УДК 621.315.61.001 4:006.354 Группа Е39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

Условия испытаний при воздействии ионизирующего излучения

Electrical insulating materials. Methods for testing under ionizing radiation

ГОСТ 27603—88 (МЭК 544.2—79)

ОКП (ОКСТУ) 3491

Срок действия с 01.01.89
до 01.01.94

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Часть 2. МЕТОДИКИ ОБЛУЧЕНИЯ

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1. Цель настоящего стандарта — определение параметров условий испытаний изоляционных материалов при воздействии ионизирующего излучения, которое вызывает изменение физических или химических свойств. Это особенно важно для органических материалов (пластмасс, эластомеров и жидкостей), поскольку эти изменения зависят от условий окружающей среды при облучении. В данном документе не приводятся рекомендации по конкретным условиям окружающей среды, но описаны некоторые важные параметры окружающей среды. Кроме того, приводятся требования к контролю тех параметров, которые могут повлиять на явления, вызываемые излучением при данных условиях, и являются необходимыми для получения воспроизводимых эффектов излучения. Вследствие этого эффект воздействия излучения на любое свойство может быть определен, используя соответствующие образцы, условия выдержки и методы испытания, оговоренные в ГОСТ 27604—88.

В данном стандарте не рассматриваются измерения характеристик во время облучения.

1.2. В данной части приведены методы поддерживания шести различных типов условий облучения, предусматривается также комбинирование этих методик. Методики распространяются как на нормальные условия окружающей среды, так и условия, при которых меняются или комбинируются один или несколько пара-

gost.e-ecolog.ru

метров (температура, давление, среда, механическое нагружение или электрическое напряжение и т. д.). В ГОСТ 27604—88 (МЭК 544.3—79) приведены конкретные условия выдержки, а также тип ионизирующего излучения, мощность поглощенной дозы, размеры образцов и методы измерения степени изменений физических и химических свойств, вызванных излучением.

1.3. В стандарте конкретно рассматриваются излучения следующих типов:

рентгеновские и гамма-лучи;

β-частицы и электроны;

протоны;

нейтроны;

комбинированное гамма-нейтронное излучение.

1.4. Кроме влияния прочих условий, различия в эффекте воздействия ионизирующего излучения могут быть вызваны различными типами излучения или большой разностью мощностей ионизирующего излучения. С другой стороны, для некоторых эффектов воздействия ионизирующего излучения можно ожидать, что в одинаковых экспериментальных условиях, при равной поглощенной дозе и эквивалентной линейной потере энергии, изменение свойств будет лишь в небольшой степени зависеть от типа ионизирующего излучения. Таким образом, предпочтительным должен быть тот тип излучения, при котором нетрудно провести точное измерение поглощенной дозы, например, в случае облучения γ-лучами от источника кобальт-60 или быстрыми электронами. Для сравнения эффектов воздействия реакторного излучения с аналогичными эффектами от γ-лучей или быстрых электронов необходимо облучить образец с таким же или в большей степени схожим химическим составом упомянутыми типами излучения и сравнить выход подходящих реакций, вызванных облучением.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Поглощенная доза D — частное от деления $d\bar{\varepsilon}$ на dm, где $d\bar{\varepsilon}$ — средняя энергия, передаваемая ионизирующим излучением веществу в элементе объема, а dm — масса вещества в этом элементе объема

$$D=\frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}.$$

2.2. Мощность поглощенной дозы — дифференциал поглощенной дозы dD в интервале времени dt

$$D=\frac{dD}{dt},$$

2.3. Размерность

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^{-1} Мрад).

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

3. РАСЧЕТ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ

3.1. Вызванные излучением изменения необходимо связать с поглощенной энергией излучения, выраженной величиной поглощенной дозы.

Метод дозиметрии выбирается оператором из таблицы методов в части 1, где также приводится методика расчета поглощенной дозы для отдельных материалов, облученных рентгеновскими или γ-лучами. Должен быть известен состав материала, для которого проводится расчет поглощенной дозы. Когда материал дозиметра и образца имеет одинаковый химический состав, расчет проводить не обязательно. Обзор методов дозиметрии и методика расчетов поглощенной дозы приведены в ГОСТ 27602—88 (МЭК 544.1—77).

3.2. Допускаются следующие отклонения абсолютной величины поглощенной дозы:

±10% — для рентгеновских и гамма-лучей;

±10% — для γ-частиц и электронного излучения;

±10% — для протонного излучения;

±30% — для комбинированного реакторного излучения.

При неравномерном распределении поглощенной дозы по образцу необходимо подсчитать среднюю величину поглощенной дозы (см. подпункт 5.1.1).

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ОБРАЗЦА ПЕРЕД ОБЛУЧЕНИЕМ

4.1. Общая часть

4.1.1. Необходимо тщательно подготовить образцы в соответствии со стандартами МЭК и ИСО, поскольку от их качества зависит возможный разброс результатов испытания.

4.1.2. Размеры образцов должны быть одинаковыми при всех сравнительных исследованиях. Предпочтительно облучать стандартные образцы, необходимые для последующих определений отдельных характеристик. Если образцы для испытаний вырезают из большего облученного куска, необходимо отметить положение и ориентацию испытуемого образца в облученном материале.

4.1.3. Не подвергающиеся облучению контрольные образцы изготовляются по той же схеме и подвергаются такому же кондиционированию и обработке, что и облученные образцы. Если особый интерес представляет дополнительное влияние излучения при условиях окружающей среды, отличных от нормальных, необходимо выдержать необлученные контрольные образцы в таких же условиях в течение такого же времени, что и облученные образцы.

4.2. Кондиционирование при температуре окружающей среды

Образцы, предназначенные для облучения на воздухе при комнатной температуре, необходимо подвергнуть кондиционированию в одной из стандартных атмосфер. В соответствии с Публикацией МЭК 212 предпочтительна стандартная атмосфера В (23°С/50% относительной влажности) не менее 48 ч или до достижения примерного равновесия с окружающей стандартной атмосферой.

4.3. Кондиционирование при определенной температуре

Если температура при облучении заметно отличается от комнатной, образцы необходимо кондиционировать при этой температуре в течение 48 ч или достижения примерного равновесия с температурой при облучении.

4.4. Кондиционирование в среде, отличающейся от воздуха

4.4.1. Образцы, предназначенные для облучения в газовой среде, отличной от воздуха, необходимо кондиционировать в контейнере при давлении 1 Па ($7{,}5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.) не менее 8 ч с последующей трехкратной продувкой газом. После продувки образцы должны остаться в контейнере, наполненном газом, с температурой, равной температуре при облучении, до достижения температурного равновесия между образцами и окружающим газом. Исключением являются случаи, когда газ оказывает сильное коррозионное воздействие на образец.

4.4.2. Образцы, предназначенные для облучения в жидкой среде, необходимо предварительно кондиционировать в стандартной атмосфере в соответствии с п. 4.2. После этого их необходимо погрузить на 24 ч в жидкость, чтобы кондиционировать в жидкости до облучения. Исключением является случай, когда жидкость оказывает сильное коррозионное воздействие на образец.

4.4.3. Образцы, предназначенные для облучения в условиях разбрызгиваемой на поверхность жидкости, необходимо кондиционировать до процесса разбрызгивания в стандартной атмосфере в соответствии с п. 4 2. После этого необходимо обрызгивать их поверхность в течение 24 ч, чтобы кондиционировать образцы в этих условиях перед облучением. Исключением являет-

ся случай, когда жидкость оказывает сильное коррозионное воздействие на образец.

4.5. Кондиционирование в вакууме

Образцы, предназначенные для облучения в вакууме, необходимо кондиционировать в контейнере при давлении 1 Па ($7{,}5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.) не менее 24 ч. Если температура при облучении значительно отличается от комнатной, образцы необходимо кондиционировать при этой температуре согласно п. 4.3.

5. МЕТОДИКА ОБЛУЧЕНИЯ

5.1. Общая часть

5.1.1. В поле ионизирующего излучения скорость облучения является более или менее непостоянной. Кроме того, она снижается вследствие поглощения энергии в самом образце. Следовательно, поглощенная доза не может быть гомогенной. Допустимые отклонения по образцу составляют ±15%.

5.1.2. Требования п. 5.1.1 достигаются использованием метода фильтрования, облучением образца с нескольких направлений или вращением радиационного поля по вертикальной оси с постоянной скоростью. Если облучение осуществляется при помощи ускорительной установки, необходимо сохранять постоянное соотношение времени облучения и времени без облучения на протяжении всего процесса.

5.1.3. Если необходимо облучить материал различными дозами, можно сначала облучить все образцы вместе, а затем удалять последовательно образцы по мере получения ими требуемой дозы.

5.1.4. Температура образца при облучении определяется с использованием дополнительного образца, содержащего устройство для измерения температуры, который подвергается облучению в тех же условиях, что и остальные образцы.

5.1.5. Нормальный допуск температуры для образцов составляет ±5°С. Необходимо отмечать отклонения, превышающие +2°С. В случае высокой мощности дозы допускается повышение температуры до 10°С. Допустимое превышение температуры можно регулировать, используя поток охлаждающего воздуха или жидкости, проходящей по образцу, или же применяя прерывистое облучение.

Не допускается использовать жидкость для этих целей, если это может вызвать изменения свойств материала, не обусловленные излучением (например, поглощение жидкости).

5.2. Метод А. Облучение при стандартных условиях окружающей среды

Облучение необходимо провести при стандартных условиях окружающей среды в соответствии с Публикацией МЭК 212 с пониженным температурным диапазоном (от 18 до 28°С, от 45 до 75% относительной влажности).

5.2.1. Необходимо указать температуру и относительную влажность окружающей среды. После кондиционирования (п. 4.2) необходимо разместить образцы так, чтобы обеспечивать свободный доступ воздуха ко всем сторонам образца. Необходимо исключить влияние продуктов реакций, вызванных излучением (например, с помощью потока свежего воздуха над образцом).

5.2.2. Если характер источника излучения требует заключения образцов в контейнере, их необходимо помещать туда в условиях стандартной атмосферы. В общем случае на условия в контейнере (например, давление и химический состав атмосферы) оказывает влияние излучение, что может в большой степени повлиять на результаты. Следовательно, необходимо часто производить обмен воздуха. В протоколе испытаний необходимо отметить, что облучение проводилось в закрытом контейнере, указать материал контейнера, соотношение между объемом образцов и воздуха и частоту обмена воздуха. Конструкция контейнера должна предусматривать возможность повышения давления вследствие нагрева или из-за продуктов реакции так, чтобы последствия этого эффекта были минимальными.

5.3. Метод В. Облучение при определенной температуре

5.3.1. Образцы необходимо подвергнуть кондиционированию согласно п. 4.3. Кроме того, необходимо использовать дополнительный образец в соответствии с п. 5.1.4 и температурные допуски, соответствующие п. 5.1.5. Необходимо также принимать во внимание пп. 5.2; 5.4—5.7.

5.3.2. Если требуемая температура находится в области перехода (например, температура стеклования или плавления), то необходимо тщательно контролировать температуру, чтобы переход не произошел во время облучения.

5.4. Метод С. Облучение в среде, отличающейся от воздушной

5.4.1. Если облучение проводится в газе, отличном от воздуха, желательно поддерживать постоянный поток газа через контейнер с образцами. При необходимости можно использовать герметичный контейнер с условием, что будет производиться периодический обмен газа. Применение герметичного контейнера в течение всего процесса облучения допускается в том случае, если это определяет вид источника излучения. Необходимо указать применяемый метод.

5.4.2. В случае жидкой среды образцы должны быть полностью погружены в жидкость во время всего периода облучения. Необходимо отметить, подводятся ли новые порции жидкости сплошным потоком, струей или другим способом.

5.4.3. Если облучение проводится при обрызгивании образца жидкостью, конструкция контейнера должна гарантировать, чтобы

во время облучения ни одна часть образца не была погружена в жидкость.

5.5. Метод D. Облучение при любом давлении, включая вакуум

Образец можно облучать в герметичном контейнере или, что еще лучше, в системе, в которой периодически или постоянно поддерживается необходимое давление. Необходимо указать метод. В случае вакуума давление должно быть меньше или равно 1 Па ($7{,}5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.).

5.6. Метод E. Облучение при механической нагрузке

Образец укрепляют в соответствующем приспособлении, обеспечивающем механическую нагрузку в образце во время облучения.

Необходимо указать релаксацию нагрузки или вязкотекучесть.

5.7. Метод F. Облучение при электрическом напряжении

Если к образцу во время облучения прикладывается электрическое напряжение, для предохранения сети нужно предусмотреть предохранитель или прерыватель, а также реле времени для регистрации времени до пробоя, если таковой имеет место при облучении.

5.8. Комбинированные методы облучения

При использовании двух или больше условий из перечисленных методик комбинированная методика должна включать в себя все характеристики соответствующих отдельных методик.

6. ВЫДЕРЖКА ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ

6.1. Общая часть

Одним из следствий взаимодействия высокоэнергетического излучения с полимерами является образование свободных радикалов или молекулярных осколков в возбужденном состоянии. Скорость образования таких свободных радикалов может намного превосходить скорость их аннигиляции, что ведет к накоплению активных образований в облучаемом материале и, соответственно, к вероятности того, что реакции в нем будут продолжаться несколько дней или недель после облучения образца.

6.2. После облучения в соответствии с одной из выше приведенных методик необходимо до начала испытаний выдержать образцы при стандартных условиях окружающей среды согласно Публикации МЭК 212 с пониженным диапазоном (от 18 до 28°С, от 45 до 75% относительной влажности) не менее 48 и не более 72 ч.

При облучении в среде, отличной от воздуха, необходимо избегать послерадиационных реакций окисления, для чего следует выдержать образцы в азоте от 48 до 72 ч перед кондиционированием их в стандартных условиях окружающей среды.

6.3. Может потребоваться более длительный срок выдерживания образцов после облучения в связи с радиоактивностью, вызванной реакторным излучением. В этом случае необходимо указать время.

7. ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

В протоколе должна быть приведена ссылка на настоящий стандарт, указаны любые отклонения от рекомендованных методик данного стандарта, а также данные, указанные в пп. 7.1—7.5

7.1. Описание испытуемого материала

Необходимо привести следующую информацию:

тип полимера и метод получения;

данные по составу, размеры (форма наполнителя, пластификаторы, стабилизирующие добавки, поглотители света и т. д.);

физические свойства (плотность, точка плавления, температура стеклования, кристалличность, ориентация, растворимость и т.д.).

7.2. Описание источника излучения

Тип, активность или мощность пучка, вид и спектр энергии излучения, для реакторного излучения — соотношение γ-лучей, тепловых, промежуточных и быстрых нейтронов.

7.3. Характеристика поглощенной дозы

Метод дозиметрии, мощность поглощенной дозы (с допусками), период облучения и поглощенная доза различных образцов. Для ускорителей — частота следования импульсов, длина импульса и максимальная плотность потока. Необходимо также отметить при применении вращающегося радиационного поля соотношение времени, при котором образец облучался или не подвергался облучению. Для реакторов и других источников нейтронов расчет мощности поглощенной дозы необходимо проводить, основываясь на плотности потока, определяемом отдельно для тепловых, промежуточных и быстрых нейтронов и γ-лучей.

7.4. Методика кондиционирования и облучения (температура, среда, давление, нагрузка на образец, контейнер и т. п.)

Специальная послерадиационная обработка.

7.5. Дата облучения

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. ВНЕСЕН Министерством электротехнической промышленности СССР

2. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.02.88 № 388 Публикация МЭК 544.2—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	4.2
»	5.2
»	6.2

gost.e-ecolog.ru