ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57152— 2016

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения упруго-высокоэластических и релаксационных характеристик органических стекол

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» совместно с Автономной некоммерческой организацией «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» при участии Объединения юридических лиц «Союз производителей композитов»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 октября 2016 г. № 1378-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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 ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Сущность метода 2
5 Оборудование для испытаний 2
6 Образцы 3
7 Проведение испытаний 3
8 Обработка результатов испытаний 5
9 Протокол испытаний 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения упруго-высокоэластических и релаксационных характеристик органических стекол

Polymer composites. Method for determination of highly elastic and relaxation characteristics of organic glasses

Дата введения — 2017—05—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на органические стекла.

1.2 Стандарт устанавливает метод определения упруго-высокоэластических и релаксационных характеристик образцов при их жестком (управление по деформации) одноосном циклическом знакопеременном нагружении по схеме «сжатие — растяжение» с постоянной скоростью деформирования, выдержками при постоянной деформации и ступенчатыми разгрузками.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166—89 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 6507—90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 12423—2013 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

ГОСТ 28840—90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ Р 8.585—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **начальная заданная деформация** $\varepsilon(0)_{1(2)}$,%: Максимальная величина деформации, достигаемая в первом и втором полуциклах циклического нагружения образца органического стекла.

Издание официальное

3.2 **коэффициент асимметрии цикла *R*, безразмерная величина:** Отношение минимального напряжения цикла к максимальному напряжению цикла.

3.3 **рабочая зона образца:** Область образца, равноудаленная от захватов испытательной машины на расстояние не менее трех толщин с каждой стороны, на которой в процессе испытания измеряется деформация.

3.4 **температура размягчения $T_р$,** °С: Температура начала перехода органического стекла при его нагреве из стеклообразного состояния в высокоэластическое.

3.5 **точка перехода $\varepsilon^{п}_{1(2)}$,** %: Величина деформации в соответствующем полуцикле, при котором при разгрузке образца органического стекла прекращается развитие высокоэластической деформации и начинается ее спад.

3.6 **режим испытаний:** Совокупность однозначно определенных параметров испытаний, к которым относятся: температура испытаний, величина начальной заданной деформации, скорость деформирования, время выдержки при постоянной деформации, время выдержки на ступеньках по деформации при разгрузке.

3.7 **силовая цепочка:** Совокупность датчиков, переходных элементов и захватов, соединяющих образец с рамой испытательной машины.

3.8 **соосность силовой цепочки и образца:** Совпадение направления приложения силы с продольной осью образца.

4 Сущность метода

Метод заключается в жестком (управление по деформации) циклическом знакопеременном нагружении по схеме «сжатие — растяжение» с постоянной скоростью деформирования образца органического стекла, при котором определяют его упруго-высокоэластические и релаксационные характеристики. При испытании записывают диаграммы «напряжение — деформация» и «напряжение — время».

5 Оборудование для испытаний

5.1 Испытания проводят на испытательной машине по ГОСТ 28840, обеспечивающей линейное перемещение активного захвата (траверсы) с заданной постоянной скоростью и измерение нагрузки с погрешностью не более ±1 % измеряемой величины.

5.2 Захваты должны обеспечивать надежное крепление образцов, чтобы продольная ось их симметрии совпадала с осью приложения нагрузки. Распределенное усилие, которым захваты удерживают образец, должно быть такой величины, чтобы не вызывать разрушения образцов в области зажима, но и не позволять им выскальзывать из захватов в условиях циклического нагружения с коэффициентом асимметрии цикла *R*, равным минус 1.

5.3 В качестве датчика деформации используют механический, оптический датчик деформации или датчик деформации другого типа, обеспечивающий измерение деформации с максимальной относительной погрешностью не более ±0,5 % измеряемой величины.

При использовании навесного датчика деформации способ его крепления и усилие прижатия не должны приводить к деформации поверхности образца. Навесной датчик деформации должен быть надежно закреплен на поверхности образца.

5.4 При проведении испытаний при температуре, отличной от (23 ± 2) °С, используют термокриокамеру, которая должна обеспечивать поддержание заданной температуры в пределах ±3 °С и заданного уровня относительной влажности — в пределах ±3 %.

5.5 Для контроля температуры образца используют термопару, которая крепится на поверхность в середине рабочей зоны образца. Способ крепления термопары должен исключать деформирование образца, а спай термопары должен плотно прилегать к поверхности образца и быть изолирован от окружающей воздушной среды. Рекомендуется использовать термопары с плоским спаем. Средства измерения температуры по ГОСТ Р 8.585 должны обеспечивать измерение с погрешностью не более ±1,5 % измеряемой величины. Средства измерения влажности должны обеспечивать измерение с погрешностью не более ±2 % измеряемой величины.

5.6 Средства измерения ширины и толщины образца должны обеспечивать измерение с погрешностью не более ±1 % измеряемой величины. Для измерений рекомендуется использовать штангенциркуль по ГОСТ 166 с погрешностью не более ±0,025 мм и микрометр по ГОСТ 6507 с погрешностью не более ±0,01 мм.

При измерении по неровным поверхностям необходимо использовать микрометр со сферическими измерительными губками радиусом от 4 до 6 мм, при измерении по гладким механически обработанным поверхностями или резам необходимо использовать средства измерения с плоскопараллельными губками.

6 Образцы

6.1 Для определения упруго-высокоэластических и релаксационных характеристик образцов органического стекла применяют образцы в виде полосок прямоугольного сечения. Толщину образца выбирают в соответствии с нормативными документами или технической документации на испытуемый материал.

Рекомендуется использовать образцы толщиной (10 ± 1) мм, шириной (25,0 ± 0,5) мм и длиной не менее 235 мм. Отклонение от параллельности граней образца должно быть не более 0,05 мм. Допускается использование образцов другой геометрии.

6.2 На образцах не должно быть трещин, сколов, зазубрин, подрезов, неровностей, помутнения поверхностей и других дефектов, заметных невооруженным глазом.

6.3 Резка, фрезеровка и шлифовка образцов при изготовлении должны соответствовать требованиям нормативных документов или технической документации на испытуемый материал. В случае их отсутствия при вырезании образца из листа большего размера необходимо тщательно подобрать метод механической обработки, позволяющий исключить образование трещин, сколов, зазубрин, подрезов, неровностей, помутнения поверхностей, других дефектов, повреждений поверхностей и кромок образца. Окончательные размеры получают точным выпиливанием, фрезерованием или шлифованием с обязательной подачей в обрабатываемую зону охлаждающей жидкости, не оказывающей влияния на свойства испытуемого материала.

6.4 Количество образцов для определения комплекса характеристик одной партии материала должно быть не менее трех для каждого режима испытаний.

6.5 Любые отклонения от условий, указанных в 6.1—6.4, должны быть отражены в протоколе испытаний.

7 Проведение испытаний

7.1 Если в нормативных документах или технической документации на испытуемый материал не указаны особые условия кондиционирования, перед проведением испытаний образцы кондиционируют не менее 88 ч по ГОСТ 12423 при атмосферном давлении от 85 до 105 кПа, температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 10) %.

7.2 При отсутствии в нормативных документах или технической документации на испытуемый материал специальных указаний время от окончания изготовления образцов до испытания должно составлять не менее 90 ч, включая кондиционирование.

7.3 На захватные части образцов по разные стороны от поперечной оси симметрии наносят продольную ось симметрии и маркировку, содержащую номер партии и порядковый номер образца в партии. Маркировка должна позволять точно идентифицировать образцы. Она не должна повреждаться при испытаниях, а также влиять на выполнение и результат испытаний.

7.4 Перед испытанием измеряют толщину и ширину рабочей части образца в трех местах: по краям и в середине. Среднее значение толщины и ширины образца округляют до трех значащих цифр и записывают в протокол испытаний.

7.5 Проводят входной контроль образцов по геометрическим размерам и внешнему виду в соответствии с разделом 6.

7.6 Испытания проводят в помещении или закрытом объеме при температуре и относительной влажности окружающего воздуха или другой среде, указанной в нормативных документах или технической документации на испытуемый материал. Если таких указаний нет, то испытания проводят при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности воздуха (50 ± 10) %.

7.7 При проведении испытаний в условиях повышенных или пониженных температур время, необходимое для полного прогрева или охлаждения образца до его испытания, должно быть в соответствии с нормативными документами или технической документацией на испытуемый материал. Если таких указаний нет, то время выдержки образца при заданной температуре устанавливают не менее 5 мин на 1 мм его толщины.

Рекомендуется определять момент полного прогрева объема рабочей зоны образца по прекращению его термического расширения.

7.8 Образец устанавливают в захваты испытательной машины таким образом, чтобы продольная ось образца совпала с направлением приложения нагрузки. При зажатии образца следят за тем, чтобы середина губок у обоих захватов совпала с продольной осью симметрии образца. Усилие в захватах выбирают такой величины, чтобы не вызывать разрушения образцов в области зажима и не позволять им выскальзывать из захватов.

7.9 Шкалу нагрузки выбирают таким образом, чтобы измеряемая величина составляла от 20 % до 80 % номинального (максимально допустимого) значения для датчика силы испытательной машины.

7.10 На рабочую зону образца устанавливают датчик деформации, а при испытаниях при повышенной или пониженной температуре в середине рабочей зоны крепят термопару.

7.11 Устанавливают скорость деформирования образца в диапазоне от $0{,}03 \cdot 10^{-3}$ до $0{,}4 \cdot 10^{-3}$ $с^{-1}$. Рекомендуемая скорость деформирования — $0{,}17 \cdot 10^{-3}$ $с^{-1}$. Допускается использование других скоростей деформирования, характерных для условий эксплуатации исследуемого материала.

7.12 Задают цикл нагружения (рисунок 1):

- нагружение сжатием до начальной заданной деформации $\varepsilon(0)_1$;
- выдержка при постоянной деформации $\varepsilon(0)_1$ заданное время $T_В$;
- ступенчатая разгрузка с выдержками $T_{ВВ}$ при постоянных деформациях с шагом по деформации $\Delta\varepsilon$ до нулевой нагрузки;
- нагружение растяжением до начальной заданной деформации $\varepsilon(0)_2$, равной $|\varepsilon(0)_1|$;
- выдержка при постоянной деформации $\varepsilon(0)_2$ заданное время $T_В$;
- ступенчатая разгрузка с выдержками $T_{ВВ}$ при постоянных деформациях с шагом по деформации $\Delta\varepsilon$ до нулевой нагрузки.

В таблице 1 приведены рекомендуемые режимы испытаний. При проведении испытаний по иным режимам данные о них заносятся в протокол испытаний.

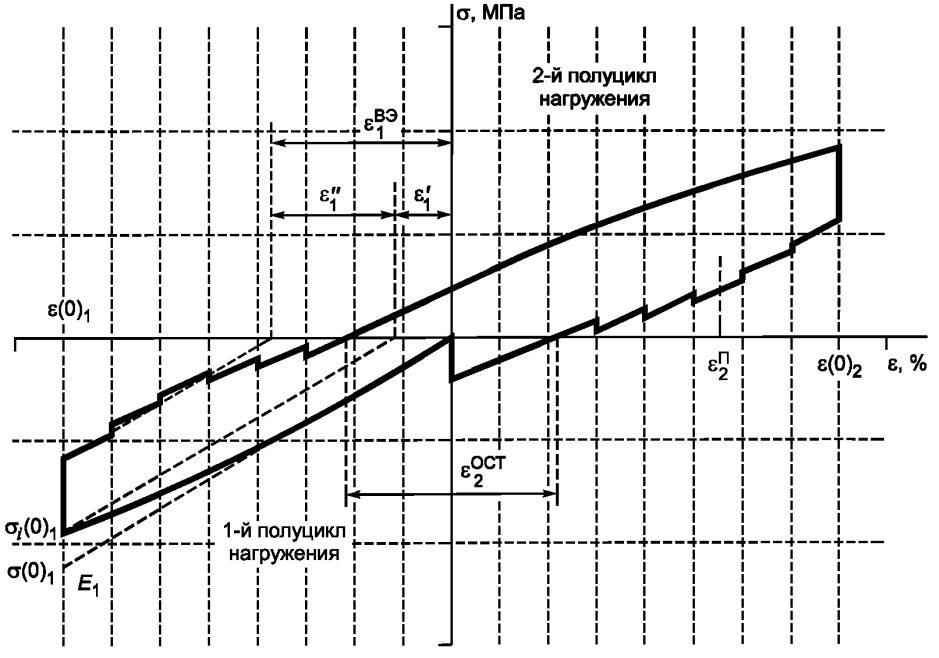


Рисунок 1 — Типовая схема деформирования образца органического стекла при циклическом нагружении

Таблица 1 — Рекомендуемые режимы испытаний

Температура T, °С	Деформация		Время выдержки		Шаг по деформации $\Delta\varepsilon$, %
	$\varepsilon(0)_1$, %	$\varepsilon(0)_2$, %	$T_В$, с	$T_{ВВ}$, с	
23 ± 2	–2,5	2,5	600	20	0,5
	–5,0	5,0			
	–8,0	8,0			
От 23 ± 2 до $T_Р$ — 25, с шагом 20	–2,5	2,5	30, 300, 600		
	–5,0	5,0			
	–8,0	8,0			
Выше $T_Р$ — 25, с шагом 10	2,5	—	30, 300, 600		
	5,0	—			
	8,0	—			

8 Обработка результатов испытаний

8.1 Для определения упруго-высокоэластических и релаксационных характеристик образцов органических стекол записывают диаграммы «напряжение — деформация» и «напряжение — время».

8.2 Начальное напряжение $\sigma(0)_{1(2)}$, МПа, (см. рисунок 1) в первом (втором) полуцикле вычисляют по формуле

$$\sigma(0)_{1(2)} = \frac{P(0)_{1(2)}}{S}, \quad (1)$$

где $P(0)_{1(2)}$ — нагрузка в первом (втором) полуцикле нагружения при деформации $\varepsilon(0)_{1(2)}$, определяемая на прямой, продлевающей квазилинейный участок диаграммы деформирования «нагрузка — деформация», Н;

S — площадь поперечного сечения образца, мм^2.

8.3 Модуль упругости в первом (втором) полуцикле нагружения $E_{1(2)}$, ГПа, вычисляют по формуле

$$E_{1(2)} = \frac{\sigma(0)_{1(2)}}{\varepsilon(0)_{1(2)}}, \quad (2)$$

где $\varepsilon(0)_{1(2)}$ — начальная заданная деформация в первом (втором) полуцикле нагружения.

Для первых полуциклов нагружения с разными $\varepsilon(0)_1$ вычисляют среднее значение модуля $\overline{E}_1$.

8.4 Максимальное напряжение в первом (втором) полуцикле нагружения $\sigma_i(0)_{1(2)}$, МПа, вычисляют по формуле

$$\sigma_i(0)_{1(2)} = \frac{P_{1(2)}}{S}, \quad (3)$$

где $P_{1(2)}$ — нагрузка в первом (втором) полуцикле нагружения при деформации $\varepsilon(0)_{1(2)}$, Н.

8.5 Высокоэластическую деформацию, развивающуюся за время нагружения, в первом ε'_1 и втором ε'_2 полуциклах вычисляют по формулам:

$$\varepsilon'_1 = \frac{\sigma(0)_1 - \sigma_i(0)_1}{\overline{E}_1}; \quad (4)$$

$$\varepsilon'_2 = \frac{\sigma(0)_2 - \sigma_i(0)_2}{\overline{E}_2}. \quad (5)$$

8.6 Высокоэластическую деформацию, развивающуюся за время выдержки при постоянной деформации, в первом ε''_1 и втором ε''_2 полуциклах вычисляют по формулам:

$$\varepsilon''_1 = \frac{\sigma(0)_1 - \sigma_\tau}{\overline{E}_1}; \quad (6)$$

$$\varepsilon''_2 = \frac{\sigma(0)_2 - \sigma_\tau}{E_2}, \quad (7)$$

где σ_τ — величина напряжений в образце в конце выдержки продолжительностью T_B при постоянной деформации $\varepsilon(0)_{1(2)}$, МПа.

8.7 Полную высокоэластическую деформацию в первом $\varepsilon_1^{ВЭ}$ и втором $\varepsilon_2^{ВЭ}$ полуциклах вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{1(2)}^{ВЭ} = \varepsilon'_{1(2)} + \varepsilon''_{1(2)}. \quad (8)$$

8.8 Остаточную деформацию в первом $\varepsilon_1^{ОСТ}$ и втором $\varepsilon_2^{ОСТ}$ полуциклах определяют по диаграмме деформирования «напряжение — деформация» как величины деформаций, при которых разгрузочная ветвь соответствующего полуцикла пересекает ось абсцисс.

8.9 Полноту спада высокоэластической деформации в первом (втором) полуцикле (рисунок 2) $П_{1(2)}^{СП}$, %, вычисляют по формуле

$$П_{1(2)}^{СП} = \left(\frac{\varepsilon_{1(2)}^{ВЭ} - \varepsilon_{1(2)}^{ОСТ}}{\varepsilon_{1(2)}^{ВЭ}} \right) 100. \quad (9)$$

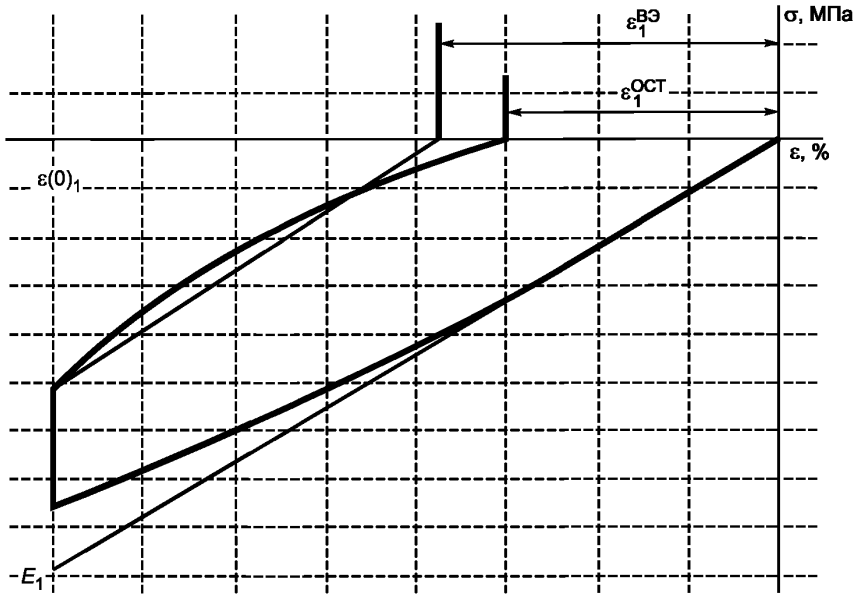


Рисунок 2 — Схема определения полноты релаксации высокоэластической деформации в полуцикле сжатия

8.10 «Точки перехода» при разгрузке после сжатия $\varepsilon_1^{П}$ и при разгрузке после растяжения $\varepsilon_2^{П}$ определяют по диаграммам «напряжение — время».

За «точку перехода» принимают деформацию, при которой на диаграмме «нагрузка — время» «ступенька» оказывается параллельной оси времени или величина нагрузки в начале ступеньки равна величине нагрузки в ее конце.

8.11 Кривые релаксации напряжений при выдержках при постоянных деформациях и температуре в первом $\sigma_T^-(\tau)$ и втором $\sigma_T^+(\tau)$ полуциклах определяют по диаграммам «напряжение — время». В качестве результата выдается массив данных «напряжение — время» с заданным шагом по времени. Рекомендуется использовать шаг 5 с.

8.12 Округление вычисленных результатов испытаний проводят в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Округление вычисленных результатов испытаний

Характеристика	Интервал значений характеристики	Округление до
$\sigma(0)_{1(2)}$, $\sigma_i(0)_{1(2)}$, $\sigma_T^{-,+}(t)$, МПа	До 1,00 От 1,00 до 10,00 Св. 10,00	0,01 0,05 0,10
$E_{1(2)}$, $\overline{E}_1$, ГПа	До 1,00 Св. 1,00	0,01 0,10
$\varepsilon'_{1(2)}$, $\varepsilon''_{1(2)}$, $\varepsilon^{ВЭ}_{1(2)}$, $\varepsilon^{ОСТ}_{1(2)}$, $П^{СП}_{1(2)}$, $\varepsilon^{П}_{1(2)}$, %	До 1,00 От 1,00 до 10,00 Св. 10,00	0,01 0,05 0,10

9 Протокол испытаний

9.1 Результаты испытаний заносят в протокол испытаний, который должен содержать:

- наименование испытуемого материала;
- наименование предприятия-изготовителя, метод изготовления, номер партии;
- количество и тип образцов, их маркировку и геометрические размеры;
- способ кондиционирования, температуру и влажность испытательной среды;
- тип средств измерений и испытаний, их заводской номер, класс точности датчика силы и датчика деформации;
- режим испытаний;
- значения определяемых показателей;
- дату проведения испытаний;
- фамилию, имя, отчество и должность оператора;
- ссылку на настоящий стандарт.

9.2 Дополнительно протокол может содержать диаграммы «напряжение — деформация» и «напряжение — время» для каждого режима испытаний и фотографии образцов.

УДК 666.162:629.12.011.83:006.354

ОКС 83.120
83.080.20

Ключевые слова: полимерные композиты, метод определения, упруго-высокоэластические характеристики, релаксационные характеристики, органические стекла

Редактор *А.Л. Волкова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 19.10.2016. Подписано в печать 09.11.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,30. Тираж 27 экз. Зак. 2769.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru