МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ 4651— 2014 (ISO 604:2002)

ПЛАСТМАССЫ

Метод испытания на сжатие

(ISO 604:2002, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит) и Открытым акционерным обществом «Институт пластических масс имени Г.С.Петрова» (ОАО «Институт пластмасс») на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 5 стандарта, который выполнен ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 230 «Пластмассы, полимерные материалы, методы их испытаний»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 февраля 2014 г. № 64-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004– 97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2014 г. № 467-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 4651—2014 (ISO 604:2002) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 01 марта 2015 г.

5 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту ISO 604:2002 Plastics – Determination of compressive properties (Пластмассы. Определение свойств при сжатии).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.6).

Ссылки на непринятый и отмененный стандарты ISO включены в библиографию.

Дополнительные фразы, слова, показатели и их значения, включенные в текст настоящего стандарта, выделены курсивом.

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, имеются в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Ссылки на международные стандарты, которые не приняты в качестве межгосударственных стандартов, заменены в разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылками на соответствующие межгосударственные стандарты.

Информация о замене ссылок с разъяснением причин их внесения приведена в приложении Г.

Полный перечень всех технических отклонений с разъяснением причин их внесения приведен в приложении Д.

Сравнение структуры международного стандарта со структурой настоящего стандарта приведено в приложении Е.

Степень соответствия – модифицированная (MOD)

6 ВЗАМЕН ГОСТ 4651—82

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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

© Стандартинформ, 2014

В Российской Федерации 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

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ПЛАСТМАССЫ

Метод испытания на сжатие

Plastics. Compression test method

Дата введения — 2015—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод испытания пластмасс на сжатие.

В стандарте определены размеры образца для испытания, его длина установлена такой, чтобы предотвратить влияние потери устойчивости образца при приложении нагрузки на результат испытания, установлен также диапазон скоростей испытания.

Настоящий метод используют для исследования поведения испытуемых образцов при сжатии, а также для определения прочности при сжатии, модуля упругости при сжатии и других характеристик, получаемых на основании кривой «напряжение / относительная деформация» в определенных условиях испытания.

Настоящий метод применим к следующим материалам:

- жестким и полужестким термопластичным материалам для формования и экструзии, включая наполненные и армированные композиции, например, короткими волокнами, небольшими стержнями, пластинами или гранулами; листы из жестких и полужестких термопластичных материалов по стандарту [1];
- жестким и полужестким термореактивным формовочным материалам, включая наполненные и армированные композиции, листы из жестких и полужестких термореактивных материалов;
- термотропным жидко-кристаллическим полимерам.

Метод, установленный настоящим стандартом, не распространяется на материалы, армированные текстильными волокнами по стандартам [2] и [3], полимерные композиции, армированные волокном, и слоистые пластмассы по стандарту [3], жесткие ячеистые материалы по стандарту [4] или многослойные структуры, содержащие ячеистые материалы или резину по стандарту [5].

Метод настоящего стандарта предусматривает использование образцов, которые могут быть изготовлены формованием, механической обработкой из готовых изделий или полуфабрикатов, таких как отформованные заготовки, слоистые пластмассы и листы, полученные экструзией или литьем.

Настоящий стандарт устанавливает размеры образцов для испытания. Результаты испытаний, полученные на образцах разных размеров или изготовленных при разных условиях, могут быть несопоставимыми.

Другие факторы, такие как скорость испытания и условия кондиционирования образцов, также могут повлиять на результаты. Для получения сопоставимых результатов указанные условия следует контролировать и записывать в протокол испытания.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12015–66 Пластмассы. Изготовление образцов для испытания из реактопластов. Общие требования

ГОСТ 12019–66 Пластмассы. Изготовление образцов для испытания из термопластов. Общие требования

ГОСТ 12423–2013 Пластмассы. Условия кондиционирования образцов (проб)

ГОСТ 26277–84 Пластмассы. Общие требования к изготовлению образцов способом механической обработки

Издание официальное

ГОСТ 14359–69 Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования

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

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 ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины *и определения*

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями (рисунок 1):

3.1 **расчетная длина L_0 , мм:** Начальное расстояние между контрольными метками на центральной части испытуемого образца.

3.2 **скорость испытания *V*, мм/мин:** Скорость сближения опорных площадок испытательной машины во время испытания.

3.3 **напряжение при сжатии σ (σ_c), МПа:** Нагрузка при сжатии, приходящаяся на единицу площади первоначального поперечного сечения образца.

Примечание – При испытании на сжатие напряжение σ и деформация ε отрицательны. Обычно отрицательный знак опускается, но, если возникает путаница, например при сравнении свойств растяжения и сжатия, отрицательный знак следует добавить для сжатия. Для номинальной относительной деформации при сжатии ε_c это не является необходимым.

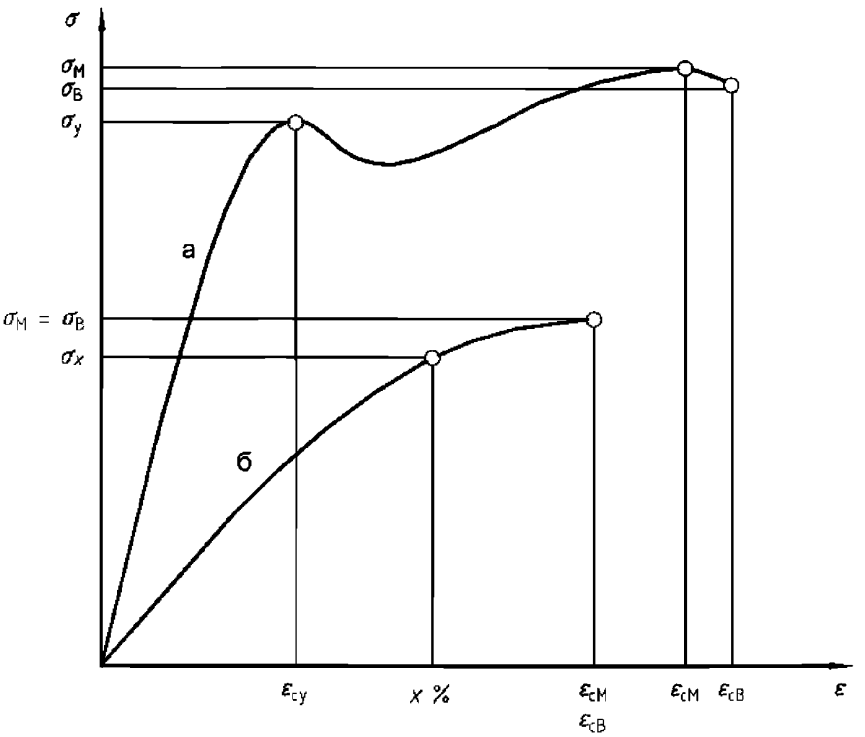


Рисунок 1 — Типичные кривые «напряжение/относительная деформация»

3.3.1 **напряжение при сжатии при пределе текучести σ_y ($\sigma_{ст}$), МПа:** Первое значение напряжения, при котором увеличение деформации (3.4) происходит без увеличения напряжения (см. рисунок 1, кривая а и примечание к 3.3).

Примечание – Напряжение при сжатии при пределе текучести может быть меньше, чем максимальное достигаемое напряжение.

3.3.2 **максимальное напряжение при сжатии $\sigma_м$ ($\sigma_{см}$), МПа:** (см. рисунок 1 и примечание к

3.3). Напряжение при сжатии, соответствующее максимальной нагрузке, выдержанной образцом в процессе испытания.

Примечание – *Это напряжение не всегда совпадает с напряжением при сжатии в момент разрушения образца. Этот термин не применим к образцам, у которых нагрузка в процессе испытания монотонно растет.*

3.3.3 **разрушающее напряжение при сжатии $\sigma_в$ ($\sigma_{ср}$), МПа:** Напряжение при сжатии, соответствующее нагрузке, вызывающей разрушение образца (см. рисунок 1 и примечание к 3.3).

3.3.4 **напряжение при сжатии при установленной относительной деформации (*x, %*) σ_x ($\sigma_{сд}$), МПа:** Напряжение при сжатии, при котором относительная деформация достигает установленного значения *x* (%) (см. 3.5).

Примечание – Напряжение при сжатии при *x (%)* относительной деформации может быть измерено, например, в тех случаях, когда на кривой «напряжение/относительная деформация» отсутствует предел текучести (см. рисунок 1, кривая б и примечание к 3.3). В этом случае, значение *x* должно быть установлено в нормативных документах или технической документации на материал или согласовано с заинтересованными сторонами. В любом случае, значение *x* должно быть меньше значения относительной деформации, соответствующей максимальному напряжению при сжатии.

3.4 **относительная деформация при сжатии ε, % или безразмерная величина:** Уменьшение длины, приходящееся на единицу первоначальной расчетной длины L_0 [см. 10.2, формула (6) и примечание к 3.3].

3.5 **номинальная относительная деформация при сжатии ε_c, % или безразмерная величина:** Уменьшение длины, приходящееся на единицу первоначальной длины образца для испытания *L* [см. 10.2, формула (8)].

3.5.1 **номинальная относительная деформация при сжатии при пределе текучести $\varepsilon_{су}$ ($\varepsilon_{ст}$), % или безразмерная величина:** Номинальная относительная деформация при сжатии, соответствующая напряжению при сжатии при пределе текучести $\sigma_у$ ($\sigma_{ст}$), (3.3.1).

3.5.2 **номинальная относительная деформаци пр сжати пр максимально напряжени при сжатии $\varepsilon_{см}$, % или безразмерная величина:** Номинальная относительная деформация при сжатии, соответствующая максимальному напряжению при сжатии $\sigma_м$ ($\sigma_{см}$) (3.3.2).

3.5.3 **номинальная относительная деформация при сжатии при разрушении $\varepsilon_{св}$, ($\varepsilon_{ср}$) % или безразмерная величина:** Номинальная относительная деформация при сжатии при разрушении испытуемого образца.

3.6 **модуль упругости при сжатии E_c , МПа:** Отношение разности значений напряжений сжатия ($\sigma_2 - \sigma_1$) к соответствующей разности значений относительной деформации при сжатии (ε_2 =0,0025) – (ε_1 =0,0005) [см. 10.3, формула (9)].

Примечания:

1 Модуль упругости при сжатии рассчитывают только на основе относительной деформации при сжатии ε (3.4).

2 При использовании автоматизированного оборудования, определение модуля E_c упругости при сжатии по двум отдельным точкам на кривой «напряжение/относительная деформация» может быть заменено определением линейной регрессии на участке кривой между указанными точками.

