ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56745— 2015 (ИСО 6721-2:2008)

Пластмассы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Часть 2

Метод крутильного маятника

ISO 6721-2:2008
«Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 2: Torsion-pendulum method (MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» совместно с Открытым акционерным обществом «НПО Стеклопластик» и Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

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 20 ноября 2015 г. № 1935-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 6721-2:2008 «Пластмассы. Определение механических свойств при динамическом нагружении. Часть 2. Метод крутильного маятника» (ISO 6721-2:2008 «Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 2: Torsion-pendulum method»).

При этом в него не включены ссылки на международные стандарты ИСО 4664-2 и ИСО 537, не применяющиеся в системе государственной стандартизации Российской Федерации. В разделе 10 условные обозначения помещены непосредственно под формулы согласно ГОСТ 1.5–2001 (подпункт 4.7.5). Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта приведен в дополнительном приложении ДА.

Дополнительные слова, фразы, показатели, включенные в текст настоящего стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации, выделены курсивом

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Пластмассы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Часть 2

Метод крутильного маятника

Plastics. Determination of dynamic mechanical properties. Part 2. Torsion-pendulum method

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает два метода (А и В) определения механических свойств пластмасс при динамическом нагружении, т.е. упругой и вязкой составляющей модуля упругости при кручении, в зависимости от температуры, для небольших деформаций в диапазоне частот от 0,1 до 10 Гц.

Температурная зависимость данных свойств, определенная в достаточно широком температурном диапазоне (например, от минус 50 °С до плюс 150 °С для большинства имеющихся в продаже пластмасс), предоставляет информацию по переходным областям полимерных материалов (например, стеклование или плавление). Она также содержит информацию о начале пластической деформации. Оба описываемых метода не подходят для несимметричных слоистых материалов (см. ГОСТ Р 56803). Данные методы не подходят для испытания резин.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 56801—2015 (ИСО 6721-1:2011) Пластмассы. Определение механических свойств при динамическом нагружении. Часть 1. Общие принципы (*ИСО 6721-1:2011, MOD*)

ГОСТ Р 56803—2015 (ИСО 6721-3:1994) «Пластмассы. Определение механических свойств при динамическом нагружении. Часть 3. Колебания изгиба. Метод резонансной кривой» (*ИСО 6721-3:1994, MOD*)

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.

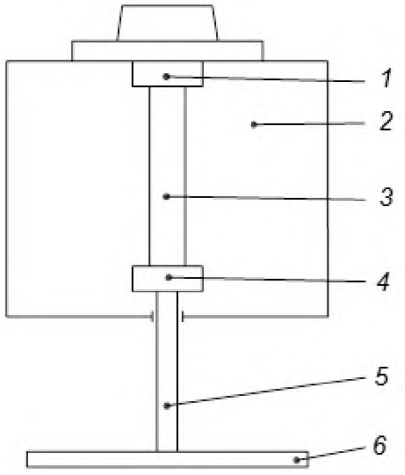
3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 56801*.

4 Сущность метода

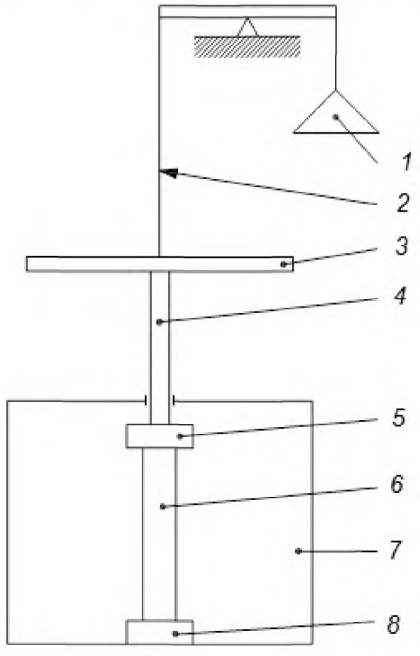
Образец для испытания равномерного поперечного сечения фиксируют двумя зажимами, один из которых неподвижен, а другой соединен стержнем с диском, действующим в качестве инерционной детали. В образце, соединенном с диском, возбуждают свободно затухающие крутильные колебания. Режим колебаний соответствует режиму IV по *ГОСТ Р 56801 (таблица 2)*, тип модуля — G_{to} по *ГОСТ Р 56801 (таблица 3)*.

