареи может быть невозможна. Как правило, не рекомендуется защищать одной цепью защиты от глубокой разрядки более шести последовательно соединенных элементов.

7.8.7 Зарядка элементов и батарей

7.8.7.1 Уровни взрывозащиты «ma» и «mb»

Характеристики зарядных цепей, как части электрооборудования, должны быть полностью заданы. Зарядная система должна соответствовать одному из следующих условий:

а) при одной неисправности зарядной системы, зарядное напряжение и ток не должны превышать значений, указанных изготовителем; или

b) если, во время зарядки существует вероятность того, что предельные значения напряжения элемента 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 значения максимальной номинальной температуры элемента, указанного изготовителем.

7.8.7.2 Уровень взрывозащиты «mc»

При нормальной эксплуатации зарядное напряжение и ток зарядной системы не должны превышать значения, указанные изготовителем на основании указанного диапазона температуры оборудования. Если элементы и батареи, являющиеся неотъемлемой частью электрооборудования, необходимо заряжать в опасной среде, зарядное устройство должно быть указано как часть конструкции оборудования. Если зарядка элементов и батарей, являющихся неотъемлемой частью электрооборудования, или которые могут быть отсоединены от оборудования, выполняется вне опасной среды, зарядка должна выполняться в пределах значений, установленных изготовителем оборудования.

7.8.8 Требования к управляющим устройствам для элементов и батарей

Если необходимо, управляющие устройства должны составлять часть, обеспечивающую безопасность системы управления. Изготовитель должен предоставить информацию, необходимую для поддержания целостности системы управления.

Примечание – Защитные устройства, отвечающие требованиям PL [14], будут соответствовать вышеуказанным требованиям.

7.9 Защитные устройства

7.9.1 Общие положения

Если оборудование с взрывозащитой вида «m» уровня взрывозащиты «mb» не выдерживает одно повреждение, а оборудование уровня взрывозащиты «ma» - два повреждения без превышения температуры продолжительной эксплуатации компаунда, или температурного класса для взрывоопасной газовой среды или максимальной температуры поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасной пылевой среды, такое оборудование должно быть оснащено защитным устройством, расположенным снаружи или внутри оборудования. Для оборудования уровня взрывозащиты «ma» должны применяться защитные устройства, не возвращающиеся автоматически в исходное положение. Для оборудования уровня взрывозащиты «mb» могут применяться тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение.

Примечание 1 – Температура оборудования со взрывозащитой уровня «mc» в условиях нормальной эксплуатации не должна превышать температуру продолжительной эксплуатации компаунда, или температурного класса для взрывоопасной газовой среды или максимальной температуры поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасной пылевой среды.

Защитное устройство должно прерывать максимальный ток поврежденной цепи, в которой оно установлено. Значение номинального напряжения защитного устройства должно соответствовать значению рабочего напряжения цепи, в которой оно установлено.

Если оборудование с взрывозащитой вида «m» содержит элемент или батарею и предусмотрено управляющее устройство для предотвращения чрезмерного перегрева (см. 7.8.5), то управляющее устройство можно рассматривать как защитное устройство, если оно также защищает все другие компоненты внутри этой герметизированной сборки от превышения температуры при продолжительной эксплуатации или нарушения его температурного класса для взрывоопасной газовой среды или максимальной температуры поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасной пылевой среды.

Примечание 2 – Защитные устройства предохраняют оборудование от повреждений или непредвиденных нагрузок, которые могут привести к перегреву и/или устойчивому повреждению или снижению срока службы оборудования. При использовании устройств, возвращающихся в исходное положение, в инструкции по эксплуатации должно быть указано, является ли возврат устройства в исходное положение желательным. В инструкции по эксплуатации должны быть учтены внешние рабочие условия, в которых может осуществляться возврат устройства в исходное положение, а также необходимость последующего контроля.

Примечание 3 – В настоящем стандарте устройствами, возвращающимися в исходное положение, считают как устройства с автоматическим, так и ручным возвратом.

На оборудовании с уровнем взрывозащиты «ma» достаточно применения одного защитного устройства, не возвращающегося автоматически в исходное положение, если оно соответствует требованиям серий стандартов [15] или [16] или [17].

7.9.2 Электрические защитные устройства

7.9.2.1 Общие положения

Номинальные значения напряжения плавких предохранителей должны быть не ниже, чем у цепей, в которых они установлены, 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 (токовременной характеристикой, указанной изготовителем предохранителя) должна быть исключена возможность превышения продолжительной температуры эксплуатации герметизирующего материала или нарушения его температурного класса для взрывоопасных газовых сред или максимальной температуры поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасных пылевых сред.

Для уровня взрывозащиты «ma» требуется использовать два электрических защитных устройства, а для уровня взрывозащиты «mb» - одно.

Для уровня взрывозащиты «mc» применение электрических защитных устройств не требуется.

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

7.9.2.2 Защитные устройства, присоединенные к оборудованию с взрывозащитой вида «m»

Если с оборудованием с взрывозащитой вида «m» используется наружное защитное устройство, его рассматривают как оборудование, необходимое для обеспечения взрывозащиты вида «m» оборудования, испытанного по 7.9.2. Это специальное условие применения должно быть изложено в сертификате и оборудованию должна быть присвоена маркировка взрывозащиты с обозначением «специальных условий применения» в соответствии с требованиями к маркировке [3].

Уровень взрывозащиты наружных защитных устройств, применяемых на оборудовании с взрывозащитой вида «m», должен быть приемлемым для применения на оборудовании с уровнем «ma», «mb» или «mc» соответственно.

Примечание – Неправильное использование таких устройств приведет к нарушению уровня взрывозащиты. Если внешнее защитное устройство применяют для контроля правильной подачи напряжения, тока и мощности к оборудованию с уровнем «ma», то такое устройство или защитная цепь должны обеспечивать безопасность при одном учитываемом повреждении. Допустимые уровни напряжения, тока и мощность должны быть определены на основании тепловых характеристик оборудования с взрывозащитой вида «m».

7.9.3 Тепловые защитные устройства

Тепловые защитные устройства должны применяться для защиты герметизации от повреждения местным нагревом, например поврежденными компонентами, или от превышения значения максимальной температуры поверхности (температурного класса для взрывоопасных газовых сред или максимальной температуры поверхности в градусах Цельсия для взрывоопасных пылевых сред).

В тепловых защитных устройствах, не возвращающихся автоматически в исходное положение, 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 должен быть установлен приемлемый тепловой контакт. Переключающая способность устройства должна быть определена и ее значение должно быть не менее значения максимально возможной нагрузки цепи.

Примечание – Для функциональных целей возможно применение дополнительных устройств, возвращающихся в исходное положение. Если такие устройства применяются, они должны работать при температуре ниже рабочей температуры теплового защитного устройства.

При применении тепловых защитных устройств, возвращающихся в исходное положение, на оборудовании с уровнем взрывозащиты «mb», следует использовать два последовательно подключенных устройства, а на оборудовании с уровнем взрывозащиты «mc» - одно.

Тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение, с переключающими контактами должны работать при значениях напряжения и тока, не превышающих 2/3 номинальных значений, указанных изготовителем соответствующего компонента.

Тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение, с переключающими контактами должны соответствовать требованиям стандарта [18], или должны быть испытаны в соответствии с 8.2.7.1.

Тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение, без переключающих контактов должны соответствовать требованиям [19], или должны быть испытаны в соответствии с 8.2.7.2.

7.9.4 Встроенные защитные устройства

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

Приемлемость защитных устройств для герметизации должна быть подтверждена любым из следующих способов:

a) декларацией изготовителя;

b) испытанием образцов согласно 8.2.8.

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

8 Типовые испытания

8.1. Испытания компаунда

8.1.1 Испытание компаунда на водопоглощение

Это испытание проводят только на образцах компаунда (компаундов) оборудования с взрывозащитой вида «m», предназначенного для использования во влажной среде при эксплуатации герметизированного электрооборудования.

Должны быть испытаны три сухих образца [20]. Образцы должны быть круглой формы, диаметром (50 ± 1) мм и толщиной (3 ± 0,2) мм. Образцы взвешивают и погружают на сутки в водопроводную воду при температуре 23°C$^{+2}_{0}$ К. После этого их извлекают из воды, вытирают насухо и вновь взвешивают. Увеличение массы не должно превышать 1%.

Примечание – Для данного испытания не требуется использовать дистиллированную воду.

8.1.2. Испытание электрической прочности изоляции

Образцы должны быть круглой формы, диаметром (50 ± 1) мм и толщиной (3 ± 0,2) мм. Образцы симметрично размещают между электродами диаметром (30 ± 1) мм в камере с регулируемой температурой и устанавливают наибольшую температуру, указанную в 3.3.

Эффективное значение испытательного напряжения должно составлять 4 кВ $^{+5}_{0}$ % при частоте от 48 до 62 Гц. Напряжение прикладывают не менее 5 мин. Во время испытания не должно произойти вспышки или пробоя.

8.2 Испытания на оборудовании

8.2.1 Последовательность испытаний

Последовательность испытаний и число образцов указаны в приложении В.

8.2.2 Максимальная температура

Образец оборудования с взрывозащитой вида «m» подвергают типовым испытаниям, подтверждающим, что:

- в нормальном режиме работы не нарушаются температурные пределы, указанные в 6.1;
- для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» в условиях неисправности, указанных в 7.2.1, не превышается значение максимальной температуры поверхности.

Испытания оборудования с взрывозащитой вида «m» без внешней нагрузки проводят в соответствии с требованиями к измерению температуры, установленными в [3], с учетом характеристик источника питания, указанных в 4.3.

Испытания оборудования с взрывозащитой вида «m» с внешней нагрузкой проводят для уровней взрывозащиты «ma» и «mb» при максимальном значении тока, не вызывающем сра-

батывания защитного устройства, для уровня взрывозащиты «mc» – при указанных параметрах нагрузки в нормальном режиме эксплуатации и при регулярных ожидаемых нарушениях.

Примечание – Для обеспечения безопасной работы оборудования в условиях неисправности оборудования с нелинейными внешними нагрузками, контролем входной мощности или при затруднительном определении режимов неисправности может потребоваться проведение испытаний, имитационных экспериментов и анализа.

8.2.3 Тепловые испытания

8.2.3.1 Испытание на теплостойкость

8.2.3.1.1 Уровни взрывозащиты «ma» и «mb»

Испытания проводят в соответствии с [3]. В качестве номинальной температуры эксплуатации при испытаниях используют наибольшее значение:

a) максимальной температуры поверхности испытательного образца с учетом условий повреждения (см. 8.2.2); или

b) максимальной температуры на поверхности компонента в компаунде (см. 6.2.2) при нормальной эксплуатации.

8.2.3.1.2 Уровень взрывозащиты «mc»

Испытания должны проводиться в соответствии с [3].

Следует использовать максимальную температуру поверхности при нормальной эксплуатации (см. 6.2.1) с прибавлением не менее 20 К.

8.2.3.2 Испытание на холодостойкость

Испытания проводят в соответствии с [3].

8.2.3.3 Критерии оценки

После каждого испытания образец подвергают внешнему осмотру. Не должно быть 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 безопасность, кроме плавких предохранителей, сохраняют свои функции.

8.2.4 Проверка электрической прочности изоляции

8.2.4.1 Порядок испытаний

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

a) между электрическими цепями, не связанными гальванически;

b) между каждой цепью и всеми заземленными частями;

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

Для a) значение напряжения U должно представлять сумму значений номинальных напряжение двух испытуемых цепей, для b) и c) значение напряжения U должно представлять значение номинального напряжения испытуемой цепи.

Для b) при типовых испытаниях цепей, в которых между цепью и заземленными частями установлены элементы подавления помех, допускается использовать специальный испытательный образец без указанных элементов.

Действующее значение испытательного напряжения должно составлять 500 В$^{+5}_{0}$ % при частоте от 48 до 62 Гц для электрооборудования с напряжением питания, не превышающим 90 В (амплитудное значение).

Если напряжение питания превышает амплитудное значение 90 В, значение испытательного напряжения должно составлять (2U+1000В) $^{+5}_{0}$ % с минимальным значением напряжения переменного тока 1500 В при частоте от 48 до 62 Гц. Возможно также использовать испытательное напряжение (2U+1400В) $^{+5}_{0}$ % постоянного тока при минимальном значении 2100 В постоянного тока.

Испытательное напряжение следует равномерно увеличивать до заданного значения в течение не менее 10 с и сохранять на этом уровне не менее 60 с.

Примечание 1 – Если для обеспечения электромагнитной совместимости в корпусе оборудования использованы компоненты для подавления импульсных помех, соединенные с оболочкой, которые могут быть повреждены во время испытаний, может рассматриваться возможность проведения испытания на воздействие частичного разряда.

Примечание 2 – Если к испытуемой цепи есть доступ снаружи, может потребоваться подготовить специальный образец для испытаний с дополнительными подключениями.

8.2.4.2 Критерии оценки

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

8.2.5 Испытание прочности крепления кабеля растягивающим усилием

8.2.5.1 Порядок испытаний

Испытания проводят на одном образце, предварительно разгруженном и выдержанном при температуре (21 ± 2)°С.

Испытания прочности крепления кабеля проводят в месте ввода кабеля на испытательном образце после выдерживания его при максимальной температуре в соответствии с 8.2.3.1.

Растягивающеее усилие, в ньютонах, должно составлять либо 20-кратное значение (в миллиметрах) диаметра кабеля или 50-кратное значение массы (в кг) оборудования с видом взрывозащиты «m», в зависимости от того, какое значение меньше. Для стационарных установок значение растягивающего усилия может быть уменьшено на 25% от требуемой величины. Минимальное растягивающее усилие должно составлять 1 Н, минимальная длительность испытаний – 1 ч. Растягивающее усилие следует прикладывать в наиболее неблагоприятном направлении.

Это испытание не проводят на Ex-компонентах.

8.2.5.2 Критерии оценки

После испытаний проводят внешний осмотр. После испытания не должно быть видимого смещения между компаундом и кабелем, которое может нарушить вид взрывозащиты. Не допускается наличие видимых повреждений компаунда или кабеля, например трещин, обнажения герметизированных элементов, нарушения сцепления.

8.2.6 Испытание под давлением электрооборудования групп I и II

8.2.6.1 Порядок испытаний

Для уровня взрывозащиты «ma» с индивидуальными свободными пространствами размером от 1 до 10 $см^3$ и для уровня взрывозащиты «mb» 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 условиям испытания, давление должно одновременно подаваться на все свободные пространства.

Испытание под давлением следует проводить на образце, который уже выдержал испытания на теплостойкость по 8.2.3.

Испытание следует проводить с приложением давления, указанного в таблице 6, в течение не менее 10 с.

Таблица 6 – Испытание давлением

Минимальная температура окружающей среды, °С	Испытательное давление, кПа
≥ минус 20 (см. примечание)	1000
≥ минус 30	1370
≥ минус 40	1450
≥ минус 50	1530
≥ минус 60	1620
Примечание – Относится к оборудованию, сконструированному для применения в стандартном диапазоне температур окружающей среды, указанном в [3].	

8.2.6.2 Критерии оценки

После испытаний проводят визуальный осмотр, при котором не должно быть обнаружено видимых повреждений компаунда, которые могли бы нарушить вид защиты, например трещин, обнажения герметизированных элементов, нарушения сцепления.

8.2.7 Испытание тепловых защитных устройств, возвращающихся в исходное положение

8.2.7.1 Тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение, с переключающими контактами

8.2.7.1.1 Порядок испытаний

Следует испытывать функциональные свойства защитных устройств (переключающих). Данное испытание проводят после выполнения испытаний на теплостойкость. Устройство должно быть способно выполнить более 5000 переключений номинального тока.

