ГОСТ 28739—90
(МЭК 660—84)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ИЗОЛЯТОРЫ ОПОРНЫЕ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ УСТАНОВОК НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В ДО 300 кВ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Издание официальное

БЗ 7—2004

Москва
Стандартинформ
2005

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.315.623.001.4:006.354 Группа Е39

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ИЗОЛЯТОРЫ ОПОРНЫЕ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ УСТАНОВОК НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В ДО 300 кВ

Методы испытаний

ГОСТ 28739—90 (МЭК 660—84)

Tests on indoor post insulators of organic materials for systems with nominal voltages greater than 1000 V up to 300 kV

МКС 29.080.10
ОКСТУ 3494

Дата введения 01.01.92

Раздел I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на опорные изоляторы из органического материала для электрических установок (далее — изоляторы), работающих в помещении или внутри оборудования, работающего при атмосферном давлении, на номинальное напряжение свыше 1000 В до 300 кВ переменного тока и частотой не более 100 Гц.

Настоящий стандарт распространяется на опорные изоляторы из литьевой эпоксидной смолы, которая прошла длительную апробацию.

Временно стандарт может быть использован как руководство при проведении минимума испытаний для проверки на соответствие требованиям, предъявляемым к опорным изоляторам из других органических материалов.

При необходимости, после получения статистических данных при применении других органических материалов, стандарт будет пересмотрен.

Требования стандарта являются рекомендуемыми.

2. ЦЕЛЬ

Цель стандарта заключается в:

установлении применяемых терминов;

определении электрических и механических характеристик опорных изоляторов из органического материала и условий, в соответствии с которыми заданные значения этих характеристик должны меняться;

определении методов испытаний;

определении критериев приемки.

Примечание. Настоящий стандарт не устанавливает конкретных значений параметров изоляторов и различных требований к изоляторам для особых условий работы.

Конкретные значения электрических и механических параметров, размеры изоляторов приведены в приложениях 1, 2.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Примечание. Определения испытательных напряжений являются справочными. Дополнительные данные — по ГОСТ 1516.2.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1991
© Стандартинформ, 2005

3.1. Опорный изолятор из органического материала

Опорный изолятор из органического материала предназначен для жесткого крепления токоведущей части под напряжением к основной части конструкции и изоляции токоведущей части от земли и другой части под напряжением. Материал или его часть, образующие опорный изолятор, состоят из органического материала, т. е. материала, относящегося к химическим соединениям на основе углерода или углерода и кремния. Эти органические материалы могут использоваться одни или в соединении с другими материалами (минеральными или органическими) в качестве наполнителей, армирующих материалов и т. д.

3.2. Опорный изолятор для работы в помещении

Опорный изолятор, предназначенный для работы в помещении или под навесом в соответствии с заданными условиями.

Примечание. Для работы в помещении, где изолятор подвергается действию влаги, можно использовать опорные изоляторы наружной установки или специальные опорные изоляторы для работы в помещении.

3.3. Классификация

Опорные изоляторы в соответствии с их конструкцией подразделяют на два типа:

тип А — опорные изоляторы, в которых длина наиболее короткого пути пробоя через твердый изолирующий материал должна быть не менее $^1/_3$ длины наиболее короткого пути перекрытия по воздуху для изоляторов из литьевой эпоксидной смолы или должна быть равна половине этого пути для изоляторов из других органических материалов;

тип В — опорные изоляторы, в которых длина наиболее короткого пути пробоя в твердом изоляционном материале менее $^1/_3$ длины наиболее короткого пути перекрытия по воздуху для изоляторов из литьевой эпоксидной смолы или равна половине этого пути для изоляторов из других органических материалов.

3.4. Партия

Партия опорных изоляторов представляет собой ряд опорных изоляторов от одного и того же изготовителя и одной и той же конструкции, предъявленных для приемки; партия может представлять собой всю продукцию, часть ее или заказанное количество.

3.5. Перекрытие

Перекрытие — по ГОСТ 1516.2.

Примечание. Термин «перекрытие», применяемый в настоящем стандарте, включает в себя перекрытие по всей поверхности изолятора, а также пробивные разряды в результате дугового разряда в воздухе, окружающем изолятор. Пробивные разряды, происходящие случайно где-либо еще (например на другие конструкции или на землю), не являются предметом рассмотрения данного стандарта.

3.6. Пробой

Пробой — по ГОСТ 1516.2.

Примечание. Кусочек, отколовшийся от обода ребра изолятора, или повреждение изолятора из-за нагрева поверхности в результате разряда не должны рассматриваться как пробой.

3.7. Выдерживаемое напряжение грозового импульса в сухом состоянии

Напряжение грозового импульса, которое опорный изолятор выдерживает в сухом состоянии в заданных условиях испытания.

3.8. Напряжение грозового импульса с 50%-ной вероятностью перекрытия

Напряжение грозового импульса, при котором возникает 50%-ная вероятность перекрытия опорного изолятора в сухом состоянии в заданных условиях испытания.

3.9. Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в сухом состоянии

Напряжение промышленной частоты, которое опорный изолятор выдерживает в сухом состоянии при заданных условиях испытаний.

3.10. Напряжение перекрытия промышленной частоты в сухом состоянии

Среднее арифметическое значение измеренных напряжений, при которых происходит перекрытие опорного изолятора в сухом состоянии при заданных условиях испытания.

3.11. Механическая разрушающая сила

Разрушающая механическая сила представляет собой минимальную силу, которая может быть достигнута при испытаниях опорного изолятора в заданных условиях до момента разрушения. Она соответствует максимальной нагрузке на кривой прогиба под нагрузкой.

3.12. Длина пути утечки тока изолятора

Кратчайшее расстояние или сумма кратчайших расстояний по контуру наружной изоляционной поверхности между частями, находящимися под разными электрическими потенциалами.

Кратчайшее расстояние, измеренное по поверхности цементного шва или токопроводящего соединительного материала, не является составной частью длины пути утечки.

Если на часть изоляционной поверхности наносят полупроводящую глазурь, то эту часть следует рассматривать как эффективную изоляционную поверхность, а кратчайшее расстояние по ней включают в длину пути утечки.

Примечания:

1. Поверхностное сопротивление покрытий с высоким электрическим сопротивлением обычно составляет 10^6 Ом, но не менее 10^4 Ом.

2. Стабилизированный изолятор — изолятор, у которого вся поверхность изоляционных частей имеет полупроводящее покрытие с различным удельным поверхностным сопротивлением. Удельное поверхностное сопротивление и длина пути утечки тока для стабилизированного изолятора должны быть согласованы между изготовителем и потребителем.

3.13. Основные параметры

Основными параметрами, характеризующими изоляторы, являются:

значения напряжения и механической силы или любого другого параметра, приведенного в приложениях 1, 2,

либо значения любого параметра, согласованного между изготовителем и потребителем.

Установление значения выдерживаемого напряжения и напряжения перекрытия, а также пробоя относят к стандартным условиям.

4. ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Значения напряжения должны соответствовать ГОСТ 1516.1 или указанным в приложении 1.

5. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПОРНОГО ИЗОЛЯТОРА ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Опорный изолятор из органического материала характеризуют следующие основные параметры:

нормированное напряжение грозового импульса, выдерживаемое в сухом состоянии;

нормированное напряжение промышленной частоты, выдерживаемое в сухом состоянии;

нормированное пробивное напряжение (только для опорных изоляторов типа В);

нормированные механические разрушающие силы;

установленные основные размеры;

максимальная разница между значениями прогибов при 20 % и 50 % от нормированной механической разрушающей силы.

Примечания:

1. Рабочее напряжение не следует рассматривать как параметр, характеризующий опорный изолятор.

2. По требованию потребителя должна быть представлена конструкторская документация на опорный изолятор.

3. Напряжения, выдерживаемые опорными изоляторами в рабочих условиях, могут отличаться от напряжений в стандартных условиях испытаний.

6. НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нормальные условия с обычной температурой и относительной влажностью определяют следующим образом:

температура окружающей среды должна быть не более 40 °С, ее среднее значение за 24 ч — 35 °С;

минимальная температура окружающего воздуха минус 5 °С или минус 25 °С;

высота над уровнем моря должна быть не более 1000 м;

окружающий воздух не должен быть засорен пылью, дымом, коррозионными или воспламеняющими газами, а также парами или солью;

среднее значение относительной влажности за 24 ч должно быть не более 95 %;

среднее значение относительной влажности за 1 мес должно быть не более 90 %.

Примечание. При максимальной относительной влажности 95 % и температуре 40 °С при понижении температуры на 1 °С на опорных изоляторах происходит конденсация влаги.

Раздел II. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

7. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ

Методы испытания изоляторов напряжением грозового импульса и напряжением промышленной частоты должны соответствовать ГОСТ 1516.2.

Если естественные атмосферные условия во время испытания отличаются от стандартных условий (п. 10), то необходимо применить поправочные коэффициенты в соответствии с п. 11.

Перед началом электрических испытаний опорные изоляторы должны быть чистыми и сухими.

Для того, чтобы избежать конденсации влаги на поверхности опорных изоляторов, следует принять меры предосторожности, особенно при высокой относительной влажности. Например, опорный изолятор устанавливают в месте испытания за определенное время до начала испытания для достижения температурного равновесия с окружающей средой. Если нет договоренности между изготовителем и потребителем, и если относительная влажность превышает 85 %, то испытания не проводят.

8. ИСПЫТАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ ГРОЗОВОГО ИМПУЛЬСА

Стандартный грозовой импульс 1,2/50 по ГОСТ 1516.2 применяют со следующими допускаемыми отклонениями:

амплитуда импульса ± 3 %;

время формирования фронта импульса ± 30 %;

длительность полного импульса ± 20 %.

Значение напряжения грозового импульса должно соответствовать амплитудному значению, измеренному по искровому промежутку или другим методом, приведенным в ГОСТ 17512.

9. ИСПЫТАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Испытательное напряжение должно представлять собой переменное напряжение, имеющее частоту в диапазоне от 15 до 100 Гц, если другие значения частоты не согласованы между изготовителем и потребителем.

Испытательная схема должна соответствовать ГОСТ 1516.2.

10. СТАНДАРТНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

Стандартные атмосферные условия для испытаний должны соответствовать ГОСТ 1516.2.

11. ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ

Поправочные коэффициенты для атмосферных условий — по ГОСТ 1516.2.

12. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ

Испытания подразделяют на три группы:

Испытания группы I (типовые испытания).

Эти испытания предназначены для проверки основных характеристик опорного изолятора из органического материала, которые, главным образом, зависят от материала и метода изготовления, а также от формы и размеров. Их проводят только раз для каждого вида материала из литьевой эпоксидной смолы и метода изготовления (п. 13.1) и только раз на опорных изоляторах в соответствии с условиями, установленными в пп. 13.2, 13.3. Испытания повторяют, когда меняют конструкцию или материал опорного изолятора.

Если настоящий стандарт применяют к опорным изоляторам из других органических материалов, то все испытания группы I следует повторять для каждой новой конструкции изолятора.

Примечание. Необходимость проведения всех испытаний группы I на изоляторах из других органических материалов может быть пересмотрена, если дальнейшие опытные данные подтверждают соответствующую целесообразность.

Испытания группы II (приемосдаточные по плану выборочного контроля — выборочные испытания).

Эти испытания предназначены для проверки других характеристик опорного изолятора из органического материала, которые зависят от качества технологии производства. Их проводят на опорных изоляторах, взятых произвольно из партий, предложенных для приемки.

Испытания группы III (приемосдаточные по плану сплошного контроля — контрольные испытания).

Эти испытания предназначены для выявления дефектов при изготовлении опорных изоляторов из органического материала. Их проводят на всех опорных изоляторах, предложенных для приемки.

Раздел III. ИСПЫТАНИЯ ГРУППЫ I (ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ)

13. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Типовые испытания опорных изоляторов, изготовленных из одной и той же литьевой эпоксидной смолы и одним и тем же производственным методом, делят на следующие подгруппы (см. пп. 13.1—13.3) в соответствии с их назначением.

13.1. Испытания, относящиеся к выбору эпоксидной смолы и методу изготовления

Испытания обычно проводят только на опорных изоляторах от первой производственной партии, изготовленных из каждого нового материала одним и тем же производственным методом.

13.1.1. Испытание на водопоглощение (п. 22).

13.1.2. Испытание на воспламеняемость (п. 24).

13.1.3. Испытание на старение и влажность (п. 23).

Примечание. Испытание на трекингостойкость проводят в случае применения других материалов вместо эпоксидной смолы.

13.2. Испытания, относящиеся главным образом к выбору эпоксидной смолы и методу изготовления, которые могут оказать влияние на конструкцию опорного изолятора

Испытания проводят только раз на изоляторах одинаковой формы и размеров, изготовленных из одного и того же материала по одной и той же технологии.

13.2.1. Испытание на механическую прочность при изгибе в зависимости от температуры (п. 21).

13.3. Испытания, относящиеся к определенной конструкции опорного изолятора

Испытания проводят только раз для каждой конструкции опорного изолятора.

13.3.1. Испытание напряжением грозового импульса, выдерживаемым в сухом состоянии (п. 15).

13.3.2. Испытание выдерживаемым напряжением промышленной частоты в сухом состоянии (п. 16).

13.3.3. Испытание на пробой грозовым импульсом (п. 18).

13.3.4. Испытание на стойкость к медленному изменению температуры (п. 25).

13.3.5. Испытание по определению напряжения затухания частичного разряда (п. 17).

13.3.6. Измерение прогиба при нагрузке при нормальной температуре окружающей среды (п. 20).

13.3.7. Испытание на механическую прочность при нормальной температуре окружающей среды (п. 19).

13.3.8. Испытание в условиях выпадения росы (п. 25а).

Примечание. При применении настоящего стандарта к опорным изоляторам из других органических материалов, кроме литьевой эпоксидной смолы, все испытания каждой подгруппы повторяют для каждой конструкции изолятора.

14. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ ГРУППЫ I

14.1. Стандартные монтажные установки для всех электрических испытаний

Опорный изолятор устанавливают вертикально вверх на горизонтальной заземленной металлической опоре, состоящей их швеллерных секций, фланцы которых направлены вниз. Ширина заземленной металлической опоры должна быть равной диаметру монтажной поверхности испытываемого опорного изолятора, а длина, по крайней мере, равной двойной высоте опорного изолятора, высота установки опоры не менее 1 м от земли для опорных изоляторов высотой до 1,8 м. Для более высоких опорных изоляторов расстояние должно быть не менее 2,5 м.

К верхнему фланцу опорного изолятора перпендикулярно к заземленной опоре в горизонтальной плоскости прикрепляют цилиндрический проводник. Длина проводника должна быть не менее чем в 1,5 раза больше высоты опорного изолятора и он должен выступать на 1 м с каждой стороны от оси изолятора. Диаметр проводника должен быть приблизительно равен 1,5 % высоты опорного изолятора, но не менее 25 мм.

Испытательное напряжение прикладывают между проводником и заземленной опорой, высоковольтное соединение выполняют на одном конце проводника.

Во время испытания никаких предметов, кроме вышеуказанных, не должно находиться на расстоянии ближе 1 м или на расстоянии, составляющем 1,5 высоты опорного изолятора в зависимости от того, что больше.

Опорный изолятор должен быть в комплекте с теми деталями, которые соединены с ним и определены изготовителем.

14.2. Условия монтажа для всех электрических испытаний при их проведении

По договоренности испытания допускается проводить в условиях, имитирующих как можно более полно условия эксплуатации. Степень имитации условий эксплуатации согласовывают между изготовителем и потребителем с учетом факторов, которые могут влиять на работу опорного изолятора.

Примечание. В нестандартных условиях значения параметров могут отличаться от значений, полученных при стандартных методах установки. Разница может быть значительной в том случае, когда испытывают опорные изоляторы высотой более 1,8 м или с уменьшением высоты над землей.

14.3. Интервалы времени между последовательными приложениями напряжения

Интервалы времени между последовательными приложениями напряжения должны быть достаточными, чтобы избежать влияний от предшествующего приложения напряжения при перекрытии или при приложении выдерживаемого напряжения.

15. ИСПЫТАНИЕ ВЫДЕРЖИВАЕМЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ГРОЗОВОГО ИМПУЛЬСА В СУХОМ СОСТОЯНИИ

Опорный изолятор испытывают в условиях в соответствии с п. 14. Импульсный генератор должен быть настроен на импульс 1,2/50 (п. 8).

Применяют как положительную, так и отрицательную полярность. Когда становится очевидно, какая полярность дает наиболее низкое значение разрядного напряжения, достаточно провести испытание при этой полярности.

Существуют два метода испытания изоляторов выдерживаемым грозовым импульсом в сухом состоянии:

приложение к изолятору 15 импульсов;

приложение к изолятору напряжения, равного 50% разрядного напряжения.

Примечания:

1. 50%-ный метод дает больше информации.

2. Опыт показал, что на поверхности изолятора, изготовленного из литьевых эпоксидных смол, при испытаниях импульсным напряжением на разрядное напряжение влияет влажность среды. Для снижения этого влияния, если имеется возможность изменения полярности импульса, следует провести испытания с изменением полярности (т. е. при положительной и отрицательной).

Для проведения испытаний в дальнейшем методику следует уточнить более конкретно.

15.1. Испытание приложением выдерживаемого грозового импульса

Испытание приложением выдерживаемого напряжения заданного значения проводят с учетом

корректирования атмосферных условий во время испытания (п. 11). Прикладывают к изолятору 15 импульсов.

Если число искрений не превышает двух, то считают, что опорный изолятор соответствует требованиям настоящего стандарта.

Опорные изоляторы не должны иметь повреждений во время испытаний, допускаются незначительные следы на поверхности изолирующих частей, откалывание связки или другого материала, применяемого для сборки.

15.2. Испытание приложением 50%-ного разрядного напряжения при грозовом импульсе

Заданное выдерживаемое напряжение грозового импульса должно составлять 50 % грозового импульсного разрядного напряжения, определенного по следующей методике. Напряжение U_k выбрано на уровне 50%-ного разрядного напряжения. Также выбран интервал ΔU (приблизительно 3 % U_k). Один импульс приложен на уровне U_k. Если это напряжение не вызывает перекрытия, то уровень следующего импульса должен быть $U_k + \Delta U$. Если перекрытие возникает на уровне U_k, то следующий импульс будет на уровне $U_k - \Delta U$.

Эту процедуру повторяют несколько раз, каждый импульс при этом имеет уровень, определенный с помощью предыдущего импульса. Считают число импульсов n, приложенных при каждом напряжении U_v, а 50%-ное разрядное напряжение вычисляют по формуле

$$U_{50\,\%} = \frac{\Sigma\, n_v\, U_v}{\Sigma n_v},$$

где Σn_v — общее число импульсов.

В формуле первый уровень, принятый во внимание, должен быть уровнем, при котором прилагают два или более импульсов. Это частично корректирует ошибку, которая может появиться, если U_k намного ниже или намного выше. Общее число импульсов, принятых к расчету (Σn_v), должно быть равно 30.

50%-ное разрядное напряжение грозового импульса, определенное указанным методом, должно быть скорректировано в соответствии с п. 10. Считают, что опорный изолятор выдержал испытание, если 50%-ное разрядное напряжение грозового импульса составляет не менее $\frac{1}{1 - 1{,}3\sigma} = 1{,}04$ раз от заданного выдерживаемого напряжения грозового импульса, где σ — стандартное отклонение, равное 3 %.

Опорный изолятор не должен быть поврежден в результате этих испытаний. Допускаются незначительные отметины на поверхности изолирующих частей или около связки или другого материала, применяемого для сборки.

Примечание. Переменный метод определения 50%-ного пробивного напряжения мгновенного импульса состоит в следующем: ряд грозовых импульсов прикладывают на каждом уровне испытательного напряжения; стадии напряжения равны 2 %—4 % от ожидаемого 50%-ного пробивного напряжения. Значение 50%-ного пробивного напряжения определяют на кривой вероятности пробоя в зависимости от ожидаемого испытательного напряжения, полученного при нанесении результатов испытания на график вероятности в виде прямой линии, основанной на интерполяции, согласно закону квадратов. 50%-ное пробивное напряжение, полученное при помощи указанного метода, можно использовать для тех случаев, когда 15 импульсов прикладывают на каждый уровень и учитывают 4 испытательных уровня напряжения, полученных при пробоях от 0 % до 100 %.

16. ИСПЫТАНИЕ ВЫДЕРЖИВАЕМЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В СУХОМ СОСТОЯНИИ

Опорный изолятор испытывают в условиях, указанных в п. 14.

Испытательное напряжение, прилагаемое к опорному изолятору, должно быть заданным выдерживаемым напряжением промышленной частоты в сухом состоянии, откорректированным для атмосферных условий во время испытаний (п. 11).

Порядок испытаний: вначале к изолятору прикладывают напряжение, равное 75 % от испытательного значения. Затем напряжение плавно увеличивают со скоростью 2 % испытательного напряжения в секунду.

Испытательное напряжение прикладывают к изолятору в течение 1 мин. Во время испытаний не должно быть перекрытий и пробоя изолятора.

Для получения специальной информации для опорного изолятора в сухом состоянии можно определить разрядное напряжение переменного тока промышленной частоты. Для этого на изолятор подают напряжение, равное примерно 75 % установленного значения испытательного напряжения, затем повышают его до перекрытия со скоростью примерно 2 % заданного значения. Напряжение, выдерживаемое в сухом состоянии, должно быть средним арифметическим пяти последовательных показаний, а его значения корректируют на соответствие стандартным атмосферным условиям (п. 10).

17. ИСПЫТАНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАПРЯЖЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Измерения частичных разрядов опорного изолятора из органического материала производят определением амплитуды переменного напряжения промышленной частоты, при котором прекращается частичный разряд в твердой изоляции или промежутке между изоляцией и металлическими частями опорного изолятора.

Примечание. Результаты измерения частичного разряда не всегда указывают на дефектность изоляторов из органического материала. При необходимости для изоляторов специального назначения следует провести радиографическое исследование.

Методика проведения измерения должна соответствовать ГОСТ 20074.

Должно быть выполнено условие: прилагаемое напряжение, при котором прекращаются частичные разряды, должно быть на 10 % выше наибольшего напряжения, установленного для оборудования, разделенного на $\sqrt{3}$, по ГОСТ 1516.1. Независимо от испытуемого объекта чувствительность измерительной цепи должна позволять определять разряд с амплитудой 10 пКл. Электрическая часть испытательной схемы должна быть экранирована от разрядов и внешних влияний.

17.1. Упрощенная методика испытания

По согласованию между изготовителем и потребителем может быть применена упрощенная методика сравнительно высокой точности, приведенная ниже.

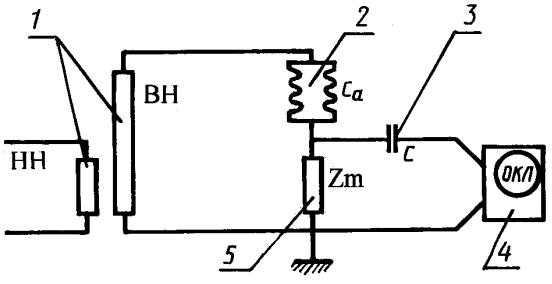
Единственным измерительным инструментом выбирают катодно-лучевой осциллограф, дающий развертку отдельных импульсов в соответствии с ГОСТ 20074.

Испытуемая цепь приведена на чертеже настоящего стандарта.

Кроме оборудования, необходимого для генерации и измерения испытательного высокого напряжения, в схему входят: высокочастотный фильтр Zm, который используют для выделения высокочастотной составляющей напряжения, он выполняет роль измерительного шунта; катодно-лучевой осциллограф, применяемый для измерения высокочастотного напряжения.

Индуктивность фильтра-реактора с воздушным сердечником, обозначенного на чертеже Zm, может меняться от 18 до 29 мГн. Емкость конденсатора C (см. чертеж) может меняться от 80 до 125 пФ.

Электрическая принципиальная схема испытания для определения напряжения затухания частичных разрядов



1 — трансформатор (ВН — высокое напряжение, НН — низкое напряжение); *2* — опорный изолятор (C_a — емкость активная); *3* — конденсатор; *4* — катодно-лучевой осциллограф (ОКЛ); *5* — высокочастотный фильтр

Линейное сканирование катодно-лучевого осциллографа составляет 1 мс. Вертикальное усиление осциллографа должно быть таким, чтобы имело место отклонение, равное 1 см при 10 мВ на входе. В таких условиях частотный диапазон составляет от 20 до 3,8 МГц при 3 дБ.

Методика определения напряжения затухания частичных разрядов следующая: переменное напряжение промышленной частоты, прилагаемое к опорному изолятору, увеличивают до тех пор,

пока на экране осциллографа не появятся линии, представляющие высокочастотные разряды в твердой изоляции опорного изолятора. Напряжение, прилагаемое к опорному изолятору, уменьшают до значения, при котором прекращаются разряды. Замечают значение прилагаемого напряжения, соответствующее затуханию разрядов.

При этом прилагаемое напряжение ни в коем случае не должно превышать выдерживаемого напряжения промышленной частоты, указанного в приложении 1 или ГОСТ 1516.1.

18. ИСПЫТАНИЕ ПРОБИВНЫМ ГРОЗОВЫМ ИМПУЛЬСОМ

Это испытание относится только к опорным изоляторам типа В.

После очистки и сушки опорный изолятор полностью погружают в резервуар, содержащий соответствующую изоляционную среду, исключающую поверхностные разряды. Если резервуар сделан из металла, то его размеры должны быть такими, чтобы между электродами и сторонами резервуара не возникало перекрытие. Среда для погружения должна иметь комнатную температуру.

Напряжение испытания прикладывают к тем частям, между которыми обычно имеется рабочее напряжение. Во время погружения в изоляционную среду следует принять меры, чтобы избежать воздушных пузырей под ребрами изолятора.

Генератор импульсов регулируют таким образом, чтобы он производил стандартный грозовой импульс 1,2/50 (п. 8).

К изолятору прикладывают последовательно пять импульсов положительной и пять импульсов отрицательной полярности, при этом не должно произойти ни пробоя, ни перекрытия. Напряжение испытания должно составлять 1,3 выдерживаемого импульсного напряжения, указанного в приложении 1 или ГОСТ 1516.1.

Примечание. Когда требуется определенная информация, напряжение испытания может быть постепенно поднято до тех пор, пока не произойдет пробой; напряжение пробоя фиксируют.

19. ИСПЫТАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

Опорный изолятор прикрепляют к монтажной поверхности испытательной машины с учетом способа крепления в рабочем состоянии.

Нагрузку прилагают постепенно, начиная со значения, превышающего половину механической минимальной разрушающей силы, и увеличивают до тех пор, пока будет достигнута механическая минимальная разрушающая сила. Считают, что опорный изолятор выдержал испытание, если была достигнута механическая минимальная разрушающая сила.

Опорный изолятор, испытанный при механической минимальной разрушающей силе, поставке потребителю не подлежит.

С целью получения определенной информации, нагрузку увеличивают до механической разрушающей силы и ее значение фиксируют.

Испытание на механическую прочность опорного изолятора должно быть проведено одним из следующих четырех методов испытаний. Если отсутствуют требования потребителя, то проводят испытания только на изгиб.

Испытание на изгиб

Силу прилагают к свободному концу опорного изолятора. Направление приложения силы должно пройти через ось опорного изолятора и перпендикулярно к ней.

Испытание на кручение

Опорный изолятор подвергают воздействию минимального разрушающего момента при кручении с исключением любого изгибающего усилия.

Испытание на растяжение или сжатие

Опорный изолятор вдоль его оси подвергают действию силы растяжения или сжатия.

Примечания:

1. В приложениях 1, 2 приведено значение минимальной разрушающей силы на изгиб на конкретные типы изоляторов.

2. Во всех механических испытаниях быстрое увеличение силы производят в диапазоне от первоначальной силы до 75 % значения минимальной разрушающей силы. Затем скорость увеличения силы в минуту может быть между 30 % и 60 % минимальной разрушающей силы.

20. ИСПЫТАНИЕ НА ПРОГИБ ПОД НАГРУЗКОЙ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Опорный изолятор прикрепляют, как указано в п. 19. Его подвергают действию силы на изгиб или кручение, которую постепенно увеличивают от нулевого значения до значения, составляющего половину механической минимальной разрушающей силы. Отклонение нужно непрерывно измерять в точках приложения силы изгиба или кручения.

Таким образом получают характерную кривую деформации изолятора под нагрузкой изгиба или кручения.

Примечание. В приложении 1 приведена только максимальная разница между отклонением при 20 и 50 %-ной минимальной механической разрушающей силе.

При снятии изгибающей нагрузки остаточный прогиб должен быть меньше 0,2 % высоты изолятора.

При необходимости изготовитель и потребитель должны согласовать приемочные пределы углового смещения под действием силы кручения.

21. ИСПЫТАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Опорные изоляторы из органического материала должны работать в широком диапазоне температуры окружающей среды. Для определения возможных изменений механической прочности опорных изоляторов, вызванных влиянием температуры, проводят испытание по определению механической прочности при изгибе.

Для проведения испытаний установлены следующие три диапазона температур:

от минус 40 °С, до плюс 55 °С;

от минус 20 °С, до плюс 75 °С;

от минус 5 °С до плюс 90 °С.

Механическое испытание на изгиб при минимальной разрушающей силе осуществляют в температурном диапазоне по выбору потребителя. Если потребитель не указывает диапазон, то применяют второй.

В пределах выбранного температурного диапазона минимальную разрушающую силу измеряют в зависимости от принятой температуры. В пределах диапазона выбирают следующие три значения температуры:

минус 40 °С, плюс 20 °С, плюс 55 °С;

минус 20 °С, плюс 20 °С, плюс 75 °С;

минус 5 °С, плюс 20 °С, плюс 90 °С.

При каждой из выбранных температур механическое испытание на изгиб проводят на десяти опорных изоляторах. По измеренным механическим минимальным разрушающим силам вычисляют среднее значение ($\overline{R}$) и стандартное отклонение (S) по формулам:

$$\overline{R} = \frac{\Sigma R}{n},$$

где R — механическая минимальная разрушающая сила каждого испытательного опорного изолятора;

n — число испытанных изоляторов при выбранной температуре

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(R - \overline{R})^2}{n - 1}}.$$

Получив значение $\overline{R}$ при определенных значениях температуры, строят графическую зависимость совместно с зависимостью (R—αS). По данным графика можно определить для конкретной конструкции опорного изолятора с определенной вероятностью значение разрушающей механической силы при заданной температуре.

Нормальное значение α равно 2. Большее или меньшее значение может быть выбрано по согласованию между изготовителем и потребителем в соответствии с требуемым пределом вероятности.

При проведении испытания температура в момент достижения минимальной разрушающей силы не должна отличаться от заданного значения более чем на ± 5 °С.

У опорных изоляторов небольших размеров (с импульсным напряжением до 170 кВ) изолятор и съемные части испытательной машины, с которыми он контактирует, должны нагреваться и охлаждаться одновременно. Фиксирующие устройства испытательной машины должны быть такими, чтобы за время, не превышающее 1 мин, температура изолятора оставалась в пределах допускаемых отклонений.

Для больших опорных изоляторов должно быть обеспечено устройство, позволяющее нагревать или охлаждать изолятор во время его нахождения на испытательной машине и проведения испытания.

Если опорный изолятор изготовлен из материала, выдерживающего два или три температурных диапазона, то испытание проводят при крайних температурах двух или трех диапазонов и при 20 °С.

Примечание. По согласованию между изготовителем и потребителем, при условии наличия результатов испытаний опорных изоляторов, аналогичные конструкции изоляторов, изготовленные из одного и того же материала и одним и тем же технологическим способом, повторно испытаниям можно не подвергать.

22. ИСПЫТАНИЯ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ

Опорный изолятор после очистки погружают в ванну с дистиллированной водой на глубину под водой не менее 0,1 м на 24 ч при обычной температуре 20 °С. Затем его вынимают из дистиллированной воды и оставляют сохнуть на воздухе в испытательной лаборатории на 3 ч. Опорный изолятор подвергают воздействию в течение 1 ч переменным напряжением промышленной частоты, равным 80 % напряжения, выдерживаемого изолятором в сухом состоянии перед погружением.

Во время испытаний в течение 1 ч не должно быть пробоя изолятора при повышении температуры на его поверхности на 5 °С выше, чем окружающая среда.

Примечание. По согласованию между изготовителем и потребителем, при наличии результатов испытаний опорных изоляторов аналогичной конструкции, изготовленных из одинаковых материалов и одним и тем же методом, испытания можно не проводить.

23. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ НА СТАРЕНИЕ

Находится на рассмотрении.

24. ИСПЫТАНИЕ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ

Опорный изолятор монтируют в обычном положении, например, вертикально. Пламя кислородно-ацетиленовой горелки, отрегулированное соответствующим образом, наклоненное под углом 45° к оси изолятора, прикладывают таким образом, чтобы верхняя часть голубого пламени находилась в контакте с изоляционным материалом на уровне половины высоты изолятора.

Пламя держат 15 с, затем на 15 с убирают. Цикл повторяют пять раз подряд. Если органический материал изолятора воспламеняется, то он должен погаситься в течение 60 с.

Кислородно-ацетиленовая горелка должна быть отрегулирована на скорость потока горючей смеси 100 дм^3/ч, приблизительно 60 дм^3/ч кислорода и 50 дм^3/ч ацетилена. Пламя, будучи химически нейтральным, должно быть примерно 150 мм в длину и наклонено, как указано выше.

Примечание. По согласованию между изготовителем и потребителем при наличии результатов испытаний опорных изоляторов аналогичной конструкции, изготовленных из одинаковых материалов и одним и тем же методом, повторные испытания можно не проводить.

25. ИСПЫТАНИЕ НА СТОЙКОСТЬ К МЕДЛЕННОМУ ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ

Опорный изолятор помещают в камеру при температуре минус 25 °С не менее чем на 10 ч. Затем изолятор вынимают из камеры холода и быстро помещают в камеру, нагретую до 50 °С, не менее чем на 10 ч. Этот цикл повторяют три раза. Затем опорный изолятор подвергают визуальному осмотру с целью обнаружения дефектов поверхности.

Для того, чтобы определить возможное появление трещин в материале опорного изолятора, его подвергают испытанию по определению напряжения затухания частичного разряда (п. 17).

Примечание. По согласованию между изготовителем и потребителем испытание по определению напряжения затухания частичного разряда может быть заменено испытанием на механическую прочность (п. 19).

25а*. Испытания изоляторов в условиях выпадения росы проводят по ГОСТ 16962.1, метод 207-4.

Раздел IV. ИСПЫТАНИЯ ГРУППЫ II (ВЫБОРОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ)

26. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Число изоляторов, отобранных для указанных испытаний, должно соответствовать приведенному в таблице. Потребитель сам может выбрать изоляторы для испытания.

шт.

Число изоляторов в партии n	Число изоляторов, отобранных для испытаний от партии
$n \le 300$	По согласованию
$300 < n \le 1200$	1 %
$1200 < n \le 3000$	$8 + \frac{3n}{1000}$

Если при вычислении не получается целое число, то выбирают следующее большее целое число.

Отобранные для испытания изоляторы должны сначала выдержать испытания группы III (приемосдаточные испытания при сплошном контроле (контрольные испытания). Затем их подвергают следующим испытаниям в указанном ниже порядке:

проверка размеров (п. 27);

испытание на водопоглощение (п. 22) (только для материалов, кроме литьевой эпоксидной смолы);

испытание по определению напряжения затухания частичных разрядов (п. 17);

испытание на прогиб под нагрузкой при нормальной температуре окружающей среды (п. 20);

испытание на механическую прочность при нормальной температуре окружающей среды (п. 19).

В случае, если опорный изолятор не выдержит одного из испытаний группы II, то допускается повторное испытание в соответствии с п. 28.

27. ПРОВЕРКА РАЗМЕРОВ

Размеры опорных изоляторов проверяют по соответствующим чертежам.

На размеры, для которых не указаны специальные допуски, разрешается допуск $\pm (0{,}01d + 0{,}2)$ мм, где d — контролируемый размер в миллиметрах.

28. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Если один изолятор не выдержит любое из испытаний группы II (выборочные) в соответствии с п. 26, то следует подвергнуть повторным испытаниям удвоенное количество изоляторов.

Повторные испытания должны включать испытание, которое ранее не выдержал изолятор, и этому испытанию должны предшествовать те испытания (п. 26), которые могли бы оказать влияние на результаты последующих испытаний.

Если два или более изоляторов не выдержат какое-либо испытание группы II (выборочные испытания) в соответствии с п. 26 или если произойдет выход из строя изоляторов, подвергаемых повторному испытанию, как указано выше, то всю партии изоляторов передают изготовителю для дальнейшего исследования, после чего партия или ее часть может быть повторно представлена для испытания. Количество изоляторов, выбранное в этом случае, должно в три раза превосходить первоначальное количество. В повторное испытание должно входить испытание, при котором произошел выход из строя, а перед ним проводят те испытания (п. 26), которые могли оказать влияние на результаты последующего испытания.

---

* Пункт 25а учитывает национальную особенность СССР.

Если произойдет выход из строя опорных изоляторов, представленных к испытаниям вторично, считают, что вся партия не соответствует требованиям настоящего стандарта.

Раздел V. ИСПЫТАНИЯ ГРУППЫ III (КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ)

29. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Каждый опорный изолятор подвергают следующим испытаниям:
визуальному контролю (п. 30);
электрическим контрольным испытаниям (п. 31).

30. ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Проводят внешний визуальный контроль каждого опорного изолятора. Контролю подлежат: установка металлической арматуры в изоляторе согласно соответствующим чертежам; цвет опорного изолятора, который должен быть близким указанному на чертеже.

Допускаются некоторые вариации оттенков; изоляционная часть изолятора не должна иметь дефектов на поверхности (складки, поры и т. д.), влияющих на эксплуатацию изоляторов. Для осмотра может быть использована бинокулярная линза, увеличивающая в 20—30 раз.

31. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Каждый опорный изолятор подвергают испытанию приложением в течение 1 мин, выдерживаемого напряжения промышленной частоты, значение которого указано в приложении 1 или ГОСТ 1516.1.

Для этого испытания изоляторы монтируют определенным образом, но не обязательно в соответствии с п. 14. Испытание может быть проведено одновременно на любом количестве изоляторов.

Опорные изоляторы, поврежденные во время испытания, бракуют.

Примечание. Настоящее испытание проводят только на опорных изоляторах типа В. Оно может быть также проведено на опорных изоляторах типа А по согласованию между изготовителем и потребителем.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

Опорные изоляторы для работы в помещении из органического материала с внутренними металлическими креплениями

Таблица 1

Обозначение опорного изолятора	Выдерживаемое напряжение грозового импульса, кВ	Выдерживаемое кратковременное напряжение промышленной частоты в сухом состоянии, кВ	Высота опорного изолятора h, мм	Максимальный номинальный диаметр изоляционной части D, мм	Минимальная разрушающая сила на изгиб		Максимальная разница между прогибами, измеряемыми при 20 % и 50 % механической разрушающей силы на изгиб P_0, мм	Центральное отверстие верхнего крепления (с внутренней резьбой) d_1	Центральное отверстие нижнего крепления (с внутренней резьбой) d_2	Максимальное расстояние между нижними и верхними витками нижней резьбы l, мм
					P_0, Н	P_{50}, Н				
I 02-60	60	28	95 ± 1	60	2000	1300	1,5	M12	M12	15
I 04-60				75	4000	2600		M12	M16	
I 06-60				80	6000	3900		M12	M16	
I 08-60				85	8000	5200		M16	M16	
I 010-60				95	10000	6500		M16	M16	
I 016-60				125	16000	10500		M16	M20	
I 025-60				145	25000	16400		M16	M20	
I 02-75	75	38	130 ± 1	60	2000	1450	2,0	M12	M12	25
I 04-75				75	4000	2900		M12	M16	
I 06-75				90	6000	4350		M12	M16	
I 08-75				100	8000	5800		M16	M16	
I 010-75				105	10000	7200		M16	M20	
I 016-75				125	16000	11600		M16	M20	
I 025-75				145	25000	18000		M16	M20	
I 02-95	95	50	175 ± 1	60	2000	1550	2,7	M12	M12	35
I 04-95				80	4000	3100		M12	M16	
I 06-95				95	6000	4650		M12	M16	
I 08-95				110	8000	6200		M16	M20	
I 010-95				115	10000	7800		M16	M20	
I 016-95				130	16000	12500		M16	M20	
I 025-95				155	25000	19500		M16	M20	
I 02-125	125	50	210 ± 1	75	2000	1600	3,2	M12	M12	75
I 04-125				85	4000	3200		M12	M16	
I 06-125				105	6000	4800		M12	M16	
I 08-125				125	8000	6450		M16	M20	
I 010-125				130	10000	8100		M16	M20	
I 016-125				140	16000	13000		M16	M20	
I 025-125				160	25000	20000		M16	M24	
I 02-145	145	70	270 ± 1	75	2000	1700	4,0	M12	M12	95
I 04-145				95	4000	3400		M12	M16	
I 06-145				115	6000	5100		M12	M16	
I 08-145				130	8000	6750		M16	M20	
I 010-145				140	10000	8400		M16	M20	
I 016-145				150	16000	13500		M16	M24	
I 025-145				170	25000	21000		M16	M24	
I 02-170	170	70	300 ± 1	75	2000	1700	5,0	M12	M12	125
I 04-170				105	4000	3400		M12	M16	
I 06-170				115	6000	5100		M12	M16	
I 08-170				130	8000	6850		M16	M24	
I 010-170				140	10000	8600		M16	M24	
I 016-170				160	16000	13700		M16	M24	
I 025-170				180	25000	21500		M16	M30	

Продолжение табл. 1

Обозначение опорного изолятора	Выдерживаемое напряжение грозового импульса, кВ	Выдерживаемое кратковременное напряжение промышленной частоты в сухом состоянии, кВ	Высота опорного изолятора h, мм	Максимальный номинальный диаметр изоляционной части D, мм	Минимальная разрушающая сила на изгиб		Максимальная разница между прогибами, измеряемыми при 20 % и 50 % механической разрушающей силы на изгиб P_0, мм	Центральное отверстие верхнего крепления (с внутренней резьбой) d_1	Центральное отверстие нижнего крепления (с внутренней резьбой) d_2	Максимальное расстояние между нижними и верхними витками нижней резьбы l, мм
					P_0, Н	P_{50}, Н				
I 04-250	250	95	500 ± 1	125	4000	3600	8,0	M12	M16	250
I 06-250				130	6000	5450		M12	M24	
I 08-250				140	8000	7250		M16	M24	
I 010-250				150	10000	9100		M16	M24	
I 016-250				180	16000	14500		M16	M24	
I 025-250				220	25000	22500		M20	M30	
I 04-325	325	140	620 ± 1	130	4000	3700	11,0	M12	M20	320
I 06-325				150	6000	5500		M12	M24	
I 08-325				160	8000	7400		M16	M24	
I 010-325				170	10000	9200		M16	M24	
I 016-325				200	16000	14800		M20	M30	
I 025-325				240	25000	23000		M20	M30	

Примечания:

1. Если сечение изоляционной части не круглое, то значение максимального номинального диаметра относится к максимальному размеру изоляционной части, перпендикулярной к оси.

2. Обозначения P_0 и P_{50} относятся к изгибающим нагрузкам, прикладываемым соответственно к верхней поверхности изолятора и на расстоянии 50 мм под верхней поверхностью.

($P_{50} = P_0 \frac{h}{h+50}$), где h — высота изолятора, мм.

3. При указанной минимальной разрушающей силе значения напряжения болтов для центрального отверстия нижнего крепления, соответствующих установленным размерам, и расстоянии между нижними и верхними витками нижней резьбы, не должны превышать 220 Н/мм^2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Необязательные дополнительные отверстия в верхнем и (или) нижнем металлическом креплении

Таблица 2

Обозначение опорного изолятора	Отверстия для болта (с внутренней резьбой)	Минимальная глубина резьбовых отверстий, мм	Расстояние между центрами отверстий *d*, мм
I 02-60 ... 170	—	—	—
1 04-60 ... 325 I 06-60 ... 325	М6	6	36
I 08-60 ... 325 I 010-60 ... 325	М10		46
1 016-60 ... 325 I 025-60 ... 325			66

Примечание. Дополнительные отверстия являются необязательными и выполняются по договоренности между изготовителем и потребителем. Дополнительные отверстия по договоренности могут быть без резьбы.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством электротехнической промышленности и приборостроения СССР

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 20.11.90 № 2848
Настоящий стандарт разработан методом прямого применения международного стандарта МЭК 660—84 «Испытания опорных изоляторов из органических материалов для систем внутренних установок с номинальным напряжением свыше 1000 В, но не включая 300 кВ» с дополнительными требованиями, отражающими потребности народного хозяйства

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Пункт, в котором приведены ссылки	Обозначение соответствующего стандарта	Обозначение отечественного нормативно-технического документа, на который дана ссылка
4; 17; 18; 31	МЭК 71-3—82	ГОСТ 1516.1—76
7; 8; 9	МЭК 60-2—73	ГОСТ 1516.2—97
10	МЭК 60-1—73	ГОСТ 1516.2—97
3; 3.5; 3.6; 11	—	ГОСТ 1516.2—97
25а	—	ГОСТ 16962.1—89
8	МЭК 60-2—73	ГОСТ 17512—82
17; 17.1	МЭК 270—81	ГОСТ 20074—83

5. ПЕРЕИЗДАНИЕ. Июль 2005 г.

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *А.С. Черноусова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Подписано в печать 15.07.2005. Формат 60×84$^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл.печ.л. 2,32.
Уч.-изд.л. 1,80. Тираж 44 экз. Зак. 497. С 1578.

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