Инерционную деталь подвешивают либо на образце (метод А, рисунок 1), либо на проволоке (метод В, рисунок 2). В последнем случае проволока также является частью упругой колебательной системы.



1 — верхний (неподвижный) зажим; *2* — температурная камера; *3* — образец для испытания; *4* — нижний (подвижный) зажим; *5* — стержень; *6* — инерционная деталь

Рисунок 1 — Прибор для измерения по методу А



1 — противовес; *2* — проволока; *3* — инерционная деталь; *4* — стержень; *5* — верхний (подвижный) зажим; *6* — образец для испытания; *7* — температурная камера; *8* — нижний (неподвижный) зажим

Рисунок 2 — Прибор для измерения по методу В

При сканировании по температуре используют одну и ту же инерционную деталь на протяжении всего измерения, что приведет к естественному снижению частоты с ростом температуры, или несколько инерционных деталей с различным моментом инерции, заменяемых через определенные интервалы, чтобы поддерживать частоту на приблизительно постоянном уровне.

Во время проведения испытания измеряют частоту и затухающую амплитуду колебаний. По данным параметрам рассчитывают упругую составляющую G'_{to} (модуль упругости) и вязкую составляющую G''_{to} (модуль потерь) комплексного модуля упругости при кручении G^*_{to}.

5 Оборудование

5.1 Маятник

Настоящий стандарт предусматривает использование двух типов крутильного маятника:

a) инерционную деталь подвешивают на образце для испытания; колебания возбуждают в нижней части образца (метод А, рисунок 1);

b) инерционную деталь подвешивают на проволоке, закрепленной на противовесе; колебания возбуждают в верхней части образца для испытания (метод В, рисунок 2).

Оба типа маятника имеют в своем составе инерционную деталь, два зажима для фиксации образца (один из которых соединен с инерционной деталью стержнем) и камеру с регулируемой температурой, в которую помещают образец и зажимы. Для метода В также требуется соединительная проволока и противовес.

5.2 Инерционная деталь

5.2.1 Общие сведения

Момент инерции I инерционной детали, которая может быть изготовлена, например из алюминия, выбирают в зависимости от жесткости образца на скручивание, с тем, чтобы зависящая от температуры естественная частота системы находилась в пределах приблизительно от 0,1 до 10 Гц.

Если предполагается использование одной и той же инерционной детали на протяжении всего измерения, при испытании стандартных образцов (см. 6.2) рекомендуется момент инерции I, равный приблизительно $3 \cdot 10^{-5}$ кг·м^2.

Примечание — Для некоторых материалов, например наполненных полимеров, может быть необходимо повышение значения I до $5 \cdot 10^{-5}$ кг·м^2.

При необходимости обеспечения постоянной частоты в широком диапазоне температур могут использоваться заменяемые инерционные детали с различными значениями I, позволяющие изменять момент инерции с шагом менее 20 %, т.е. корректировать частоту с шагом менее 10 %.

При испытании стандартных образцов (см. 6.2) при частоте приблизительно 1 Гц рекомендуется максимальный момент инерции $3 \cdot 10^{-3}$ кг·м^2.

5.2.2 Метод А (см. рисунок 1)

Полная масса инерционной детали, нижнего зажима и стержня должна быть такова, чтобы не превышать допустимый вес W, действующий на образец [см. приложение А, уравнение (А.2)].