4 Сущность метода

Образец для испытания подвергают сжатию вдоль его главной оси с постоянной скоростью до разрушения или до тех пор, пока нагрузка или уменьшение длины не достигнет заданного значения. Нагрузка, которую прикладывают к образцу, измеряют в течение всего процесса испытания.

5 Аппаратура

5.1 Испытательная машина

5.1.1 Общие положения

Испытательная машина должна соответствовать *ГОСТ 28840* и требованиям, приведенным в 5.1.2 – 5.1.5.

5.1.2 Скорость испытания

Испытательная машина должна поддерживать скорость испытания, указанную в таблице 1. Если используют другие скорости, машина должна поддерживать скорость с отклонением не более ± 20 % для скоростей менее 20 мм/мин и не более ± 10 % для скоростей более 20 мм/мин.

Таблица 1 – Рекомендуемые значения скорости испытания

Скорость испытания *V*, мм/мин	Отклонение, %, не более
1	± 20
2	± 20
5	± 20
10	± 20
20	± 10
Примечание – Указанные отклонения ниже значений, приведенных в стандарте [6].	

Начальное ускорение, место установки и податливость машины могут вызвать образование изогнутого участка в начале кривой «напряжение/относительная деформация». Как этого избежать – см. 9.4 и 9.6.

5.1.3 Сжимающее устройство

Для приложения сжимающей нагрузки к испытуемому образцу используют опорные площадки с закаленными стальными полированными плоскими (отклонение от плоскостности в пределах 0,025 мм) поверхностями, параллельными друг другу и перпендикулярными к оси нагружения. Сжимающее устройство должно быть сконструировано таким образом, чтобы вертикальная ось образца совпадала с направлением действия нагрузки с точностью 1:1000.

Примечание – В случае необходимости могут быть использованы самоустанавливающиеся устройства.

5.1.4 Измеритель нагрузки

Измеритель нагрузки должен обеспечивать измерение нагрузки при сжатии с погрешностью не более ± 1 % измеряемого значения. Измеритель нагрузки должен быть практически безинерционным при выбранной скорости испытания.

Примечание – Использование систем с кольцевыми датчиками деформации позволяет компенсировать возникновение боковых нагрузок, вызванных нарушением соосности нагружения образца. (9.3).

5.1.5 Измеритель деформации

Измеритель деформации должен иметь механизм, обеспечивающий определение относительного изменения длины соответствующей части образца. При определении относительной деформации при сжатии ε этой длиной является расстояние между щупами датчика деформации *(расчетная длина)*. При измерении номинальной относительной деформации при сжатии ε_c это будет расстояние между контактными поверхностями опорных площадок сжимающего устройства. Рекомендуется, чтобы измеритель деформации автоматически фиксировал это расстояние.

У измерителя деформации должна отсутствовать инерционность при выбранной скорости испытания. Для определения модуля упругости при сжатии используют образец типа А. В этом случае измеритель деформации должен обеспечивать измерение в заданном интервале деформации с погрешностью не более ± 1 %, что соответствует ± 1 мкм для измерения модуля упругости при сжатии при расчетной длине образца 50 мм и относительной деформации 0,2 %.

Измеритель деформации следует прикладывать к образцу таким образом, чтобы любой прогиб или повреждение образца были минимальны. Между измерителем деформации и образцом не должно быть проскальзывания.

Возможно использование измерителей продольной деформации с погрешностью в заданном интервале деформации не более 1 %. Это соответствует точности измерения относительной деформации $2{,}0\ 10^{-5}$ при измерении модуля упругости при сжатии. Тип измерителя деформации и метод подготовки поверхности образца должны обеспечивать соответствующее проведение испытания материала.

Примечание – Незначительное смещение и начальное коробление образца для испытания могут вызвать разную деформацию противоположных поверхностей образца и как результат ошибки при малых деформациях. В этих случаях могут быть использованы методы измерения средней деформации двух противоположных сторон. Использование датчиков на каждой из сторон образца с независимым сбором данных более предпочтительно, т. к. они определят искривление и прогиб гораздо быстрее, чем устройства, усредняющие деформацию противоположных сторон образца.

5.2 Устройства для измерения размеров образцов

5.2.1 Жесткие материалы

Длину, ширину, толщину или диаметр образца измеряют *микрометром или другим прибором* с

погрешностью не более ± 0,01 мм.

Устройства для измерения размеров образца не должны оказывать на него давление, которое может привести к изменению размеров.

5.2.2 Полужесткие материалы

Для измерения толщины используют микрометр или другой прибор, обеспечивающий измерение с погрешностью 0,01 мм или менее, снабженный плоской, круглой ножкой, оказывающей давление на образец (20 ± 3) кПа.

6 Образцы для испытания

6.1 Форма и размеры

6.1.1 Общие указания

Образцы для испытания должны иметь форму прямоугольной призмы, прямого цилиндра или прямой трубки.

Размеры образцов для испытания должны удовлетворять условиям неравенства (см. также приложение А)

$$\varepsilon_c^* \le 0{,}4\frac{x^2}{l^2}, \qquad (1)$$

где ε_c^* – максимальная номинальная относительная деформация при сжатии, которая достигается при испытании, безразмерная величина;

x – диаметр цилиндра, наружный диаметр трубы или толщина (наиболее короткая сторона поперечного сечения) призмы, в зависимости от формы образца, *мм*;

l – длина образца, измеренная параллельно направлению сжимающей силы, *мм.*

Примечания:

1 Для расчета модуля упругости при сжатии E_c, (3.6), рекомендуется использовать значение безразмерного коэффициента $x/l > 0{,}08$.

2 При проведении испытаний на сжатие обычно рекомендуется значение безразмерного коэффициента $x/l \ge 0{,}4$. Это соответствует максимальной деформации сжатия приблизительно 6 %.

Неравенство (1) основано на линейной зависимости «напряжение/относительная деформация» испытуемого материала в процессе испытания. При бóльших значениях относительной деформации сжатия и высокой пластичности материала следует выбирать значения ε_c^* в 2 – 3 раза большие, чем максимальная деформация при сжатии при испытании.

6.1.2 Рекомендуемые размеры образцов для испытания

Рекомендуемые размеры образцов для испытания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые размеры образцов

Тип образца	Измеряемый показатель	Длина l	Ширина b	Толщина h
А	Модуль упругости при сжатии	50 ± 2	10,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2
Б	Напряжение при сжатии	10,0 ± 0,2		
Примечание – Допускается использовать образцы длиной (15,0 ± 0,2) мм и (30 ± 2) мм.				

Примечание – В приложении Б приведены подробности использования двух типов малых образцов для испытания для тех случаев, когда нельзя получить рекомендуемые типы образцов из-за недостатка материала или из-за геометрической формы изделия.

6.2 Изготовление образцов

6.2.1 Формование и экструзия

Образцы должны быть изготовлены в соответствии *с нормативными документами или технической документацией* на материал. Если такие требования отсутствуют и если нет других соглашений между заинтересованными сторонами, образцы изготовляют прессованием или литьем под давлением в соответствии с *ГОСТ 12015 и ГОСТ 12019.*

6.2.2 Листы

Образцы вырезают из листов в соответствии с *ГОСТ 26277.*

6.2.3 Механическая обработка

Все операции механической обработки следует проводить таким образом, чтобы получить гладкие поверхности образцов. Особенно тщательно следует обрабатывать торцы образцов так, чтобы в результате они имели гладкие, плоские, параллельные поверхности и острые чистые ребра, перпендикулярные к продольной оси образца в пределах до 0,025 мм.

Рекомендуется обрабатывать торцевые поверхности образца на токарном или фрезерном станке.

6.2.4 Контрольные метки

Если для измерения изменения длины используют оптическое оборудование, необходимо поставить контрольные метки на образцы, определяющие расчетную длину. Они должны быть примерно на одинаковом расстоянии от середины образца, а расстояние между метками должно быть измерено с точностью не менее 1 %.

Контрольные метки не должны быть процарапаны, вырублены или выдавлены на образце способом, который может повредить образец. Необходимо убедиться, что нанесение меток не оказывает негативного воздействия на испытуемый материал, в случае меток в виде линий они должны быть как можно уже.

6.3 Проверка образца

Образец не должен быть изогнут. Поверхности и кромки образца не должны иметь вмятин, царапин, усадочных раковин, заусенцев и других видимых дефектов, способных повлиять на результат испытания. Поверхности образца, обращенные к опорным площадкам, должны быть параллельны и расположены под прямым углом к направлению действия нагрузки.

Образцы следует проверить на соответствие указанным требованиям путем визуального осмотра с помощью угольников и плоских плит, а также измерения микрометром. Образцы, визуально или после измерения не соответствующие требованиям, должны быть изъяты или обработаны до необходимых размеров и формы перед испытанием.

Примечание – Следует иметь ввиду, что образцы для испытания, полученные литьем под давлением, как правило, имеют скос углов на 1 ° или 2 ° для свободного извлечения из литьевой формы. Из-за этого боковые грани литьевых образцов не параллельны.

6.4 Анизотропные материалы

6.4.1 При испытании анизотропных материалов образцы должны быть выбраны таким образом, чтобы напряжение при сжатии во время испытания прилагалось в том же направлении, что и в процессе эксплуатации изделия (формованные изделия, листы, трубы и т. д.).

6.4.2 Соотношение между размерами испытуемого образца и размером изделия будет определять возможность использования рекомендуемых образцов. Если нельзя использовать рекомендуемый образец, то размер образца определяют, исходя из размера изделия, а также по 6.1. Ориентация и размеры образцов для испытания иногда оказывают очень существенное влияние на результаты испытания.

6.4.3 Если наблюдается существенное различие в свойствах материала при сжатии по двум основным направлениям, его следует испытать в этих двух направлениях. Если при предполагаемой эксплуатации изделия материал будет подвергаться сжатию в каком-то определенном направлении, отличном от основных направлений, желательно испытать его в этом направлении.

Ориентация испытуемых образцов по отношению к основным направлениям должна быть указана в протоколе.

7 Число образцов для испытания

7.1 Число образцов для испытания изотропных пластмасс – не менее пяти.

7.2 Число образцов для испытания анизотропных пластмасс – не менее десяти (по 5 образцов параллельно и перпендикулярно к главной оси анизотропии).

7.3 Образцы, разрушенные из-за очевидных дефектов или ошибок, в расчет не принимают, их следует заменить на другие.

8 Кондиционирование образцов

Кондиционирование испытуемых образцов должно соответствовать требованиям *нормативного документа или технической документации* на материал. При отсутствии таких требований следует использовать наиболее подходящие условия кондиционирования, приведенные в *ГОСТ 12423*, если иное не согласовано с заинтересованными сторонами.

Рекомендуемыми условиями кондиционирования является атмосфера 23/50, за исключением случаев, когда известно, что на свойства материала при сжатии не влияет влажность, в этом случае контроль влажности не требуется.

9 Проведение испытания

9.1 Атмосфера испытания

Испытания проводят в условиях одной из стандартных атмосфер, указанных в *ГОСТ 12423*, предпочтительно в тех же условиях, в которых происходило кондиционирование.

9.2 Измерение размеров испытуемого образца

Измеряют ширину и толщину или диаметр образца в трех точках по длине и рассчитывают среднее значение площади поперечного сечения.

Измеряют длину каждого образца с погрешностью не более 1 %.

9.3 Подготовка к проведению испытания

Образец помещают между опорными площадками так, чтобы его центральная вертикальная ось совпадала с центральной осью поверхностей опорных площадок. Следует убедиться, что торцы образца параллельны поверхностям опорных площадок, а затем настроить испытательную машину так, чтобы поверхности торцов испытуемого образца касались опорных площадок.

В процессе сжатия поверхности торцов образца могут скользить по опорным площадкам в разной степени, в зависимости от структуры поверхности образца и опорных площадок. Это может привести к деформированию образца (бочкообразованию) различной степени, что в свою очередь может повлиять на измеряемые показатели. Этот эффект тем сильнее, чем мягче материал.

Для наиболее точных измерений рекомендуется обработать поверхности соответствующей смазкой для облегчения скольжения или использовать диски тонкой наждачной бумаги между поверхностями образца и опорных площадок, чтобы затормозить скольжение. Использование одного из этих методов следует отразить в протоколе испытаний.

9.4 Предварительная нагрузка

Образец не должен быть существенно нагружен до начала испытания, однако предварительные нагрузки могут оказаться необходимыми, чтобы избежать искривленного участка в начале кривой «напряжение/относительная деформация».

При измерении модуля упругости при сжатии напряжение сжатия σ_0 в начале испытания (рисунок 2) должно находиться в диапазоне

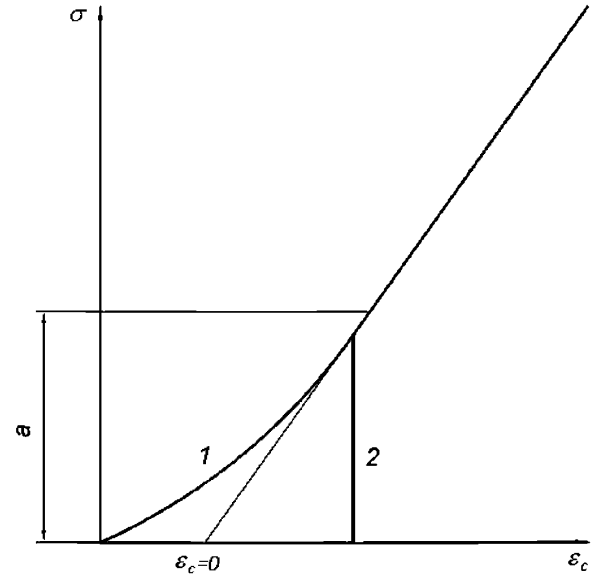
$$0 \le \sigma_0 \le 5 \cdot 10^{-4} E_c , \qquad (2)$$

что соответствует предварительной относительной деформации $\varepsilon_{c0} \le 0{,}05$ %.

При измерении таких характеристик, как $\sigma_м$, напряжение сжатия σ_0 должно находиться в диапазоне

$$0 \le \sigma_0 \le 10^{-2} \sigma_м . \qquad (3)$$

Примечание – Модуль упругости при сжатии вязкоупругих, пластичных материалов, таких как полиэтилен, полипропилен и большинство полиамидов, в большой степени зависит от приложения предварительного напряжения.



1 – начальная часть кривой «напряжение/относительная деформация», показывающая искривленную область; *2* – начальная часть кривой «напряжение/относительная деформация», показывающая начало измерения соответствующей нагрузки a $\leq 5 \cdot 10^{-4} E_c$ или $\leq 10^{-2} \sigma_м$.

Рисунок 2 – Пример кривой «напряжение/относительная деформация» с начальным искривленным участком и определение начальной точки измерения относительной деформации

9.5 Скорость испытания

Устанавливают скорость испытания *V* (3.2) (мм/мин) в соответствии с требованиями *нормативного документа или технической документации* на материал или, при отсутствии таких требований, в соответствии со значениями, приведенными в таблице 1, которые являются ближайшей аппроксимацией к соотношениям:

V = 0,02*l* (*l*, мм) – для измерения модуля;

V =0,1*l* (*l*, мм) – для измерения напряжения при сжатии хрупких материалов, у которых разрушение происходит до предела текучести;

V =0,5*l* (*l*, мм) – для измерения напряжения при сжатии вязких материалов, которые проявляют текучесть.

Для рекомендуемых образцов для испытания (6.1.2), скорости испытания следующие:

- 1 мм/мин – для измерения модуля упругости при сжатии (*l* =50 мм.);
- 1 мм/мин – для измерения напряжения при сжатии хрупких материалов (*l* =10 мм.);
- 5 мм/мин – для измерения напряжения при сжатии вязких материалов (*l* =10 мм).

9.6 Запись данных

Определяют нагрузку (напряжение) при сжатии и соответствующую относительную деформацию при сжатии образца во время испытания. Рекомендуется использовать автоматическую систему записи, которая дает полную кривую «напряжение/относительная деформация» для указанной операции.

Определяют все соответствующие значения напряжения при сжатии и относительной деформации при сжатии, указанные в разделе 3, по кривой «напряжение / относительная деформация» в течение испытания.

Если в начальной части кривой «напряжение/относительная деформация» имеется изогнутый участок, следует убедиться, что соответствующее ему значение нагрузки не превышает значения предварительной нагрузки, указанной в 9.4.

В приложении В рассмотрен метод корректировки податливости испытательной машины для случая, когда деформацию сжатия не измеряют непосредственно на образце.

10 Обработка результатов

10.1 Напряжение при сжатии

Вычисляют напряжение при сжатии σ, МПа (3.3), по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{A}, \tag{4}$$

где F – нагрузка при сжатии, соответствующая σ_y ($\sigma_{ст}$), σ_M ($\sigma_{см}$), σ_B ($\sigma_{ср}$), σ_X ($\sigma_{сд}$), Н;

A – первоначальная площадь поперечного сечения образца, мм^2.

10.2 Относительная деформация при сжатии

10.2.1 Относительная деформация при сжатии (определенная измерителем деформации)

Вычисляют относительную деформацию при сжатии ε, безразмерная величина или % (3.4), по формулам:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0}; \tag{5}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} 100, \tag{6}$$

где ΔL_0 – уменьшение расчетной длины образца, мм;

L_0 – расчетная длина испытуемого образца, мм.

10.2.2 Номинальная относительная деформация при сжатии (определенная по расстоянию между опорными площадками)

Вычисляют номинальную относительную деформацию при сжатии ε_c, безразмерная величина или % (см. 3.5), по формулам:

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta L}{L}; \tag{7}$$

$$\varepsilon_c \left(\%\right) = 100 \frac{\Delta L}{L}, \tag{8}$$

где ΔL – уменьшение расстояния между опорными площадками;

L – начальное расстояние между опорными площадками, мм.

Если ΔL не измеряют непосредственно между опорными площадками по перемещению соответствующего датчика, а измеряют, например, по движению траверсы испытательной машины, то для определения ΔL следует применить соответствующую корректировку на податливость (см. приложение В).

Если в начальной части кривой «напряжение/относительная деформация» имеется изогнутый участок, следует экстраполировать кривую до нулевого значения напряжения, как описано в 9.4 (рисунок 2).

10.3 Модуль упругости при сжатии

Вычисляют модуль упругости при сжатии E_c, МПа (3.6), на основе двух заданных значений относительной деформации, определенных в соответствии с 10.2.1

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}, \tag{9}$$

где σ_2, – напряжение при сжатии, измеренное при значении относительной деформации ε_2 = 0,0025, МПа;

σ_1, – напряжение при сжатии, измеренное при значении относительной деформации ε_1 = 0,0005, МПа.

При использовании автоматизированного оборудования определение модуля упругости при сжатии E_c по двум отдельным точкам на кривой «напряжение / относительная деформация» может быть заменено определением линейной регрессии на участке кривой между указанными точками.

10.4 Статистические параметры

Вычисляют среднеарифметическое значение каждых пяти результатов испытаний и, при необходимости, стандартное отклонение и 95%-ный доверительный интервал среднего значения по *ГОСТ 14359*.

10.5 Значащие цифры

Значения напряжения при сжатии и модуля упругости при сжатии вычисляют до трех значащих цифр. Значение относительной деформацию вычисляют до двух значащих цифр.

11 Прецизионность

Прецизионность настоящего метода неизвестна в связи с отсутствием данных межлабораторных испытаний. После получения результатов межлабораторных испытаний данные о прецизионности будут внесены в стандарт при его переиздании.

12 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

а) ссылку на настоящий стандарт, включая тип *или размеры* образца и скорость испытания:

Испытание на сжатие ГОСТ 4651– /А *или размеры образца*/1

Тип образца

Скорость испытания, мм/мин

б) полное описание испытуемого материала, включая его обозначение, наименование изготовителя, номер партии и предысторию, если эти сведения известны;

в) описание природы и формы предмета испытания (готовое изделие или полуфабрикат, пластина или отформованный образец, включая основные размеры, форму, способ изготовления, последовательность слоев, предварительную обработку и т. д.);

г) ширину, толщину и длину образца: средние, минимальные и максимальные значения, при использовании;

д) любые подробности метода изготовления образцов;

е) если предмет испытания находится в форме готового изделия или полуфабриката, ориентацию образца по отношению к готовому изделию или полуфабрикату, из которого был вырезан образец;

ж) количество образцов для испытания;

и) атмосферу, используемую для кондиционирования и испытания, любые особые условия кондиционирования, если необходимость этого указана в *нормативных документах или технической документации* на материал или продукт;

к) погрешность измерения нагрузки испытательной машины;

л) тип использованного измерителя деформации;

м) тип использованного сжимающего устройства;

н) информацию об использовании средства для облегчения или затруднения скольжения на торцевых поверхностях образца;

п) индивидуальные результаты определения показателей указанных в разделе 3;

р) среднее значение каждого показателя, приведенного в качестве предварительной оценки испытуемого материала;

с) стандартное отклонение и/или коэффициент вариации и/или доверительные интервалы среднего значения (при необходимости);

т) информацию об отбраковке или замене каких-либо образцов с указанием причин (если имели место);

у) дату проведения испытания.