8.2.7.1.2 Критерии оценки

Считают, что защитное устройство выдержало испытание, если оно продолжает функционировать в соответствии с диапазоном электрических и тепловых нагрузок, установленным в документах.

8.2.7.2 Тепловые защитные устройства, возвращающиеся в исходное положение, без переключающих контактов

8.2.7.2.1 Порядок испытаний

Следует испытывать функциональные свойства защитных устройств (переключающих). Данное испытание проводят после выполнения испытаний на теплостойкость. Устройство должно выдержать более 500 срабатываний (непосредственного или косвенного ограничения увеличения температуры).

8.2.7.2.2 Критерии оценки

Считают, что защитное устройство выдержало испытание, если оно продолжает функционировать в соответствии с диапазоном электрических и тепловых нагрузок, установленным в документах.

8.2.8 Испытание на герметичность встроенных защитных устройств

Испытываемые образцы с исходной температурой (25 ± 2) °С необходимо мгновенно погрузить в воду с температурой (65 ± 2) °С на глубину не менее 25 мм на одну минуту. Устройства считаются «герметичными» в рамках настоящего стандарта, если во время испытания из образцов не выделяются пузырьки.

9 Контрольные проверки и испытания

9.1 Визуальный осмотр

Части электрооборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «m» подвергают внешнему осмотру. Не допускается наличие видимых повреждений компаунда, например трещин, обнажений герметизированных элементов, отслаивания, недопустимой усадки, вспучивания, расщепления или разупрочнения.

9.2 Испытание электрической прочности изоляции

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

Испытательное напряжение следует прикладывать 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 испытания может быть более 100 мс, поскольку образцу со значительной распределенной емкостью может требоваться дополнительное время для достижения фактического испытательного напряжения.

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

Испытания электрической прочности изоляции батарей проводят в соответствии с требованиями к контрольным испытаниям электрической прочности изоляции МЭК 60079-7.

Допускается не проводить контрольные испытания прочности изоляции оборудования, в котором между цепью и заземленными частями установлены элементы подавления помех, если оно предназначено для применения только с цепями, не связанными гальванически. В маркировке такого оборудования должен быть указан знак «X» для обозначения «специальных условий применения» в соответствии с требованиями к маркировке [3].

10 Маркировка

В дополнение к требованиям [3] маркировка должна содержать:

- значение номинального напряжения;
- значение номинального тока;
- значение допустимого тока короткого замыкания внешнего источника электропитания, если оно составляет менее 1500 А, например «Допустимый ток короткого замыкания источника питания: 500 А»;
- значение допустимого ожидаемого тока короткого замыкания внешнего источника питания, если конструкцией оборудования допускается значение тока короткого замыкания 1500 А или более, например «Допустимый ток короткого замыкания источника питания: 3500 А»;
- другие сведения, необходимые для безопасной работы конкретного оборудования.

Приложение А
(справочное)

Основные требования к компаундам для оборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «m»

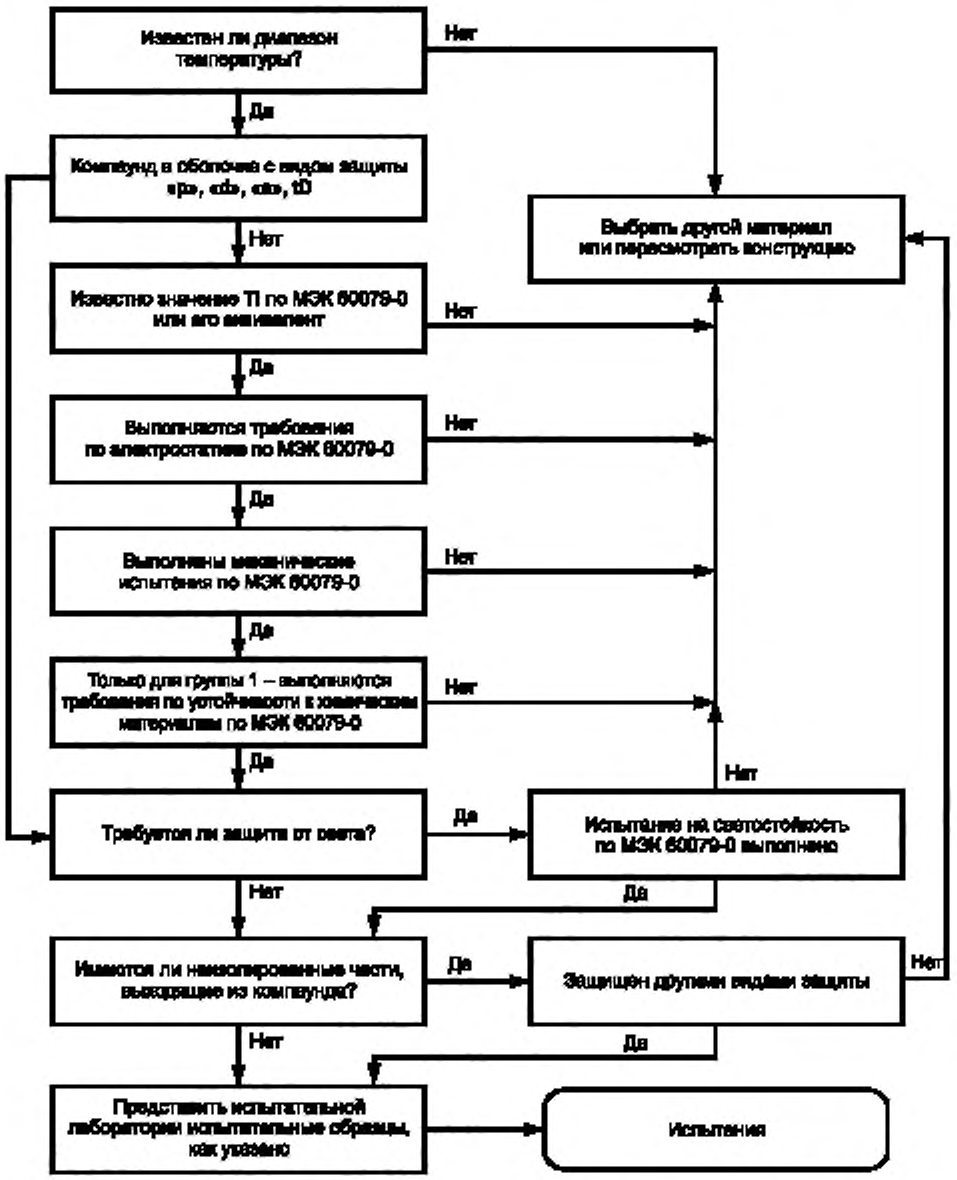


Рисунок А.1 - Основные требования к компаундам для оборудования с взрывозащитой вида «герметизация компаундом «m»

Приложение В
(обязательное)

Распределение образцов, представляемых для испытаний

Таблица В.1

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	Выдерживание при максимальной температуре, измеренной на вводе кабеля в течение времени в соответствии с 8.2.3.1
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	–	–
Испытания тепловых защитных устройств, не возвращающихся в исходное положение, в соответствии с 8.2.7	Испытания тепловых защитных устройств, не возвращающихся в исходное положение, в соответствии с 8.2.7	–	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 [3] (если требуется)	Механические испытания в соответствии с [3] (если требуется)	–	–
Примечание – Испытания проводят в полном соответствии с порядком, приведенным в таблице.			

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных и региональных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного регионального и международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60079-0	MOD	ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 «Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования»
МЭК 60079-7	IDT	ГОСТ Р МЭК 60079-7– 2012 «Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование с видом взрывозащиты «Повышенная защита «е»
МЭК 60079-11	IDT	ГОСТ Р МЭК 60079 -11– «Взрывоопасные среды. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь «i»
МЭК 60079-15	IDT	ГОСТ Р МЭК 60079-15-2010 «Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «n»
МЭК 60079-26	IDT	ГОСТ Р 52350.26-2007 (МЭК 60079-26: 2006) «Взрывоопасные среды. Часть 26. Оборудование с уровнем взрывозащиты оборудования Ga»
МЭК 60079-31	IDT	ГОСТ Р МЭК 60079-31 «Взрывоопасные среды. Часть 31: Оборудование, защищенное от воспламенения пыли оболочками «t»
МЭК 60127 (все части)	MOD	ГОСТ Р 50538-93 (МЭК 127-2-89) «Миниатюрные плавкие предохранители. Трубчатые плавкие вставки»
МЭК 60243-1	NEQ	ГОСТ Р 50532-93 (МЭК 212-71) «Материалы электроизоляционные твердые. Стандартные условия, устанавливаемые до и во время испытаний»
МЭК 60691	IDT	ГОСТ Р 50339.0-2003 (МЭК 60269-1-98) «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования»
МЭК 60730-2-9		*
МЭК 60738-1		*
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 61558-2-6	NEQ	ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия»
МЭК 61951-1	IDT	ГОСТ МЭК 60951-1-2004 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Портативные герметичные аккумуляторы. Часть 1. Никель-кадмий»
МЭК 62326-4-1		*
ИСО 62	NEQ	ГОСТ 21207-81 «Пластмассы. Метод определения воспламеняемости»
ИСО 13849-1		*
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 ссылочного стандарта. Перевод данного ссылочного 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.

Библиография

[1]	МЭК 60050-426	Международный электротехнический словарь (МЭК). Глава 426. Электрооборудование для взрывоопасных сред.
[2]	МЭК 60243-1	Материалы твердые изоляционные. Методы испытания. Часть 1. Испытания на промышленных частотах
[3]	МЭК 60079-0	Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d»
[4]	ANSI/UL 746B	Полимерные материалы. Долгосрочная оценка свойств
[5]	МЭК 60079-11	Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная цепь «i»
[6]	МЭК 60079-7	Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование с видом взрывозащиты «повышенная защита «e»
[7]	МЭК 61558-2-6	Трансформаторы силовые, блоки питания и аналогичная продукция. Безопасность. Часть 2. Частные требования к изолирующим трансформаторам безопасности общего назначения
[8]	МЭК 60664-1	Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования
[9]	МЭК 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.
[10]	МЭК 60079-15	Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «n»
[11]	МЭК 60079-26	Взрывоопасные газовые среды. Часть 26. Оборудованием с уровнем защиты (EPL) Ga
[12]	МЭК 60079-31	Взрывоопасные среды. Часть 31. Оборудование, защищенное от воспламенения пыли оболочками «t»
[13]	МЭК 61241-11	Электрооборудования для применения в присутствии горючей пыли. Часть 11. Искробезопасная цепь «iD»
[14]	ИСО 13849-1	Безопасность машинного оборудования. Защитные устройства, являющиеся частью системы управления. Часть 1. Общие принципы конструкции
[15]	МЭК 60127	Предохранители плавкие миниатюрные
[16]	МЭК 60691	Вставки плавкие тепловые. Требования и руководство по применению
[17]	ANSI/UL 248-1	Стандарт по низковольтным предохранителям Часть 1. Общие требования
[18]	МЭК 60730-2-9	Устройства управления автоматические электрические бытового и аналогичного назначения. Часть 2-9. Частные требования к терморегуляторам
[19]	МЭК 60738-1	Термисторы прямого нагрева с положительным температурным коэффициентом с единичной функцией. Часть 1-2. Типовая форма частных технических условий. Применение для нагревательных элементов. Уровень оценки качества EZ
[20]	ИСО 62	Пластмассы. Методы определения водопоглощения

УДК 621.3.002.5-213.34:006.354 ОКС 29.260.20 Е02 ОКСТУ 3402

Ключевые слова: электрооборудование взрывозащищенное, компаунд, герметизация

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *А.Б. Заварзина*
Корректор *В.Г. Смолин*
Компьютерная верстка *Д.Е. Першин*

Сдано в набор 20.12.2013. Подписано в печать 7.04.2014. Формат 60x841/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,05. Тираж 98 экз. Зак. 2376.

Набрано в ООО «Академиздат».
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru