ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56816— 2015

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Определение механических характеристик при сжатии материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций перпендикулярно к плоскости образца

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологии» (ФГУП «ВНИИ СМТ») совместно с Открытым акционерным обществом «НПО «Стеклопластик» при участии Объединения юридических лиц «Союз производителей композитов» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен ТК 497

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 27 ноября 2015 г. № 2074-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Ц365/Ц365М—11а «Стандартный метод испытаний определения предела прочности на сжатие параллельно плоскости «сэндвич»-конструкций» (ASTM C365/C365M—11a «Standard test method for flatwise compressive properties of sandwich cores»), при этом дополнительные слова и фразы, включенные в текст настоящего стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации, выделены курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта АСТМ для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5).

Разделы и подразделы, не включенные в основную часть настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДА.

Отдельные структурные элементы изменены в целях соблюдения норм русского языка и технического стиля изложения, а также в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5.

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ приведены в дополнительном приложении ДБ.

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного стандарта АСТМ приведено в дополнительном приложении ДВ

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 (www.gost.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 . . . 2
4 Сущность метода . . . 2
5 Аппаратура . . . 3
6 Подготовка к проведению испытаний . . . 4
7 Проведение испытаний . . . 6
8 Обработка результатов . . . 8
9 Протокол испытаний . . . 9
Приложение А1 (обязательное) Компенсация нелинейного участка в нижней части кривой . . . 10
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов . . . 11
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ . . . 12
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ . . . 13

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Определение механических характеристик при сжатии материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций перпендикулярно к плоскости образца

Polymer composites. Determination of flatwise compressive properties of sandwich cores

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения механических характеристик при сжатии материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций (предела прочности на сжатие и модуля упругости). Как правило, эти свойства определяют для направления, перпендикулярного к плоскости материалов внешнего слоя, между которыми в «сэндвич»-конструкции размещают материал внутреннего слоя. Настоящий стандарт распространяется на испытания сжатия в указанном направлении, однако он применим с возможными небольшими изменениями для определения свойств при сжатии в других направлениях. Метод применим для материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций с поверхностью непрерывного склеивания (например, пробковое дерево и пенопласты), а также с поверхностью прерывистого склеивания (например, сотовая структура).

Данный метод испытаний не распространяется на определение свойств при сжатии материала внутреннего слоя в условиях разрушения. В ГОСТ Р 56772 содержатся определения поглощения статической энергии сотовыми материалами внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.640—2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений силы

ГОСТ 14766—69 Машины и приборы для определения механических свойств материалов. Термины и определения

ГОСТ 18321—73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ 24888—81 Пластмассы, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термины и определения

ГОСТ 32794—2014 Композиты полимерные. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

ГОСТ Р 50779.11—2000 (ИСО 3534-2—93) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения

ГОСТ Р 56654—2015 Композиты полимерные. Метод определения плотности материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

ГОСТ Р 56760—2015 Композиты полимерные. Идентификация волокон, наполнителей и материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций из полимерных композитов в компьютерных базах данных

Издание официальное

ГОСТ Р 56762—2015 Композиты полимерные. Метод определения влагопоглощения и равновесного состояния

ГОСТ Р 56772—2015 Композиты полимерные. Метод определения поглощающих характеристик сотового материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций при воздействии статической энергии

ГОСТ Р 56806—2015 Композиты полимерные. Идентификация полимерных композитов в электронных базах данных

ГОСТ Р 56807—2015 Композиты полимерные. Внесение результатов испытаний механических свойств полимерных композитов в электронные базы данных. Общие 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 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 14766, ГОСТ 24888, ГОСТ 32794, ГОСТ Р ИСО 5725-1 и ГОСТ Р 50779.11.

Примечание — В случае расхождения в терминах ГОСТ 32794 имеет приоритет перед другими документами.

4 Сущность метода

4.1 Материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции нагружают одноосной сжимающей нагрузкой, перпендикулярной к материалам внешних слоев, между которыми в «сэндвич»-конструкции размещают материал внутреннего слоя. Нагрузку передают на материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции при помощи нагружающих плит.

4.2 Влияющие факторы

4.2.1 Подготовка материала и образца

Несовершенство методов изготовления образцов и повреждения, вызванные неправильной обработкой образца, являются известными причинами широкого разброса результатов испытаний композитов и «сэндвич»-конструкций в целом.

На результат испытаний влияют такие характеристики материала образца, как непостоянство плотности материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций и степень отверждения материалов внешнего и адгезионного слоев «сэндвич»-конструкций.

Среди важных аспектов подготовки образцов, влияющих на разброс результатов, присутствуют такие, как наличие неполного или неравномерного склеивания материалов внутреннего и внешних слоев «сэндвич»-конструкций, перекос элементов материалов внутреннего и внешних слоев «сэндвич»-конструкций, наличие стыков, полостей и других разрывов структуры материалов внутреннего и внешних слоев «сэндвич»-конструкций, неоднородная толщина материала внешних слоев «сэндвич»-конструкций, выпуклость и шероховатость поверхности.

4.2.2 Центровка системы

Возникновение непредусмотренных отклонений от плоскости сжатия при нагружении приведет к преждевременному разрушению. Приложение неравномерной нагрузки может являться следствием неравномерной толщины образца, неправильного размещения образца в машине для испытания или неправильной центровки системы или образца.

4.2.3 Геометрические параметры

На предел прочности на сжатие «сэндвич»-конструкций перпендикулярно к плоскости влияют такие факторы, как геометрические параметры сот, толщина материала внутреннего слоя и форма образца (круглый или квадратный). На измерение предела прочности на сжатие перпендикулярно к

слоям и модуля упругости при сжатии особенно влияют различия толщины по площади поперечного сечения образца, способные вызвать местный эксцентриситет нагрузки, а также образовать на кривой нагрузка — перемещение нижний нелинейный участок, связанный с расположением образца.

4.2.4 Окружающая среда

На результаты влияют условия окружающей среды, при которых кондиционируют образец, а также условия проведения испытаний. Образцы, испытанные при разных условиях, могут демонстрировать значительные расхождения как в изменении предела прочности, так и по типу разрушения.

5 Аппаратура

5.1 Микрометры и штангенциркули

Используют микрометр(ы) или штангенциркули, подходящие для измерения размеров в рассматриваемом диапазоне, обеспечивающие погрешность измерения не более 1 % длины, ширины и толщины образца. Для образцов обычной формы при измерениях толщины рекомендуется измерительный прибор с погрешностью измерения не более 12 мкм, а для измерения длины и ширины (или диаметра) — не более 250 мкм.

5.2 Нагружающие плиты

Нагрузку передают на образец при помощи закрепленной плоской плиты и плиты со сферическим (самонастраивающимся) гнездом. Нагружающие плиты настраивают и не допускают внецентричного приложения силы. Установка показана на рисунках 1 и 2. Поверхность нагружающих плит должна выступать за края образца. При недостаточной прочности поверхности или просто для защиты поверхностей нагружающих плит между концами образца и соответствующей плитой кладут закаленную пластину (с параллельными поверхностями).

5.3 Машина для испытания

5.3.1 Испытания проводят на разрывных и универсальных машинах для испытания, обеспечивающих растяжение образца с заданной постоянной скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % измеряемой величины, а также возможность регулирования скорости нагружения образца.

5.3.2 Пример машины для испытания для определения механических характеристик при сжатии материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 — Машина для испытания для определения механических характеристик при сжатии

5.3.3 Машина для испытания должна быть поверена в соответствии с ГОСТ 8.640.

5.4 Устройство индикации смещения

Устройство индикации смещения должно быть способно отслеживать и записывать смещение с точностью до 1 %. Если податливость установки существенна, измеряют смещение при помощи линейного дифференциального датчика, компрессометра или аналогичного устройства с точностью по перемещению ±1 %.

5.5 Примерный вид машины для испытания с устройством индикации смещения показан на рисунке 2. В приведенном примере было просверлено маленькое отверстие в центре в материале внутреннего слоя и в нижней нагружающей плите, через это отверстие был вставлен стержень датчика так, чтобы он касался верхней нагружающей плиты.

Примечание — Тензометры, жестко связанные с поверхностью исследуемого объекта, обычно считают непригодными для измерения деформации в данном случае из-за их жесткости. Армирующий эффект жесткой связи датчиков с некоторыми видами внутреннего слоя может привести к большим погрешностям в измерениях деформации.



Рисунок 2 — Машина для испытания для определения механических характеристик при сжатии и устройство индикации смещения

5.6 Камера кондиционирования

Камера кондиционирования с возможностью регулировки уровня температуры/влажности, позволяющая поддерживать необходимую температуру с точностью ±3 °С и необходимый уровень относительной влажности с точностью ±3 %. Условия в камере контролируют либо на постоянной основе автоматически, либо вручную через регулярные промежутки времени (рекомендуется проводить проверку как минимум один раз в день).

5.7 Климатическая камера

Климатическая камера для создания условий испытания, которые отличаются от условий испытательной лаборатории. Климатическая камера должна быть в состоянии в ходе проведения испытания поддерживать необходимые условия испытания образца.

5.8 *Все применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.*

6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Отбор образцов для испытаний

6.1.1 Проводят испытания не менее пяти образцов для каждого набора испытательных условий, если только нельзя получить корректные результаты на меньшем количестве образцов, как в случае наличия плана эксперимента.

Фиксируют в протоколе метод отбора образцов.

Примечание — С точки зрения статистической значимости данных рекомендуют использовать методы по ГОСТ 18321.

6.2 Геометрические параметры

6.2.1 Образец для испытаний должен иметь квадратное или круглое поперечное сечение, не превышающее 10000 мм², и иметь толщину, равную толщине материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции. Минимальную площадь поперечного сечения образца для различных типов материалов внутреннего слоя определяют в соответствии с 6.2.2—6.2.3.

Примечание — Площадь поперечного сечения образца определяют в лицевой плоскости относительно направления, в котором материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции будет размещаться внутри «сэндвич»-конструкции. Например, для сотовых материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций площадь поперечного сечения определяют в плоскости сот, перпендикулярной к ориентации стенок сот.

6.2.2 Для поверхностей непрерывного склеивания (например, пробковое дерево и пенопласты) минимальная площадь лицевой поверхности образца должна быть 625 мм².

6.2.3 Для поверхностей прерывистого склеивания (например, сотовая структура) необходимая площадь лицевой поверхности образца зависит от размера сот для обеспечения испытаний минимального количества сот. Рекомендованные минимальные площади лицевой поверхности приведены в таблице 1, где указаны наиболее распространенные размеры сот. Эти размеры обеспечивают приблизительно не менее чем 60 сот в образцах. Наибольшее значение площади лицевой поверхности, указанное в таблице 1, — 5625 мм² — является практическим максимумом для данного метода испытаний. Для материала внутреннего слоя с размерами сот, превышающими 9 мм, может потребоваться меньшее количество сот для испытаний.

Таблица 1 — Рекомендованная минимальная площадь поперечного сечения образца

Минимальный размер сот, мм	Максимальный размер сот, мм	Минимальная площадь поперечного сечения, мм²
—	3,0	625
3,0	6,0	2500
6,0	9,0	5625

6.3 Подготовка и механическая обработка образца

Вырезают образцы так, чтобы нагружаемые поверхности были параллельны друг другу и перпендикулярны к боковым сторонам образца. Принимают меры предосторожности при отрезании образцов от больших листов материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций во избежание образования надрезов, недорезов и шероховатых или неровных поверхностей из-за ненадлежащих способов механической обработки. Окончательных размеров достигают при помощи высокоточного пиления, фрезерования или шлифования, проводимых с охлаждением водяной струей. Установлено, что использование алмазного инструмента чрезвычайно эффективно для многих материальных систем. Фиксируют и вносят в протокол испытаний способ вырезания образца.

Для предотвращения местного разрушения в некоторых сотовых материалах внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций во многих случаях упрочняют поверхность образца. В этом случае поверхность образца погружают в тонкий слой смолистого материала или приклеивают к образцу тонкий лист. При применении любого из упомянутых способов упрочнения его заносят в протокол испытания, а также отмечают способ, конфигурацию и процесс упрочнения. Если поверхности сотового материала внутреннего слоя, соприкасающиеся с материалами внешних слоев, не подвергаются стабилизации, в протоколе испытания упоминают его как чистое испытание на сжатие. В аэрокосмической отрасли определяют модуль упругости при сжатии только на упрочненных образцах.

Примечание — Испытания материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций со стандартными производственными допусками по толщине от ±0,08 до ±0,13 мм могут показать отклонения в значениях модуля упругости при сжатии перпендикулярно к плоскости внутреннего слоя, поскольку эти допуски слишком велики и не позволяют избежать влияния положения образца в пределах заданного диапазона перемещения. Это явление часто характеризуются наличием нелинейного участка в нижней части кривой нагрузка—перемещение (см. приложение А1). Для сведения к минимуму нижнего нелинейного участка и достижения линейно-упругого поведения на

заданном диапазоне перемещения рекомендуется изготовлять образец с допуском по толщине в площади лицевой поверхности ±0,05 % номинальной толщины материала внутреннего слоя (например, ±0,013 мм при толщине сердцевины, равной 2,54 см).

6.4 Маркировка

Маркируют образцы таким образом, чтобы их можно было отличать друг от друга и прослеживать их происхождение от оригинального листа, и так, чтобы маркировка не повреждалась и не изменялась в ходе испытаний.

6.5 Кондиционирование

6.5.1 Перед испытаниями рекомендуется привести образец в состояние эффективной равновесной влажности при соответствующей относительной влажности в соответствии с ГОСТ Р 56762; однако если условия кондиционирования не заданы, то кондиционирование не требуется, и образец подвергают испытаниям в том состоянии, в котором он был подготовлен.

6.5.2 Процесс кондиционирования с указанием условий и полученное в результате содержание влаги указывают в протоколе.

Примечание — Термин «влага», используемый в ГОСТ Р 56762, охватывает не только пары жидкости и конденсат, но и саму жидкость в больших объемах, например при погружении.

6.5.3 Если кондиционирование не проводят, в протоколе испытаний в качестве способа подготовки образца указывают «без специальных условий», а вместо содержания влаги — «неизвестно».

7 Проведение испытаний

7.1 Параметры, которые необходимо указывать до проведения испытаний:

- метод отбора образца, геометрические параметры образца, а также порядок кондиционирования (при необходимости);
- информация об образце и желаемая форма отчетности;
- внешние условия при подготовке образца перед испытаниями.

Примечание — Требования к внесению данных в протокол устанавливают до начала проведения испытания, чтобы правильно выбрать средства измерения и регистрации данных. Выполняют расчет прочности образца, что поможет в выборе преобразователей, калибровке оборудования и определении настроек оборудования.

7.2 Общие указания

7.2.1 При условии необходимости отражения в протоколе плотности внутреннего слоя берут образцы из того же листа, который подвергается испытаниям. Плотность материала внутреннего слоя определяют по ГОСТ Р 56654.

7.2.2 После окончательной механической обработки образца, но перед кондиционированием и испытанием, измеряют длину и ширину образца (или диаметр) и толщину. Погрешность этих измерений не должна превышать 1,0 % размера. Измеряют длину и ширину (или диаметр) образца с погрешностью не более 250 мкм. Измеряют толщину образца с погрешностью не более 13 мкм. Заносят в протокол значения с точностью до трех значащих цифр в миллиметрах.

7.2.3 При необходимости кондиционируют образец. Если условия испытания отличны от условий кондиционирования, до проведения испытания хранят образцы при условиях кондиционирования.

7.2.4 После окончательного кондиционирования образцов, но перед проведением испытаний, проводят повторное измерение длины и ширины (или диаметра) образца и его толщины согласно 7.2.3.

7.3 Скорость при испытании

Задают скорость при испытании так, чтобы разрушение произошло в течение 3—6 мин. При невозможности предварительно рассчитать значение предела прочности материала надлежащим образом проводят предварительные испытания при стандартных скоростях до получения значений предела прочности материала и определения податливости системы, после чего вводят поправки скорости при испытании. Рекомендуемая стандартная скорость перемещения активного захвата — 0,50 мм/мин.

7.4 Условия проведения испытаний

По возможности проводят испытания образцов с тем же уровнем воздействия жидкости, который использовался при кондиционировании. Однако проведение испытаний при повышенной температуре влажного образца создает нереальные требования к возможностям оборудования, климатическим камерам и машинам для испытания. В таких случаях для проведения механических испытаний может понадобиться изменение условий проведения испытаний, например проведение испытаний при повы-

шенной температуре без контроля над воздействием жидкости, но с установленным пределом времени до разрушения после удаления из камеры для кондиционирования. Регистрируют любые изменения в окружающей среде для испытаний.

Примечание — При испытании кондиционированного образца при повышенной температуре без контроля над воздействием жидкости потерю жидкости образцом в процентах до завершения испытания рассчитывают, поместив кондиционированный дублер образца с известной массой в климатическую камеру одновременно с образцом для испытания. Форма дублера образца должна быть схожей с формой испытуемого образца, чтобы испарение влаги было сравнимо с образцом. По завершении испытания дублер образца вынимают из камеры, взвешивают, вычисляют изменение массы в процентах и заносят данные в протокол.

7.5 Установка образца

Рисуют прямоугольник или круг (в зависимости от формы поперечного сечения образца) на нижней нагружающей плите, чтобы правильно отцентрировать образец между нагружающими плитами. Помещают образец на нижнюю нагружающую плиту и прикрепляют соответствующим образом линейный дифференциальный датчик или компрессометр.

Примечание — Тщательно выравнивают образцы между нагружающими плитами для обеспечения максимальной равномерности распределения прилагаемой нагрузки по всей поверхности нагружения. Это способствует обеспечению равномерности нагружения по краям образца. Неравномерное нагружение зачастую приводит к разрушению на одном углу или на одном торце образца.

7.6 Предварительное нагружение

Перемещают привод или захват так, чтобы нагружающая плита касалась линейного дифференциального датчика или компрессометра и образца, и прикладывают стандартную предварительную нагрузку 45 Н. Устанавливают на нуль и регулируют линейный дифференциальный датчик или компрессометр.

7.7 Нагружение

Прикладывают сжимающую нагрузку к образцу с заданной скоростью и проводят регистрацию данных. Нагружают образец до разрушения или пока прогиб, измеренный линейным дифференциальным датчиком или компрессометром, не достигнет 2 % первоначальной толщины материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.

7.8 Запись данных

Проводят регистрацию данных зависимости прилагаемой нагрузки от перемещения активного захвата и прилагаемой нагрузки от прогиба, измеренных линейным дифференциальным датчиком или компрессометром в непрерывном режиме или многократно с постоянными интервалами; для данного метода испытаний рекомендованная частота измерений значений составляет 2 или 3 снятия показаний в секунду, минимально 100 показаний за испытание. При появлении изменений в податливости или раннего разрушения вносят в протокол значение нагрузки, перемещения и характер повреждения, при которых отмечались эти явления. Отмечают в протоколе максимальную нагрузку, нагрузку при разрушении, перемещение активного захвата и прогиб, измеренный линейным дифференциальным датчиком или компрессометром, в момент разрушения или как можно ближе к нему. Кроме того, регистрируют в протоколе перемещение активного захвата при 2 %-ном прогибе, если прогиб такого уровня наблюдался до разрушения.

7.9 Типы разрушения

Единственно допустимым типом разрушения материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции является разрушение по всей плоскости сжатия. Разрушение при сжатии в одном углу или у одной кромки образца считают неприемлемым.

7.10 Проверка

7.10.1 Результаты, полученные на образцах, разрушение которых произошло на месте дефекта, не выявленного при осмотре, не принимают в расчет, если такие дефекты не являются предметом исследований. При наличии дефектов проводят повторные испытания.

7.10.2 При наблюдении значительного количества разрушений в выборке, наблюдаемых в одном углу или у одной кромки, проводят проверку средств, создающих нагрузку в образцах. Рассматривают такие факторы, как настройка нагружающих плит, характеристики поверхности образцов и неравномерность механической обработки поверхности и кромок образцов.

8 Обработка результатов

8.1 Предел прочности

Предел прочности при сжатии перпендикулярно к плоскости образцов F_z^{fcu}, Н/мм^2, вычисляют по формуле

$$F_z^{fcu} = P_{max}/A, \quad (1)$$

где P_{max} — максимальная нагрузка, выше которой происходит разрушение, Н;

A — площадь поперечного сечения, мм^2.

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

8.2 Напряжение сжатия при 2 %-ном прогибе

Если 2 %-ный прогиб отмечают до прекращения испытания, напряжение сжатия перпендикулярно к плоскости образцов при 2 %-ном прогибе $\sigma_z^{fc0,02}$, вычисляют по формуле

$$\sigma_z^{fc0,02} = P_{0,02}/A, \quad (2)$$

где $P_{0,02}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,02}$, Н;

$\delta_{0,02}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δt является ближайшим значением к 0,02;

где t — измеренная до нагружения толщина образца материала внутреннего слоя, мм.

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

8.3 Модуль упругости при сжатии

Модуль упругости при сжатии перпендикулярно к слоям, определяемый хордой E_z^{fc}, МПа, вычисляют по формуле

$$E_z^{fc} = ((P_{0,003} - P_{0,001})t)/((\delta_{0,003} - \delta_{0,001})A), \quad (3)$$

где $P_{0,003}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,003}$, Н;

$P_{0,001}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,001}$, Н;

$\delta_{0,003}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δt приблизительно равно 0,003;

$\delta_{0,001}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δt приблизительно равно 0,001.

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

Отобранные значения прогиба представляют собой нижнюю часть кривой напряжение — деформация внутреннего слоя. Для образцов, у которых δt менее 0,006, рекомендуется диапазон прогиба от 25 % до 50 % максимального. Однако для некоторых других материалов может оказаться более приемлемым иной диапазон. Другие величины модуля упругости, определяемого хордой, определяют и заносят и в протокол по желанию пользователя. Если такие данные получают и заносят в протокол, отмечают также в протоколе использованные значения, диапазон прогиба и результаты до трех значащих цифр.

Примечание — Для учета влияния положения образца в связи с его разной толщиной делают поправки в соответствии с приложением А1, когда есть данные о том что, нижний нелинейный участок кривой не связан с размещением образца или иным свойством, привнесенным процедурой исследования, но скорее является собственно поведением материала.

8.4 Статистика

Для каждой серии испытаний среднеарифметическое значение $\overline{x}$, мПа, стандартное отклонение S_{n-1}, м а, и коэффициент вариации CV, %, для предела прочности на сжатие перпендикулярно к слоям и модуля упругости вычисляют по формулам:

$$\overline{x} = \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)/n; \quad (4)$$

$$S_{n-1} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\overline{x}^2\right)/(n-1)}; \quad (5)$$

$$CV = 100 S_{n-1}/\overline{x}, \quad (6)$$

где n — количество образцов;

x — измеренное или выведенное свойство.

9 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

- ссылку на настоящий стандарт;
- фамилии, имена и отчества участников испытаний;
- любые отступления от описанного метода испытаний, отклонения от нормы и проблемы с оборудованием, замеченные или возникшие в ходе испытаний;
- идентификационные данные по каждому материалу, входящему в состав испытуемого материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции (включая упрочняющий материал, в случае его применения), в том числе: спецификацию материала, тип материала, обозначение, присвоенное изготовителем материала, номер партии материала, присвоенный изготовителем, источник поступления (если не напрямую от производителя), дату сертификации и срок действия сертификата;
- описание этапов изготовления материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, в том числе: дату начала производства, дату окончания производства, характеристику процесса и описание используемого оборудования;
- метод испытаний плотности материала внутреннего слоя, метод отбора проб и геометрические параметры образца, характеристики режима испытаний и результаты испытаний (при необходимости);
- используемый метод подготовки испытуемого образца, включая схему и способ маркировки образца, геометрические параметры образца, метод отбора проб и метод резания образца;
- для образцов с сотовым материалом внутреннего слоя — метод упрочнения образца (если оно проводилось), включая материалы, этап обработки, геометрические параметры образца после стабилизации и т. д.;
- результаты любых неразрушающих испытаний;
- даты и методы калибровки всего оборудования, используемого при испытаниях;
- данные по нагружающим плитам и установке, включая размеры и использованный материал (материалы);
- тип машины для испытания материалов, результаты центровки системы, частоту измерений значений и тип оборудования;
- тип, диапазон измерений и чувствительность линейного дифференциального датчика или компрессометра, или иных средств измерения, использованных для измерения прогиба образца на нагружающей плите;
- результаты измерения длины, ширины (или диаметра) и толщины для каждого образца (до и после кондиционирования, если оно проводилось);
- массу образца;
- параметры и результаты кондиционирования;
- относительную влажность и температуру воздуха в испытательной лаборатории;
- условия климатической камеры (если она применялась) и время пропитки в условиях окружающей среды;
- количество испытанных образцов;
- скорость при испытаниях;
- индивидуальные и средние значения предела прочности на сжатие в направлении, перпендикулярном к слоям, стандартное отклонение и коэффициент вариации (в процентах) для всей совокупности, из которой берется выборка;
- индивидуальные и средние значения модуля упругости при сжатии в направлении, перпендикулярном к слоям, стандартное отклонение и коэффициент вариации (в процентах) для всей совокупности, из которой берется выборка;
- данные зависимости нагрузки от перемещения активного захвата по каждому образцу, на котором проводились такие измерения;
- данные зависимости прогиба, зарегистрированного линейным дифференциальным датчиком или компрессометром от нагрузки по каждому образцу, на котором проводились такие измерения;
- тип разрушения, место разрушения и процент области разрушения от всего материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции по каждому образцу.

Примечания

1 За внесение в протокол пунктов, неподконтрольных испытательной лаборатории, которые, например, относятся к сведениям о материалах или параметрам изготовления «сэндвич»-конструкций, отвечает заказчик.

2 В ГОСТ Р 56806, ГОСТ Р 56807 и ГОСТ Р 56760 содержатся рекомендации по занесению данных в протокол по композитным материалам и механическим испытаниям композитных материалов.

Приложение А1
(обязательное)

Компенсация нелинейного участка в нижней части кривой

А1.1 На типичной кривой зависимости нагрузки от перемещения (см. рисунок А1.1) имеется нелинейный участок в нижней части кривой АС, который не отображает свойство материала. Это — свойство, привнесенное процедурой исследования, связанное с небрежностью, центровкой или положением образца. Для получения правильных значений модуля упругости при сжатии надо компенсировать эту погрешность для получения откорректированной нулевой точки на оси перемещения.

А1.2 Для материалов внутреннего слоя, демонстрирующих гуковский (линейный) участок кривой (см. рисунок А1), можно продолжить линейный участок (CD) через ось перемещения. Точка пересечения (В) является скорректированной точкой нулевого перемещения (δ = 0,000), от которой следует измерять все значения перемещения.

А1.3 При измерениях модуля упругости материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций желательно, чтобы нелинейный участок в нижней части кривой был в диапазоне менее $\delta_{0.001}$.



Рисунок А1.1 — График с линейным участком

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов

ДА.1.4

В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил по технике безопасности и охране здоровья, а также определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием.

ДА.2 **5 Значение и применение**

5.1 Предел прочности на сжатие и модуль упругости при сжатии являются основными механическими свойствами материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, которые используют при разработке многослойных панелей. Получают данные по деформации, по кривой полной нагрузки/деформации вычисляют напряжение сжатия при любой прилагаемой силе (например, напряжение сжатия при нагрузке предела пропорциональности или предел прочности на сжатие при максимальной нагрузке) и рассчитывают эффективный модуль упругости внутреннего слоя.

5.2 Настоящий метод испытаний предоставляет стандартный метод получения значений предела прочности на сжатие перпендикулярно к слоям и модуль упругости для расчетов на прочность материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций, подготовки технических требований к материалам, проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и обеспечения качества.

5.3 Для предотвращения местного разрушения некоторых ячеистых материалов внутреннего слоя во многих случаях стабилизируют поверхности внешних слоев подходящим материалом типа тонкого слоя смолы или тонкой облицовкой. Данные по напряжению сжатия перпендикулярно к слоям получают при помощи стабилизированных образцов (называемых стабилизированным пределом прочности на сжатие) или нестабилизированных образцов (называемых чистым пределом прочности на сжатие). В аэрокосмической отрасли принято определять модуль упругости при сжатии только на стабилизированных образцах.

5.4 В число факторов, влияющих на предел прочности на сжатие перпендикулярно к слоям, включаемых в отчеты, входят: материал внутреннего слоя, способ изготовления материала, геометрическая форма материала внутреннего слоя (размер ячейки), плотность материала внутреннего слоя, геометрическая форма образца, изготовление образцов, приготовление образца, условия окружающей среды, в которой проводят испытания, ориентация образца, методика приложения нагрузки и скорость испытания.

ДА.3 **7.3 Машина для испытания**

7.3.1 Машина для испытания должна быть поверена в соответствии с ACTM E4.

7.3.2 Машина для испытания должна иметь стационарную головку и подвижную головку.

7.3.3 Приводной механизм машины для испытания материалов должен сообщать подвижной головке заданную скорость относительно неподвижной головки. Скорость подвижной головки регулируют в соответствии с 7.3.

7.3.4 Датчик нагрузки машины для испытания материалов должен показывать общую нагрузку, сообщаемую испытуемому образцу. Датчик нагрузки не должен быть подвержен инерции при испытаниях на скоростях, требуемых техническими условиями, и он должен показывать нагрузку с точностью до 1 % от выдаваемого показания по нужному диапазону(ам).

ДА.4 **15 Точность и систематическая погрешность**

15.1 Точность

Данные, необходимые для формулирования определения точности, отсутствуют для данного метода испытаний.

15.2 Систематическая погрешность

Определить систематическую погрешность для данного метода испытаний не представляется возможным по причине отсутствия эталонных данных.

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного стандарта АСТМ
ГОСТ 8.640—2014	NEQ	АСТМ Е4—14 «Практические указания к проверке усилия испытательных аппаратов»
ГОСТ 14766—69	NEQ	АСТМ Е6—09 Методика испытаний механических свойств. Термины
ГОСТ 18321—73	NEQ	АСТМ Е122—09 «Практические указания к определению размеров образцов для расчетов, с указанной точностью, со средним значением для характеристики партии или процесса»
ГОСТ 24888—81	NEQ	АСТМ D883—12 «Пластмассы. Термины»
ГОСТ 32794—2014	NEQ	АСТМ D3878—15 «Композитные материалы. Термины», АСТМ С274—07 «Слоистые многослойные конструкции типа «сэндвич». Термины»
ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002	NEQ	АСТМ Е177—14 «Практика использования терминов «прецизионность» и «систематическая погрешность» в методах испытаний ASTM»
ГОСТ Р 50779.11—2000	NEQ	АСТМ Е456—06 «Терминология, относящаяся к качеству и статистике»
ГОСТ Р 56654—2015	MOD	АСТМ С271/С271М—11 Метод испытания для определения плотности материалов сердцевины многослойных композитов
ГОСТ Р 56762—2015	MOD	АСТМ D5229—13 «Метод испытания свойств влагопоглощения и приведение в сбалансированное состояние для композитных материалов с полимерной матрицей»
ГОСТ Р 56772—2015	MOD	АСТМ D7336/D7336M—12 Метод испытания поглощения статической энергии ячеистых материалов сердечника многослойного композиционного материала
ГОСТ Р 56760—2015	MOD	АСТМ Е1471—2013 «Руководство по определению материалов волокон, заполнителей и средних слоев по компьютерным базам данных свойств материалов»
ГОСТ Р 56806—2015	MOD	АСТМ Е1309—00 Руководство по идентификации композиционных материалов с полимерной матрицей, армированных волокном, в базах данных
ГОСТ Р 56807—2015	MOD	АСТМ Е1434—13 «Руководство по регистрации данных механических испытаний композиционных материалов, армированных волокном, в базах данных»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта	Структура стандарта АСТМ Ц365/Ц365М—11а
1 Область применения (1)	1 Область применения
2 Нормативные ссылки (2)	2 Ссылочные документы
3 Термины и определения (3)	3 Терминология
4 Сущность метода (4,6)	4 Сводная информация по методу испытаний
5 Аппаратура (7,9)	5 Значение и применение*
6 Подготовка к проведению испытаний (8,10)	6 Мешающие факторы
7 Проведение испытаний (11)	7 Аппаратура
8 Обработка результатов (12)	8 Отбор проб и образцы для испытаний
9 Протокол испытаний (13)	9 Калибровка
Приложение А1 Компенсация нелинейного участка в нижней части кривой	10 Поддержание температурно-влажностного режима (кондиционирование)
Приложение ДА Оригинальный текст невключенных структурных элементов	11 Процедура
Приложение ДБ Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ	12 Обработка результатов
Приложение ДВ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного стандарта	13 Протокол
	14 Точность и систематическая погрешность**
	15 Ключевые слова***
	Приложение А

* Данный раздел исключен, т. к. носит поясняющий характер.
** Данный раздел исключен, т. к. носит справочный характер.
*** Данный раздел исключен, ключевые слова приведены в библиографических данных.

Примечание — После заголовков разделов настоящего стандарта в скобках приведены номера аналогичных им разделов (подразделов) стандарта АСТМ.

УДК 678.5:006.354 ОКС 83.080

Ключевые слова: полимерные композиты, модуль упругости при сжатии, предел прочности на сжатие, материал внутреннего слоя, сжатие перпендикулярно к слоям

Редактор *А.Л. Волкова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 24.05.2016. Подписано в печать 31.05.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,86. Тираж 30 экз. Зак. 1410.
Подготовлено на основе электронной версии, представленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

gost.e-ecolog.ru