Приложение А
(справочное)

Предел потери устойчивости

Согласно Эйлеру критическую осевую сжимающую силу F*, вызывающую потерю устойчивости образца, закрепленного с обоих концов, вычисляют на основании предположения о линейной зависимости напряжения от деформации испытуемого материала по формуле

$$F^* = \frac{\pi^2 E_c I}{l^2}, \quad (A.1)$$

где F^* – критическая сила, вызывающая потерю устойчивости образца, Н;

E_c – модуль упругости при сжатии, Н/мм^2;

I – основной минимальный момент инерции поперечного сечения, мм^4;

l – длина испытуемого образца, мм.

Критическая сила может быть заменена на соответствующую номинальную деформацию при потере устойчивости в соответствии с формулой:

$$F^* = E_c A \varepsilon \quad (A.2)$$

где A – площадь поперечного сечения, мм^2;

ε_b – номинальная деформация при сжатии при потере устойчивости.

Это дает критическую деформацию потери устойчивости, которая зависит только от размеров образца, в соответствии с формулой:

$$\varepsilon_b = \pi^2 \frac{I}{Al^2}. \quad (A.3)$$

Для образцов различной формы формула (А.3) может быть записана следующим образом:

а) для прямоугольной призмы

$$\varepsilon_b = \frac{\pi^2}{12}\left(\frac{h}{l}\right)^2; \quad (A.4)$$

б) для прямого цилиндра или прямой трубки

$$\varepsilon_b = \frac{\pi^2}{4}\left(\frac{r}{l}\right)^2\left[1+\left(\frac{r_i}{r}\right)^2\right], \quad (A.5)$$

где h – толщина прямоугольной призмы, т. е. меньшая сторона поперечного сечения, мм;

l – длина прямоугольной призмы, цилиндра или трубки, т. е. размер, параллельный сжимающей силе, мм;

r – радиус цилиндра или наружный радиус трубки, мм;

r_i – внутренний радиус трубки (0 для цилиндра), мм.

Дополнительную устойчивость трубки по сравнению с цилиндром в соответствии с формулой (А.5) нельзя принимать в расчет, т.к. тонкостенные трубки, разрушающиеся по дополнительным видам потери устойчивости, в настоящем стандарте не рассматривают. Численные коэффициенты формул (А.4) и (А.5) равны 0,8 и 0,6 соответственно. Поскольку расчет по этим формулам дает лишь грубую оценку деформации потери устойчивости, они могут быть аппроксимированы к общему неравенству (1) по 6.1.1, в котором выбранный численный коэффициент был уменьшен, чтобы избежать потери устойчивости.

Приложение Б
(обязательное)

Малые образцы для испытаний

Б.1 Образцы для испытания, определенные в разделе 6 настоящего стандарта, не всегда можно изготовить из-за недостатка материала или особенностей геометрической формы изделия.

Для этих случаев следует использовать малый образец.

Б.2 Результаты, полученные на малых образцах, возможно будут отличаться от результатов, полученных на образцах рекомендуемых размеров.

Б.3 Использование малых образцов должно быть согласовано с заинтересованными сторонами и указано в протоколе испытаний.

Б.4 Испытания малых образцов следует проводить в соответствии с настоящим стандартом так же, как для образцов рекомендуемых размеров, за исключением случаев, указанных ниже.

Номинальные размеры образцов должны соответствовать указанным в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 – Номинальные размеры малых образцов

Размеры, мм	Тип 1	Тип 2
Толщина	3	3
Ширина	5	5
Длина	6	35

Образец типа 2 может быть использован только для определения модуля упругости при сжатии; в этом случае рекомендуется использовать расчетную длину 15 мм, чтобы облегчить измерение.

Приложение В
(обязательное)

Корректировка податливости

Если изменение расстояния между опорными площадками ΔL не может быть измерено непосредственно и заменено записью перемещения s траверсы испытательной машины, эта разница перемещения должна быть скорректирована на податливость испытательной машины C_M (см. примечание 1).

C_M определяют, используя плоскопараллельную пластину или призму из эталонного материала с высокой жесткостью и известным модулем упругости при сжатии (см. примечание 2), например, из листовой стали. Податливость машины рассчитывают по формулам:

$$\Delta L = s - C_M F ; \quad \text{(B.1)}$$

$$C_M = \frac{s_R}{F} - \frac{L_R}{\left(b_R d_R\right) E_{cR}}, \quad \text{(B.2)}$$

где ΔL – изменение расстояния между сжимающими площадками, мм;
s – перемещение траверсы испытательной машины, мм;
C_M – податливость испытательной машины, мм/Н,
F – нагрузка, Н;
s_R – перемещение траверсы испытательной машины при использовании эталонного образца;
L_R – начальное расстояние между сжимающими площадками, мм;
b_R – ширина эталонного образца, мм;
d_R – толщина эталонного образца, мм;
E_{cR} – модуль упругости при сжатии эталонного материала, МПа.

Следует убедиться, что податливость испытательной машины C_M является постоянной для соответствующего диапазона нагрузки. Простая линейная зависимость ($s=C_M F$) , показывающая деформацию оборудования из-за податливости испытательной машины, может быть нарушена, если, например, имеются люфты между отдельными элементами испытательной машины.

Примечания:

1 Три части испытательной машины влияют на податливость C_M. Степень влияния следующая: зажимы, датчик измерения нагрузки и наименьшая – рама испытательной машины.

2 При напряжениях, которые возникают при определении податливости испытательной машины, можно допустить, что модуль упругости при сжатии эталонного материала идентичен модулю упругости при растяжении.

Приложение Г
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам, использованным в настоящем стандарте в качестве нормативных ссылок

Полный перечень изменений нормативных ссылок приведен в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Структурный элемент (раздел, подраздел, пункт, подпункт, таблица, приложение)	Модификация
Раздел 2. «Нормативные ссылки»	Ссылка на ISO 291:1997 «Пластмассы. Стандартные атмосферы для кондиционирования и испытания» заменена ссылкой на ГОСТ 12423–2013 «Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)». Ссылки на ISO 293:1986 «Пластмассы. Образцы для испытаний из термопластичных материалов, изготовленные методом прямого прессования» и ISO 294-1:1996 «Пластмассы. Литье под давлением образцов для испытаний термопластичных материалов. Часть 1. Общие принципы и литье образцов для испытаний многоцелевого назначения и в виде брусков» заменены ссылкой на ГОСТ 12019–66 «Пластмассы. Изготовление образцов для испытания из термопластов. Общие требования». Ссылка на ISO 295:2004 «Пластмассы. Изготовление образцов из термореактивных материалов методом прямого прессования» заменена ссылкой на ГОСТ 12015–66 «Пластмассы. Изготовление образцов для испытания из реактопластов. Общие требования». Ссылка на ISO 2602:1980 «Статистическая интерпретация результатов испытаний. Оценка среднего значения. Доверительный интервал» заменена на ГОСТ 14359–69 «Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования». Ссылка на ISO 2818:1994 «Пластмассы. Приготовление образцов для испытаний с помощью механической обработки» заменена ссылкой на ГОСТ 26277–84 «Пластмассы. Общие требования к изготовлению образцов способом механической обработки». Ссылка на ISO 10724-1:1998 «Пластмассы. Литье под давлением испытательных образцов термореактивных порошкообразных формовочных материалов. Часть 1. Общие принципы и литье под давлением испытательных образцов многоцелевого назначения» заменена ссылкой на ГОСТ 12015—66 «Пластмассы. Изготовление образцов для испытания из реактопластов. Общие требования»

Приложение Д
(справочное)

Перечень технических отклонений

Полный перечень технических отклонений приведен в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Структурный элемент (раздел, подраздел, пункт, подпункт, таблица, приложение)	Модификация
Раздел 3. «Термины и определения»	Дополнить рисунком 1 «Типичные кривые напряжение/относительная деформация» из раздела 4 «Сущность метода»
Примечание – Внесенное техническое отклонение обеспечивает выполнение требований ГОСТ 1.5 (подраздел 4.6).	

Приложение Е
(справочное)

Сравнение структуры международного стандарта со структурой межгосударственного стандарта

Структура международного стандарта ISO 604:2002		Структура межгосударственного стандарта	
Приложения	А	Приложения	Б
	Б		А
	С		В
			Г
			Д
			Е
Библиография		Библиография	
Примечание – Сравнение структур стандартов приведено, начиная с приложения, так как предыдущие разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.			

Библиография

[1]	ИСО 472:1999 (ISO 472:1999)	Пластмассы. Словарь (Plastics — Vocabulary)
[2]	ИСО 3597-3:1993 (ISO 3597-3:1993)	Стеклопластики текстильные. Определение механических свойств стержней, изготовленных из смолы, армированной ровингами. Часть 3. Определение прочности на сжатие (Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 3: Determination of compressive strength)
[3]	ИСО 14126:1999 (ISO 14126:1999)	Армированные волокнами полимерные композиты. Определение свойств в условиях плоского сжатия (Fibre-reinforced plastic composites — Determination of compressive properties in the in-plane direction)
[4]	ИСО 7616:1986 (ISO 7616:1986)	Пористые пластики жесткие. Определение ползучести при сжатии в заданных условиях нагрузки и температуры (Cellular plastics, rigid — Determination of compressive creep under specific load and temperature conditions)
[5]	ИСО 7743:1989 (ISO 7743:1989)	Вулканизированная или термопластичная резина. Определение механических свойств при сжатии (Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of compression stress-strain properties)
[6]	ИСО 5893:2002 (ISO 5893:2002)	Оборудование для испытаний резины и пластмассы на растяжение, изгиб и сжатие (при постоянной скорости перемещения). Технические условия [Rubber and plastics test equipment — Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) — Specification]

УДК 685.5:620.173.251.2:006.354 МКС 83.080 MOD

Ключевые слова: пластмассы, метод испытания, испытание на сжатие, напряжение при сжатии, относительная деформация при сжатии, модуль упругости при сжатии, скорость испытания, образец для испытания на сжатие, кондиционирование образцов

Подписано в печать 01.12.2014. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 2,33. Тираж 74 экз. Зак. 4745.

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