УДК 621.315.61.001.4:006.354 Группа Е39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

## Определение стойкости к воздействию ионизирующего излучения

Electrical insulating materials.
Methods for determining the resistance
to the effects of ionizing radiation

**ГОСТ 27604—88 (МЭК 544.3—79)**

ОКП (ОКСТУ) 3491

Срок действия с 01.01.89
до 01.01.94

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

## Часть 3. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ (НЕОБРАТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ)

### 1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Цель настоящего стандарта — идентифицировать международные стандарты, а также установить условия облучения, которые выявят различие в воздействиях дозы облучения.

### 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Если излучение отсутствует, на скорость разрушения материала в эксплуатации влияет интенсивность воздействия окружающих атмосферных условий, температура и физические нагрузки, присутствующие в данных условиях эксплуатации. Ионизирующее излучение и указанные окружающие условия имеют ускоряющее воздействие на скорость старения. Такое воздействие особенно сложно, потому что возбужденные образования некоторых полимеров, вызываемые излучением, могут вступать в реакции с кислородом, которые невозможны при отсутствии кислорода. Этот эффект зависит от объема кислорода на участке реакции в массе материала после диффузии. За счет этого воздействия можно отнести также наблюдаемое влияние мощности поглощенной дозы, которое обычно отсутствует, когда образцы облучаются без кислорода. Когда облучение с низкой мощностью дозы проводится в течение длительного времени в присутствии кислорода, радиационная стойкость может быть значительно

Издание официальное Перепечатка воспрещена



gost.e-ecolog.ru

меньше (в 100 раз или больше), чем при облучении в вакууме или инертном газе. При кратковременном облучении этот эффект ограничен областью, близкой к поверхности. Если образцы не слишком тонкие, некоторые свойства не будут подвергаться существенному воздействию по сравнению с воздействием при облучении в отсутствии кислорода. Поэтому в тех случаях, когда материал должен использоваться в воздухе в течение длительного времени и подвергаться действию дозы малой мощности, пересчет на суммарную дозу, набранную при высокой мощности дозы за короткий период облучения, не позволит определить долговечность материала, если не учитываются толщина образца и константа проницаемости кислорода.

2.2. Срок службы электроизоляционного материала, подвергаемого облучению, обычно не ограничивается изменениями диэлектрических свойств, а определяется по изменению механических свойств. Они могут быть временно улучшены в сшивающихся органических материалах, но это не повышает их пригодность, так как прогнозирование должно базироваться на исходных величинах. При более высоких поглощенных дозах все пластмассы становятся хрупкими и технически непригодными. Процесс возникновения хрупкости пластмасс должен учитываться при выборе свойств, подлежащих испытанию.

2.3. Суммарная поглощенная доза, которая обычно вызывает отрицательные изменения свойств электроизоляционных материалов лежит в пределах от 1 кГр до 100 МГр*. Электрическое сопротивление и пробивное напряжение обычно уменьшаются, в некоторых случаях сопротивление может повышаться. Изменения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости зависят от температуры и частоты.

2.4. Электрические и механические свойства электроизоляционных материалов и изменения, вызываемые в них облучением, настолько разнообразны, что невозможно указать определенные свойства, которые следует определять при испытаниях. Это относится к условиям облучения. Поэтому рекомендуются только некоторые условия облучения и свойства, которые являются важными и должны быть приняты для описания электроизоляционных материалов в информационных листах изготовителя.

Благодаря воздействию этих условий на свойства материалов повышается качество сопоставления данных по долговечности. Рекомендуются те свойства, которые испытывают существенные

---

* Поглощенная доза в СИ измеряется в грэях (Гр) 1 Гр=1 Дж/кг (=$10^2$ рад).

Обычно в качестве множителя берется килогрэй 1 кГр=1 кДж/кг (=10—1Мрад).

Мощность поглощенной дозы в СИ измеряется в грэях в секунду: 1Гр/с= 1 Вт/кг ($10^2$ рад/с=0,36 Мрад/ч).

изменения при облучении. Выбор свойств, подлежащих испытанию в данном конкретном применении, будет определяться специфическими требованиями применения.

## 3. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает стандартные условия облучения и испытательные методики для сравнения относительной стойкости электроизоляционных материалов к воздействию ионизирующего излучения. Для определения стойкости материала исследуется соотношение между поглощенной дозой и изменениями его свойств.

## 4. ПРИМЕНЕНИЕ

4.1. Настоящие требования распространяются на неорганические и органические материалы, но особенно применимы к органическим полимерам. Испытания предназначены для определения необратимых изменений физических свойств материала. Неустановившиеся изменения, происходящие во время облучения, не могут быть обнаружены с помощью настоящей методики, если она не будет модифицирована.

4.2. Радиационную стойкость характеризуют параметры, указанные в пп. 4.2.1, 4.2.2.

4.2.1. Поглощенная доза, необходимая для получения заданного изменения свойства. Критерий конечной точки материала может быть выражен конкретной величиной свойства или изменением от первоначального значения в процентах.

4.2.2. Величина изменения свойств, производимая заданной поглощенной дозой.

4.3. Конкретные условия приведены для проведения облучения при отсутствии воздуха и высоких мощностях дозы и в атмосфере воздуха при низких мощностях дозы. Разность суммарных доз, необходимая для получения заданной степени изменения свойств при каждом условии, позволяет измерить влияние кислорода на радиационную стойкость материала.

4.4. Для применения данных рекомендаций необходимо установить:

условия облучения (п. 5);

свойства, изменения которых могут быть оценены (п. 6);

критерии конечной точки свойств и (или) величины поглощенной дозы (п. 7).

## 5. УСЛОВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ

5.1. Следует устанавливать следующие условия облучения:

вид и энергия излучения;

мощность поглощенной дозы;
окружающая среда;
температура;
механические, электрические и другие воздействия;
толщина образца.

5.2. Предпочтительно облучение производят γ-квантами, рентгеновскими лучами или электронами. Их энергия должна выбираться так, чтобы однородность поглощенной дозы в образце составляла ±15%.

5.3. Хотя для определения наилучших условий облучения при сопоставлении комбинированных эффектов мощности дозы и кислорода требуется больше работы, рекомендуется в качестве предпочтительных использовать условия, приведенные в пп. 5.3.1, 5.3.2.

5.3.1. Кратковременные условия воздействия при отсутствии кислорода и высокой мощности дозы поглощения в диапазоне от 1 до 300 Гр/с.

Для получения таких мощностей рекомендуется использовать источники γ-квантов в нижней части диапазона и источники электронных пучков в верхней части диапазона.

Поскольку радиационный нагрев происходит при высоких мощностях поглощения дозы, верхний предел устанавливается заданной испытательной температурой (см. Публикацию МЭК 544—2, п. 5).

5.3.2. Длительные условия воздействия в присутствии кислорода (окружающий воздух) при низких мощностях дозы в диапазоне до $3\times10^{-2}$ Гр/с. Они могут быть обеспечены источниками γ-квантов.

5.4. Предпочтительно облучать образцы при температурах 23 и 80°С. Это упростит сравнение материалов для работы в ядерном реакторе. Если выбирают другие температуры для прочих применений, тогда температуры должны выбираться из стандартизованной серии, приведенной в Публикации МЭК 212.

## 6. МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ

6.1. Свойства, изменения которых оцениваются, и соответствующие методики испытания приведены в табл. 1.

6.2. Рекомендуются следующие механические испытания:

для жестких пластмасс — максимальное напряжение при растяжении, предел текучести или разрушающее напряжение при изгибе, сопротивление удару;

для гибких пластмасс — предел текучести, относительное удлинение при разрыве, твердость;

для эластомеров — предел текучести, относительное удлинение при разрыве, коэффициент эластичности, твердость, остаточная деформация при сжатии.

6.3. Если испытуемые образцы облучаются в условиях длительного воздействия, они должны быть максимально тонкими в допустимых пределах. Предпочтительны испытания, которые допускают относительно тонкие испытательные образцы. Не всегда можно выбрать образцы в соответствии с упомянутыми стандартами. Источник излучения и камера имеют ограниченный объем, в котором поле излучения достаточно однородно и, следовательно, существует ограничение в размерах образца.

## 7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

7.1. Арбитражные критерии конечной точки должны использоваться в тех случаях, когда определяют поглощенную дозу, требуемую для получения данного изменения свойства (см. п. 4.2.1). Рекомендуемые значения приведены в табл. 1.

В качестве критерия применения конечную точку для каждого свойства определяют минимум, приемлемым для данного условия эксплуатации для испытуемых материалов. Такие величины затем будут устанавливаться потребителями в технических требованиях.

7.2. Кроме того, может быть установлено или согласовано в стандарте на материал предельное значение поглощенной дозы, даже если при ней не было достигнуто заданное изменение физического свойства образца.

В этом случае испытание должно проводиться, как указано в п. 7.3, пока не будет достигнут заданный предел.

Примечание. Предельное значение поглощенной дозы $10^7$ Гр, в особых случаях $10^8$ Гр.

7.3. Значения заданных свойств, соответствующие значениям поглощенных доз, при которых используется данный материал (п. 4.2.2).

Значения поглощенной дозы лучше всего выбирать из следующей серии:

$10^3$, $10^4$, $10^5$, $3\times10^5$, $10^6$, $3\times10^6$, $10^7$, $3\times10^7$, $10^8$ Гр.

## 8. ОБРАЗЦЫ

Количество, форма, размеры и нормализация (если она необходима) образцов должны согласовываться с соответствующим стандартом или оговариваться по причинам, изложенным в п. 6.3. Контрольные образцы должны соответствовать ГОСТ 27603—88 (Публикации МЭК 544—2), п. 5.1.3.

## 9. ОБЛУЧЕНИЕ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА

Облучение и последующую обработку выполняют по условиям, приведенным в ГОСТ 27603—88 (Публикации МЭК 544—2), п. 6. Последующая обработка — в соответствии с ГОСТ 27603—88 (Публикацией МЭК 544—2), п. 7.

Образцы, подвергнутые кратковременному облучению (см. п. 5.3.1), выдерживают без кислорода при комнатной температуре в течение 48—72 ч после облучения.

## 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ

Свойства облученных и контрольных образцов определяют в соответствии со стандартами, а изменения записывают в виде разности или отношения параметров свойства в облученном и контрольном образцах.

## 11. ОЦЕНКА

Чтобы определить поглощенную дозу, которая представит данное изменение свойства (п. 7.1), значение свойства или его изменение вычерчивают в зависимости от поглощенной дозы (поглощенная доза по абсциссе, лучше на логарифмической шкале). Поглощенная доза, соответствующая конкретной предельной величине свойства, определяется методом интерполяции.

Примечание. Определение поглощенной дозы методом экстраполяции возможно только в ограниченной степени, потому что параметры свойств не изменяются при увеличении поглощенной дозы по какому-либо простому математическому закону.

## 12. ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

Протокол испытаний должен быть составлен в соответствии с настоящим стандартом и содержать информацию, приведенную в пп. 1.2.1—1.2.6.

12.1. Тип и технические требования на испытуемый материал.

12.2. Методика облучения, данные согласно протоколу (в ГОСТ 27603—88 Публикации МЭК 544—2), п. 8.

12.3. Испытуемые свойства, соответствующий стандарт и технические требования к материалу.

12.4. Соответствующие:

критерии конечной точки (п. 7.1);

предельная величина поглощенной дозы (п. 7.2);

заданная величина поглощенной дозы (п. 7.3).

12.5. Соответствующие:

поглощенная доза, необходимая для достижения заданного критерия конечной точки, или график в соответствии с п. 11;

*значения свойств облученных образцов и контрольных образцов*, а также изменение свойства в соответствии с п. 10.

12.6. Дата испытания.

Таблица 1

**Перечень свойств, методик испытаний и критериев конечной точки**

| Оцениваемое свойство | Методика испытаний | Критерий конечной точки[1] |
|---|---|---|
| Предел текучести<br>Максимальное напряжение при растяжении<br>Разрушающее напряжение при растяжении | ИСО 527—66 | 25 и 50% |
| Относительное удлинение при пределе текучести<br>Относительное удлинение при разрыве | ИСО 527—66<br>и<br>ИСО 178—75 | Твердые материалы: 2% остаточного удлинения<br>Эластомеры 50%<br>Гибкие пластмассы: 50% |
| Разрушающее напряжение при изгибе<br>Модуль упругости | ИСО 178—75 | 25 и 50% |
| Сопротивление удару | ИСО 179—61 | 25 и 50% |
| Ползучесть при растяжении | ИСО 899—68 | [2] |
| Ползучесть при изгибе | ИСО 899—68<br>и ИСО 178—75 | [2] |
| Твердость | ИСО 2039—73<br>ИСО 868—78 | |
| Температура прогиба под нагрузкой | ИСО 75—74 | [2] |
| Объемное и поверхностное удельное сопротивление | МЭК 93—58 | 10% |
| Электрическая прочность | МЭК 243—67 | 25 и 50% |

*Продолжение табл. 1*

| Оцениваемое свойство | Методика испытаний | Критерий конечной точки[1] |
|---|---|---|
| Остаточная деформация при сжатии | ИСО 815—72 | 25 и 50% |
| Температура прогиба под нагрузкой | ИСО 75—74 | [2] |
| Объемное и поверхностное удельное сопротивление | МЭК 93—58<br>МЭК 167—64 | 10% |
| Электрическая прочность | МЭК 243—67 | 25 и 50% |
| Диэлектрическая проницаемость | МЭК 250—69 | ±10% |
| Тангенс угла диэлектрических потерь | МЭК 250—69 | 25 и 50% |
| Образование коррозионных газов | на рассмотрении | [2] |
| Вязкость | МЭК 450—74 | [2] |

[1] Если не указано дополнительно, изменение свойства по отношению к первоначальному значению в процентах.

[2] Нет рекомендуемого общего значения.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. ВНЕСЕН Министерством электротехнической промышленности СССР

2. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.02.88 № 388 Публикация МЭК 544.3—79 введена в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР

3. Введен впервые

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер пункта |
|---|---|
| ГОСТ 6433.1—71 | 5.3.1 |

gost.e-ecolog.ru