5.2.3 Метод В (см. рисунок 2)

Полная масса инерционной детали, верхнего зажима и стержня должна быть уравновешена соответствующим противовесом, так, чтобы продольная сила W, действующая на образец, была минимальна [см. приложение А, уравнение (А.2)]. Проволока, на которой подвешивают указанные детали, также является частью упругой колебательной системы.

5.3 Зажимы

Конструкция зажимов должна предотвращать смещение зажатых частей образца. Зажимы должны быть самоцентрирующимися, чтобы ось образца всегда совпадала с осью вращения, и обеспечивала надежную фиксацию образца для испытания во всем диапазоне температур без деформации, обеспечивая возможность точного определения свободной длины образца.

Подвижный зажим должен иметь небольшую массу.

Момент инерции всей системы (состоящей из подвижного зажима, инерционной детали и стержня) определяют экспериментальным путем.

Во избежание передачи тепла от образца за пределы температурной камеры и в обратном направлении стержень, соединяющий подвижный зажим и инерционную деталь, должен быть изготовлен из теплоизолирующего материала, во избежание передачи тепла от образца за пределы температурной камеры и в обратном направлении.

5.4 Генератор крутильных колебаний

Генератор крутильных колебаний должен обеспечивать передачу на маятник такого крутящего импульса, при котором начальный угол кручения маятника не превышает 1,5° в каждом направлении для обычных материалов или 3° в каждом направлении для низкомодульных материалов (таких как эластомеры).

5.5 Средства регистрации частоты и амплитуды колебаний

Допускается использовать оптические, электрические и другие системы регистрации параметров, при условии, что они не оказывают значительного воздействия на колебательную систему. Погрешность всего комплекса оборудования измерения частоты и амплитуды не должна превышать ± 1 % (в пределах переходной зоны ± 5 %).

5.6 Камера с регулируемой температурой

Камера с регулируемой температурой — по *ГОСТ Р 56801, пункт 5.3.*

5.7 Источник газа

Источник газа — по *ГОСТ Р 56801, пункт 5.4.*

5.8 Устройство для измерения температуры

Устройство для измерения температуры — по *ГОСТ Р 56801, пункт 5.5.*

5.9 Устройство для измерения размеров образца для испытания

Устройство для измерения размеров образца — по *ГОСТ Р 56801, пункт 5.6.*

6 Образцы для испытания

6.1 Общие сведения

Образцы для испытания — по *ГОСТ Р 56801, раздел 6.*

6.2 Форма и размеры

Рекомендуется использовать прямоугольные образцы, имеющие следующие размеры:
- свободная длина, L: от 40 до 120 мм, предпочтительно 50 мм;
- ширина, b: от 5 до 11 мм, предпочтительно 10 мм;
- толщина, h: от 0,13 до 2,00 мм, предпочтительно 1,00 мм.

Образцы прямоугольного сечения, толщина или ширина которых вдоль основной оси образца изменяется более чем на 3 % от среднего значения, использовать не допускается. При сравнении различных материалов размеры образцов должны быть идентичными. Размеры образцов, отличающиеся от рекомендованных (50·10·1 мм), должны выбираться с соблюдением геометрического подобия предпочтительной форме образца.

Допускается использование образцов иных форм (например, цилиндрических или трубчатых), в этом случае размеры и допуски должны быть согласованы с заинтересованными сторонами.

6.3 Подготовка

Подготовка образцов — по *ГОСТ Р 56801, пункт 6.3.*

7 Количество образцов

Количество образцов — по *ГОСТ Р 56801, раздел 7*.

8 Кондиционирование образцов

Кондиционирование образцов — по *ГОСТ Р 56801, раздел 8*.

Если требуется механическое кондиционирование образца, скручивание выполняют на угол более 5°, но менее 90° в обоих направления вокруг оси, выбранной для испытания, и возвращают в исходное положение.

9 Проведение испытания

9.1 Атмосфера испытания

Атмосфера испытания — по *ГОСТ Р 56801, пункт 9.1*.

9.2 Измерение поперечного сечения образца

Измерение поперечного сечения образца — по *ГОСТ Р 56801, пункт 9.2*.

9.3 Установка образца для испытания

Образец помещают между верхним и нижним зажимами. Продольная ось образца для испытания должна совпадать с осью вращения колебательной системы. Любое нарушение центровки образца приведет к поперечным колебаниям, которые оказывают воздействие на процесс колебаний.

После фиксации образца в зажимах измеряют расстояние между зажимами (свободная длина L) с точностью ± 0,5 %. При помещении колебательной системы в температурную камеру необходимо убедиться в том, что образец находится под нагружением.

После сборки колебательной системы с образцом для испытания и проверки центровки начинают нагревание или охлаждение (см. 9.4).

9.4 Изменение температуры

Изменение температуры — по *ГОСТ Р 56801, пункт 9.4*.

9.5 Проведение испытания

Возбуждают свободные колебания путем приведения в движение маятника (см. 5.1) с помощью генератора колебаний (см. 5.4). Фиксируют частоту и амплитуду колебаний по мере их затухания.

Проверяют отсутствие затухания амплитуды из-за трения между подвижными и неподвижными частями прибора или нелинейного поведения испытуемого материала, по *ГОСТ Р 56801 (см. приложение В)*.

Если в процессе нагревания необходимо поддерживать неизменную частоту колебаний, следует по необходимости заменять инерционную деталь.

10 Обработка результатов

10.1 Поправочные коэффициенты

Для образцов прямоугольного поперечного сечения размерный коэффициент F_g, м$^{-3}$, вычисляют по формуле

$$F_g = 3L/bh^3F_c, \quad (1)$$

где L — свободная длина образца, м;

b — ширина прямоугольного образца, м;

h — толщина прямоугольного образца, м;

F_c — размерный поправочный коэффициент.

При $0 \le h/b \le 0{,}6$ поправочный коэффициент F_c вычисляют по формуле

$$F_c = 1 - 0{,}63h/b. \quad (2)$$

При $0{,}6 \le h/b \le 1$ справедливо равенство

$$F_c = 0{,}843/(1 + h^2/b^2). \quad (3)$$

Для образцов круглого поперечного сечения размерный коэффициент F_g вычисляют по формуле

$$F_g = 32L/\pi d^4, \quad (4)$$

где d — диаметр образца, м.

Поправочный коэффициент затухания F_d вычисляют по формуле

$$F_d = 1 - (\Lambda/2\pi)^2, \quad (5)$$

где Λ — логарифмический декремент затухающих колебаний маятника с образцом.

Примечания

1 Дополнительная информация о расчете поправочного коэффициента приведена в приложении Б.

2 Уравнения (2) и (3) выполняются только приблизительно, с погрешностью не более 0,9 % (см. приложение В).

3 Размерный коэффициент не включает в себя каких-либо поправок длины для учета влияния зажимов. Следовательно, строго сопоставимые результаты могут быть получены только при использовании образцов с одними и теми же отношениями толщины, ширины и длины, см. *ГОСТ Р 56801* (таблица 1) и примечание 6 к 3.1.

10.2 Расчет логарифмического декремента Λ

Логарифмический декремент Λ вычисляют по формуле

$$\Lambda = \ln(X_q/X_{q+1}), \quad (6)$$

где X_q и X_{q+1} — амплитуды двух последовательных колебаний в одном направлении, см. ГОСТ Р 56801, пункт 3.10.

Логарифмический декремент Λ по амплитудам двух любых колебаний p и q в одном направлении вычисляют по формуле

$$\Lambda = \frac{1}{p-q}\ln(X_q/X_p), \quad (7)$$

где p и q — два любых колебания;

X_q — амплитуда q-го колебания;

X_p — амплитуда p-го колебания.

Если амплитуду затухающей синусоиды невозможно зафиксировать из-за наклона базовой линии (см. рисунок 3), используют уравнение (8)

$$\Lambda = \ln\left(X_q^*/X_{q+1}^*\right) = \frac{1}{p-q}\ln(X_q^*/X_p^*), \quad (8)$$

где X_q^*, X_{q+1}^*, X_p^* — значения разностей между следующими друг за другом положительными и отрицательными амплитудами данного колебания, т.е. $X_q^* = X_q^+ - X_q^-$.

Примечание — Уравнение (8) вводит поправку только на постоянный сдвиг базовой линии, а не на динамическое ее смещение, которое может быть вызвано неколебательной частью релаксационного процесса после передачи единичного импульса для возбуждения колебаний. Такое смещение можно уменьшить, используя для возбуждения колебаний два разнонаправленных импульса.

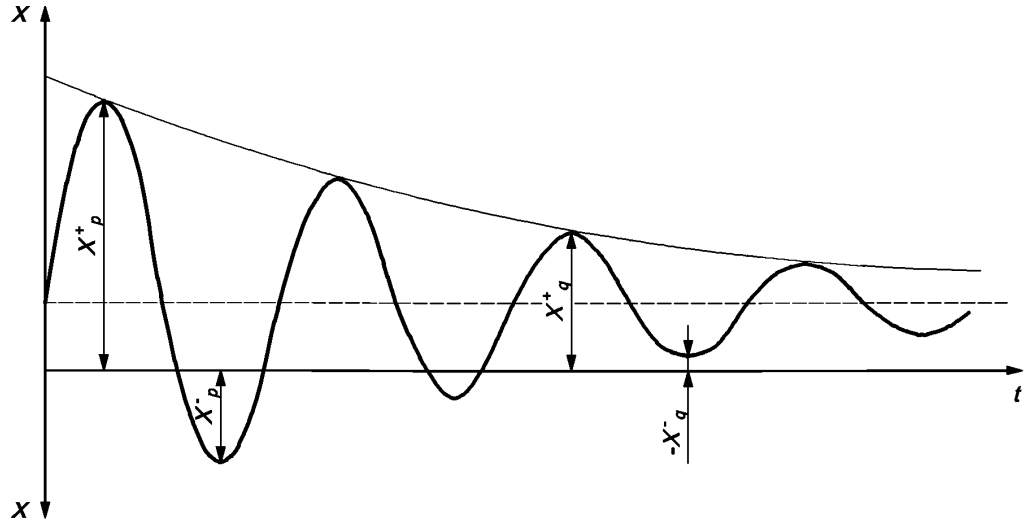


Рисунок 3 — Зависимость амплитуды X от времени t для затухающих колебаний со смещением базовой линии

10.3 Расчет модуля упругости G'_{to}

Модуль упругости G'_{to}, Па [см. *ГОСТ Р 56801 (пункт 3.2)*], для образца прямоугольного сечения вычисляют по формуле

$$G'_{to} = 4\pi^2 I(f_d^2 F_d - f_0^2)F_g, \quad (9)$$

где I — момент инерции инерционной детали (включая при необходимости подвижный зажим и стержень), кг·м^2;

f_d — частота затухающих колебаний системы, Гц;

f_0 — частота колебаний маятника в методе В (без образца), Гц.

Допуская, что для прямоугольного сечения соотношение h/b невелико [см. уравнения (1) и (2)], и подставляя уравнение (5), получают равенство

$$G'_{to} = 12\pi^2 I f_d^2[1 - (\Lambda/2\pi)^2 - (f_0/f_d)^2] \cdot L/bh^3 F_c, \quad (10)$$

при этом f_0 для метода А принимает нулевое значение.

В случае резиноподобных материалов необходимо избегать значительных продольных усилий, действующих на образец (см. приложение А).

10.4 Расчет модуля потерь, G''_{to}

Модуль потерь G''_{to}, Па [см. *ГОСТ Р 56801 (пункт 3.3)*], может быть вычислен по уравнению

$$G''_{to} = 4\pi I f_d^2(\Lambda - \Lambda_0)F_g, \quad (11)$$

где Λ_0 — логарифмический декремент затухающих колебаний маятника в методе В (без образца); для метода А Λ_0 принимает нулевое значение.

Для метода В при $\Lambda_0 \ll \Lambda$, с учетом допущения о прямоугольном сечении с низким соотношением h/b [см. формулы (1) и (2)], подставляя уравнение (5), получают равенство

$$G''_{to} = 12\pi I f_d^2 \Lambda L/bh^3 F_c. \quad (12)$$

11 Прецизионность

Прецизионность данного метода определена по результатам межлабораторных испытаний с участием 15 лабораторий. Межлабораторные относительные стандартные отклонения составили:

- для G'_{to} в области стеклообразного состояния: ±7 %;
- для G'_{to} при температуре стеклования: ±30 %;

- для G''_{to} ниже температуры стеклования: ±10 %.

По данным G'_{to} или G''_{to} температура стеклования может быть определена с точностью ± 3 °С. Значения внутрилабораторных относительных стандартных отклонений составили приблизительно половину значений межлабораторных отклонений.

Примечание — Температура стеклования была определена по точке перегиба на кривой зависимости G'_{to} от температуры или по максимуму на кривой зависимости G''_{to} от температуры в области стеклования.

12 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

a) ссылку на настоящий стандарт и используемый метод (A или B — по типу маятника), например, ГОСТ Р 56745—2015(ИСО 6721-2:2008), метод B;

b) требования — по *ГОСТ Р 56801, раздел 12, перечисления b) — m)*;

c) при проведении испытания с постоянной частотой — выбранную частоту и изменение частоты, вызванное заменой инерционной детали;

d) при использовании одной и той же инерционной детали — диапазон частот колебаний между минимальным и максимальным значениями температуры;

e) если использовался метод A — массу инерционной детали.

Приложение А
(обязательное)

Воздействие продольной силы W

Приложенная в продольном направлении сила W, действующая на образец, придает образцу дополнительную жесткость на скручивание, что приводит к заметному повышению модуля ΔG_W. Данная продольная сила W представляет собой полный вес всех деталей, подвешенных на образце. Следовательно, соответствующая коррекция необходима только для маятника, использующегося в методе А, в котором на образце подвешивают диск, стержень и нижний зажим. В случае метода В силу W уравновешивает противовес (см. рисунок 1, 2).

Величину поправки для модуля упругости определяют по формуле

$$\Delta G_W = Wb/4h^3F_c, \quad (A.1)$$

и вычитают из значения модуля упругости, определенного по уравнению (9). Относительно такой поправки необходимо сделать ряд замечаний:

– коррекция необходима только для измерений в области высокой эластичности;

– каучуки демонстрируют «разность главных механических напряжений», которая увеличивается пропорционально квадрату напряжения сдвига. Данный эффект ведет к нелинейному, т.е. ангармоническому искажению колебаний, которого можно избежать, ограничившись колебаниями малой амплитуды;

– неясно, каким образом можно учесть данный эффект при определении модуля потерь G'', поскольку для вязкоупругих свойств не были разработаны основные уравнения.

Для того чтобы обойти вышеуказанные трудности, необходимо избегать значений веса W, которые приводят к значениям коррекции ΔG_W более 1 % от модуля упругости G'_{to}, т.е. следует обеспечить выполнение условия

$$W \leq 0{,}04G'_{to}h^3F_c/b. \quad (A.2)$$

Момент инерции цельной инерционной детали круглого сечения постоянной толщины диаметром d и массой m рассчитывают по формуле

$$I = md^2/8. \quad (A.3)$$

Таким образом момент инерции I и масса m могут быть заданы в определенной степени независимо друг от друга.

Приложение Б
(справочное)

Поправочный коэффициент затухания F_d

В научной литературе приводится несколько вариантов математической обработки данных испытаний с помощью крутильного маятника.

Модуль потерь G''_{to}, вычисляется по уравнению (11).

Модуль упругости вычисляют по разным источникам, по-разному в нескольких источниках включают поправку $(\Lambda/\pi)^2$ с положительным знаком, а не отрицательным, как в уравнении (5) настоящего стандарта. Согласно Струику и Шеферу, это происходит из-за использования чрезмерно упрощенной формы уравнения движения, не учитывающей принципа суперпозиции Больцмана.

Согласно Нильсену положительная поправка относится не к модулю упругости, а к абсолютному значению комплексного модуля, вычисляемого по формуле

$$|G_{to}| = 4\pi^2 I f_d^2 [1 + (\Lambda/2\pi)^2] F_g. \quad (Б.1)$$

С другой стороны, если использовать уравнение (10) с отрицательной поправкой и уравнение (12), абсолютное значение комплексного модуля будет составлять

$$|G_{to}| = 4\pi^2 I f_d^2 F_g \sqrt{1 + 2(\Lambda/2\pi)^2 + (\Lambda/2\pi)^4}. \quad (Б.2)$$

Приняв, что $\Lambda \leq 2{,}4$, уравнение (10) можно упростить (с точностью ≤ 1 %) до формулы

$$|G_{to}| \approx 4\pi^2 I f_d^2 F_g [1 + (\Lambda/2\pi)^2]. \quad (Б.3)$$

Это согласуется с интерпретацией Нильсена [см. формулу (Б.1)].

Шефер показал, что уравнение (10) точно выполняется для любого строго положительного спектра релаксации.

Приложение В
(справочное)

Размерный поправочный коэффициент F_c

Формулы (2) и (3) для поправочного коэффициента F_c выполняются только приблизительно. Уравнение (2) является приближением первого порядка для малых отношений толщины к ширине h/b, так же как и уравнение (3), но только для отношений h/b, близких к единице. На рисунке В.1 показана ошибка при использовании уравнений (2) и (3) вместо точного, но более сложного уравнения,

$$F_c = 1 - \frac{192}{\pi^5}(h/b) \cdot \sum_{n=0} \text{th}\,[(2n+1)\pi b/2h](2n+1)^{-5}, \quad \text{(В.1)}$$

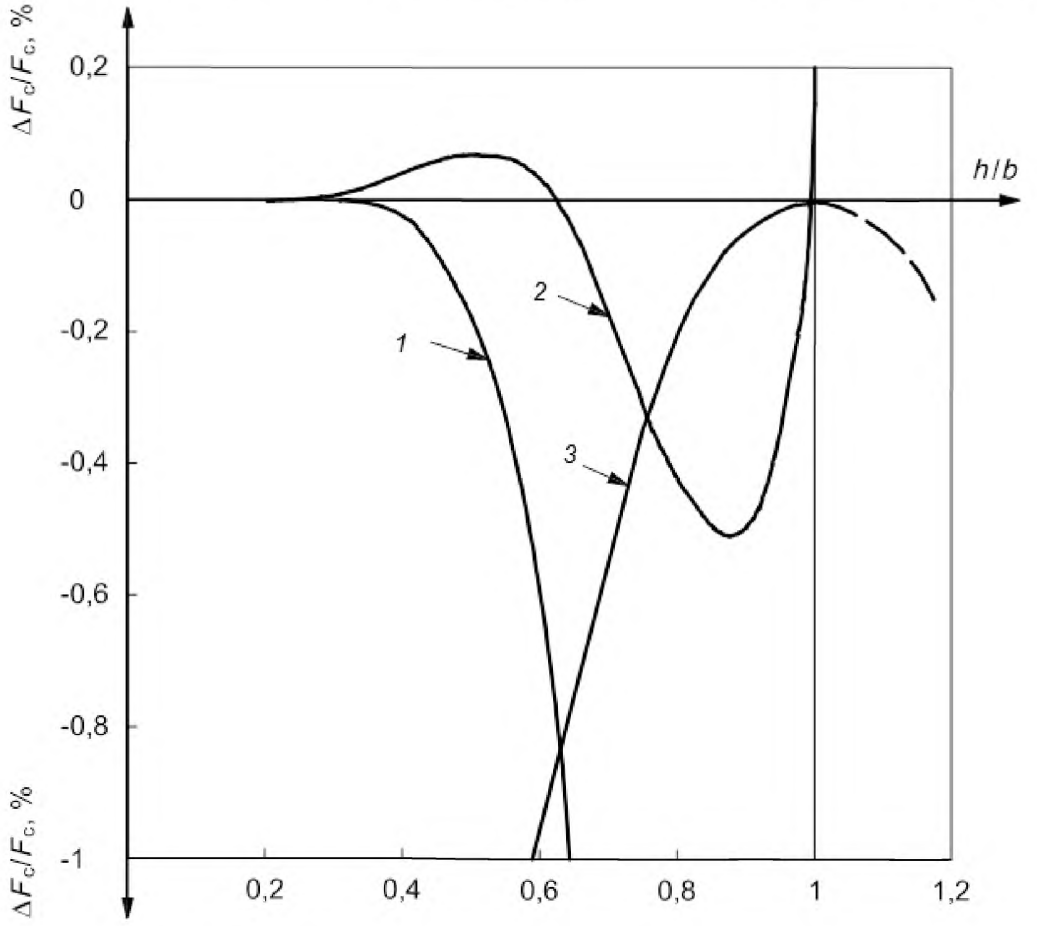
упоминаемого Недервееном и Ван дер Валем, в зависимости от отношения h/b. Если диапазон h/b ограничивается максимальным значением 0,6 в уравнении (2) и минимальным значением 0,6 в уравнении (3), максимальная ошибка составляет 0,9 %.

Существует также приближение второго порядка, которое, после преобразования в ту же форму, что и уравнения (2) и (3), дает следующее уравнение

$$F_c = 1 - 0{,}63(h/b)(1 - h^4/12b^4). \quad \text{(В.2)}$$

Ошибка при использовании данного уравнения вместо уравнения (В.1) также показана на рисунке В.1, на котором видно, что уравнение (В.2) дает более точный результат только в диапазоне $0{,}5 < h/b < 0{,}75$.

Для тонких образцов (т.е. образцов с рекомендованным отношением h/b), уравнение (2) благодаря своей простой форме превосходит уравнение (В.2) [уравнение (3) дано исключительно для полноты описания].



1 — уравнение (2); *2* — уравнение (В.2); *3* — уравнение (3)

Рисунок В.1 — Относительная погрешность $\Delta F_c/F_c$ при расчете размерного поправочного коэффициента F_c при помощи приблизительных уравнений (2), (3) и (В.2) по сравнению с точным уравнением (В.1)

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта

ДА.1 Раздел 10 Обработка результатов

Примечание 1 — По причинам, приведенным в приложении В, обозначение F_d, используемое для поправочного коэффициента затухания, имеет нижний индекс, отличный от использованного ранее в ИСО 537 (утратил силу).

Примечание — Пункт исключен ввиду того, что в Российской нормативной документации используется обозначение F_d.

ДА.2 Раздел 10 Обработка результатов

10.1 Условные обозначения и поправочные коэффициенты

Примечание — Название пункта изменено из-за помещения обозначений непосредственно под формулы согласно ГОСТ 1.5–2001 (подпункт 4.7.5).

УДК 678.017:006.354 ОКС 19.060

Ключевые слова: композитные материалы, пластмассы, динамическое нагружение, температура стеклования

Редактор *В.М. Костылева*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.С. Самарина*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 1,86. Тираж 32 экз. Зак. 45.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru