МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33377— 2015

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод испытания на растяжение образцов с заполненным отверстием

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

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 РАЗРАБОТАН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» совместно с Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ФГУП «ВИАМ»)

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

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 июля 2015 г. № 78-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
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 октября 2015 г. № 1493-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33377—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2017 г.

5 Настоящий стандарт соответствует стандарту ASTM D6742/D6742M—12 Standard Practice for Filled-Hole Tension and Compression Testing of Polymer Matrix Composite Laminates (Стандартные практические указания по испытаниям на растяжение и сжатие образцов с заполненным отверстием многослойных композитных материалов с полимерной матрицей).

Степень соответствия — неэквивалентная (NEQ)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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, 2016

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и обозначения 1
4 Сущность метода 2
5 Оборудование для испытаний 2
6 Образцы 3
7 Подготовка к испытанию 4
8 Проведение испытаний 4
9 Обработка результатов 5
Приложение А (рекомендуемое) Форма акта входного контроля образцов 8

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

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод испытания на растяжение образцов с заполненным отверстием

Polymer composites. Test method for filled-hole tension testing of specimens

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на полимерные композиты (ПК) с квазиизотропной укладкой армирующего наполнителя и устанавливает метод испытания на растяжение образцов с заполненным отверстием.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

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

ГОСТ 6507—90 Микрометры. Технические условия

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

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, определения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **выступ поверхности заполнителя (при наличии конической фаски):** Глубина или выступ заполнителя над поверхностью образца (положительное значение обозначает выступ над поверхностью образца, отрицательное — углубление заполнителя в образце).

3.1.2 **глубина конической фаски:** Необходимая глубина конической фаски отверстия, чтобы выступ поверхности заполнителя был равен нулю (заподлицо), равная высоте конической головки заполнителя.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

A, мм^2 — площадь (брутто) поперечного сечения образца;

D, мм — диаметр отверстия;

Издание официальное

d, мм — диаметр заполнителя;
d_{csk}, мм — глубина конической фаски;
d_{fl}, мм — выступ поверхности заполнителя;
f, мм — расстояние от края отверстия до ближайшей стороны образца;
h, мм — толщина образца;
n, шт. — количество образцов;
N, шт. — количество слоев в укладке;
$w_Б$, мм — ширина образца без учета отверстия;
$w_Н$, мм — ширина образца с учетом отверстия;
w, мм — ширина образца, равная $w_Б$;
m_s, шт. — количество пакетов препрега в конечном ПК;
$\sigma_Б$, МПа — прочность (брутто) образца с открытым отверстием при растяжении;
$\sigma_Н$, МПа — прочность (нетто) образца с открытым отверстием при растяжении;
P_{max}, кН — максимальное усилие, прикладываемое к образцу при испытании;
CV, МПа — коэффициент вариации значения свойства материала для n образцов;
S_{n-1}, МПа — стандартное отклонение значений свойств материала для n образцов;
x_i, МПа — значение свойства материала для i-го образца;
$\overline{x}$, МПа — среднеарифметическое значение характеристики для n образцов;
σ, МПа — действующее напряжение (брутто);
L, мм — длина образца.

4 Сущность метода

4.1 Сущность метода заключается в кратковременном испытании образца из ПК с центральным заполненным отверстием на растяжение с постоянной скоростью деформации, при которой определяют предел прочности образца с учетом площади отверстия (нетто) и без учета площади отверстия (брутто).

4.2 Отношение ширины образца без учета отверстия к диаметру отверстия должно быть равно 6 при отношении диаметра отверстия к толщине образца от 1,5 до 3,0. Отношение глубины конической фаски к толщине образца не должно превышать 0,7, изучение влияния этого отношения не является целью настоящего метода.

5 Оборудование для испытаний

5.1 Испытательная машина, обеспечивающая растяжение образца с заданной постоянной скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.2 Захваты испытательной машины должны обеспечивать крепление образца таким образом, чтобы продольная ось образца совпадала с направлением действия растягивающей нагрузки. Захваты должны обеспечивать достаточное сжатие захватной части образца, чтобы образцы не проскальзывали в захватах. Рекомендуется использовать шарнирно закрепленные (самовыравнивающиеся) захваты для предотвращения изгиба во время растяжения. Для надежного крепления образца при испытании высокомодульных, высокопрочных ПК рекомендуется применять захваты с насечкой на рабочих поверхностях под углом ±45° с шагом 1 мм. Более грубая насечка может вызвать разрушение образца в захвате.

5.3 Проверку соосности силовой цепочки проводят любым доступным методом (например, с использованием специальных образцов с наклеенными тензорезисторами или двустороннего экстензометра). Силовую цепочку считают соосной, если величины изгиба для каждой из взаимно перпендикулярных граней образца, совпадающих с направлением приложения нагрузки, не превышают 5 % при величине деформации более 0,1 %.

5.4 В качестве датчиков деформации используют механические, оптические экстензометры или другие приборы, обеспечивающие измерение деформации с максимальной относительной погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.5 При проведении испытаний, отличных от стандартной лабораторной атмосферы [температура — (23 ± 2) °С и относительная влажность — (50 ± 10) %], или невозможности кондиционирования материалов в лабораторных условиях необходимо использовать термокриокамеру, обеспечивающую поддержание заданной температуры в пределах ±2 °С и заданного уровня относительной влажности в пределах ±3 %.

Допускается проведение испытаний без использования термокриокамеры при температуре (23 ± 5) °С и относительной влажности не более 70 %, если нет прямых указаний в нормативном документе или технической документации на материал образца.

5.6 Средства измерения геометрических размеров образца и отверстия должны обеспечивать измерение с погрешностью не более ±1 % от измеряемой величины.

Для измерения толщины образца рекомендуется использовать микрометр с погрешностью не более ±0,005 мм по ГОСТ 6507, для измерения длины, ширины образца и диаметра отверстия — штангенциркуль с погрешностью не более ±0,025 мм по ГОСТ 166. Микрометр должен иметь сферические головки диаметром от 4 до 5 мм. Диаметр отверстия и заполнителя измеряют с погрешностью не более ±0,008 мм.

5.7 Диаметр заполнителя должен быть максимально близок к 6 мм, если не исследуют влияние диаметра заполнителя. Результат испытания может значительно зависеть от величины зазора между заполнителем и отверстием, поэтому необходимо тщательно измерять и записывать значения диаметров заполнителя и отверстия. Допускается зазор не более 75 мкм. Если используют шайбы, то их количество, размеры и тип должны быть отражены в протоколе испытаний. При использовании в качестве заполнителя болтов для их затяжки используют ключ с индикатором момента с погрешностью не более ±10 % от величины момента затяжки.

6 Образцы

6.1 Для испытаний используют образцы из ПК в виде пластины с заполненным отверстием (рисунок 1) шириной (36 ± 1) мм, длиной от 200 до 300 мм и толщиной от 2 до 4 мм. Рекомендуемая толщина — 2,5 мм. Отверстие диаметром (6,00 ± 0,06) мм должно находиться по центру образца. Допустимое отклонение центра отверстия от центра образца — 0,15 мм по длине и 0,05 мм по ширине. Отношение глубины конической фаски к толщине образца должно быть в диапазоне от 0 до 0,7.

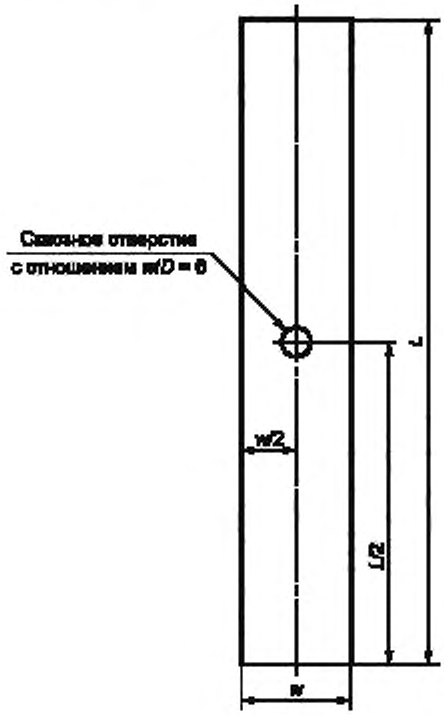

Рисунок 1 — Образец ПК с открытым отверстием для испытаний на растяжение

6.2 Образец должен иметь симметричную относительно центральной плоскости, разно направленную (минимум два направления) укладку со схемой армирования:$[45/-45/0/90]_{ms}$ или $[45/0]_{ms}$. В каждом направлении должно лежать не менее 5 % волокон. При использовании образца с отличной схемой укладки данные об этом заносят в протокол испытаний.

6.3 Для испытаний используют образцы с накладками на захватной части или без них.

6.4 В рабочей зоне образцы должны иметь гладкую наружную поверхность без вздутий, сколов, трещин, расслоений, вмятин, натеков связующего и других дефектов, заметных невооруженным глазом.

6.5 Условия изготовления образцов, механическая обработка, место и направление их вырезки из плит должны соответствовать требованиям, установленным в нормативном документе или технической документации на материал.

6.6 Особую осторожность следует соблюдать при изготовлении отверстия и конической фаски, поскольку полученные повреждения влияют на результат испытания в большей степени, чем дефекты, расположенные далеко от отверстия. При сверлении отверстия рекомендуется сначала делать отверстие меньшего диаметра, а затем доводить его до необходимого размера. Необходимо избегать расслаивания и других повреждений на кромках отверстия и вокруг него. Для контроля образцов после сверления отверстия рекомендуется использовать методы дефектоскопии.

6.7 Количество образцов, необходимых для определения одной характеристики одной партии ПК при конкретном режиме испытаний, должно быть не менее пяти.

7 Подготовка к испытанию

7.1 Если в нормативном документе или технической документации на испытуемые материалы не указаны особые условия кондиционирования, то перед испытанием образцы кондиционируют при атмосферном давлении от 85 до 105 кПа в стандартной лабораторной атмосфере при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 10) % не менее 90 ч или по ГОСТ 12423.

7.2 Если в нормативном документе или технической документации на испытуемые материалы не указаны особые условия кондиционирования, то время от окончания изготовления образцов до момента их испытания, включая кондиционирование, должно составлять не менее 16 ч.

7.3 Перед испытанием образцы маркируют таким образом, чтобы метки не влияли на результаты испытаний и позволяли точно определять положение образца при испытании.

7.4 Ширину образца измеряют в трех местах рядом с отверстием. Толщину образца измеряют в четырех местах в поперечном сечении минимальной площади рядом с отверстием и краями. За толщину образца принимают среднеарифметическое значение четырех измерений. Размеры образца округляют до трех значащих цифр. Коэффициент вариации для значения толщины не должен превышать 2 %. Измеряют диаметр отверстия и заполнителя, глубину конической фаски.

7.5 Проводят входной контроль образцов по геометрическим размерам и внешнему виду. В случае несоответствия образцов требованиям настоящего стандарта составляют акт входного контроля образца, в котором для каждого образца, не прошедшего контроль, указывают маркировку, результаты визуального осмотра и пункт настоящего стандарта, которому не соответствует образец. Рекомендуемая форма акта приведена в приложении А.

7.6 Образцы, не прошедшие входной контроль, возвращают заказчику с копией акта входного контроля образцов. Испытание этих образцов возможно в случае письменного запроса со стороны заказчика, при этом в протоколе испытаний в примечании указывают, каким пунктам настоящего стандарта не соответствуют образцы.

8 Проведение испытаний

8.1 Испытания проводят в помещении при температуре и относительной влажности окружающего воздуха или другой среды, указанной в нормативном документе или технической документации на испытуемый материал. Если таких указаний нет, то испытания проводят при температуре окружающего воздуха (23 ± 3) °С и относительной влажности воздуха (50 ± 10) %.

8.2 При проведении испытаний в условиях повышенных или пониженных температур время, необходимое для полного прогрева или охлаждения образца до его испытания, устанавливают в соответствии с требованиями нормативного документа или технической документации на испытуемый материал. Если таких указаний нет, то время выдержки образца при заданной температуре устанавливают не менее 20 мин на 1 мм его толщины. Рекомендуется определять момент установления заданной температуры во всем рабочем объеме образца по прекращению его термического расширения.

8.3 Образец зажимают в захватах испытательной машины таким образом, чтобы его продольная ось совпадала с направлением действия растягивающей нагрузки.

8.4 При необходимости устанавливают экстензометры (тензорезисторы наклеивают на образец перед установкой в испытательную машину за 16—24 ч до испытаний; технология их приклеивания на образец, а также рекомендуемые клеи должны быть указаны в нормативном документе или технической документации на материал).

8.5 Для контроля температуры при испытаниях при повышенных и пониженных температурах на образце закрепляют зажимами две термопары вблизи отверстия на противоположных сторонах образца.

8.6 Устанавливают скорость перемещения активного захвата машины в диапазоне от 0,0001 до 0,0025 $с^{-1}$ (от 0,1 до 10 мм/мин). Рекомендуется выбирать скорость таким образом, чтобы испытание длилось от 1 до 10 мин. При использовании иных скоростей испытания об этом должно быть указано в протоколе.

8.7 При определении брутто предела прочности при растяжении образец равномерно нагружают с заданной скоростью перемещения активного захвата с записью диаграммы деформирования и регистрируют наибольшую нагрузку P_{max}, которую выдержал образец ПК.

9 Обработка результатов

9.1 По окончании испытаний оценивают тип, область и местоположение разрушения каждого образца, используя специальное идентификационное обозначение разрушения в соответствии с рисунком 2 и таблицей 1.

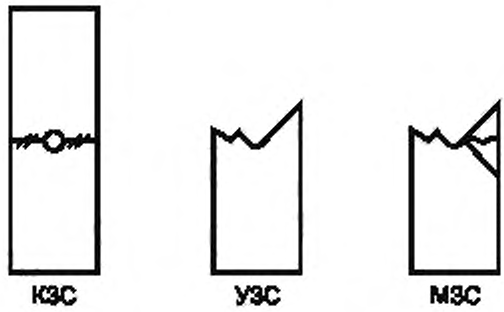

Рисунок 2 — Примеры допустимых типов разрушения

Таблица 1 — Идентификация обозначений разрушения

Первый символ		Второй символ		Третий символ	
Тип разрушения	Символ	Область разрушения	Символ	Местоположение разрушения	Символ
Под углом	У	В зоне захватов/накладок	В	В нижней части образца	Н
Расслоение	Р	У захватов/накладок	У	В верхней части образца	В
В захватах/накладках	З	На расстоянии менее ширины образца от захватов/накладок	О	В левой части образца	Л
Сквозное по толщине	К	В рабочей зоне	З	В правой части образца	П
Многотиповое	М (...)	На большой площади	П	В середине образца	С
Растрескивание по длине	Д	Многостороннее	М	Разностороннее	Р

Окончание таблицы 1

Первый символ		Второй символ		Третий символ	
Тип разрушения	Символ	Область разрушения	Символ	Местоположение разрушения	Символ
Взрывное	В	Неопределенное	Н	Неопределенное	О
Прочее	П	—	—	—	—

Идентификационное обозначение разрушения включает в себя три символа, обозначающих тип, область и местоположение разрушения. Многотиповое разрушение обозначают символом *М* с указанием в скобках выявленных типов разрушения.

Недопустимым типом разрушения является разрушение в захватах/накладках. Если на значительном количестве образцов в серии разрушение происходит на расстоянии от отверстия, должны быть пересмотрены условия зажатия образца. Причиной может быть несоосность захватов или неравномерная толщина образца.

Не следует вычислять значения характеристик при наличии дефектов вблизи отверстия, если только не проводят исследование влияния этих дефектов на свойства материала.

9.2 Пределы прочности при растяжении с заполненным отверстием $\sigma_Б$ (брутто) или $\sigma_Н$ (нетто), МПа, вычисляют по формулам:

$$\sigma_Б = \frac{P_{max}}{h w_Б}; \quad (1)$$

$$\sigma_Н = \frac{P_{max}}{h w_Н}, \quad (2)$$

где P_{max} — наибольшая нагрузка, предшествующая разрушению образца, Н;

h — толщина образца, мм;

$w_Б$ — ширина образца без учета отверстия, мм;

$w_Н$ — ширина образца с учетом отверстия, мм.

Среднеарифметические значения каждой характеристики для каждой серии испытаний $\overline{x}$, МПа, вычисляют по формуле

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}, \quad (3)$$

где n — число образцов в серии;

i — порядковый номер испытуемого образца;

x_i — результат испытания образца из серии при оценке данной характеристики.

Стандартное отклонение S_{n-1}, МПа, вычисляют по формуле

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\overline{x} - x_i)^2}{n-1}}. \quad (4)$$

Коэффициент вариации CV, МПа, вычисляют по формуле

$$CV = \frac{100 S_{n-1}}{\overline{x}}. \quad (5)$$

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

Таблица 2 — Округление результатов испытаний

Характеристика механических свойств	Интервал значений характеристик	Округление до
Предел прочности при растяжении (брутто, нетто), МПа	До 10,0 включ.	0,5
	Св. 10 до 100 включ.	1
	Св. 100 до 500 включ.	5
	Св. 500	10

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

- наименование материала;
- наименование предприятия-изготовителя;
- метод изготовления;
- тип образцов, количество слоев, тип укладки слоев;
- тип используемого заполнителя;
- количество образцов, их маркировку и геометрические размеры;
- способ кондиционирования и условия испытания в случаях, отличающихся от предусмотренных настоящим стандартом;
- температуру и влажность испытательной среды;
- тип средств измерений и испытаний, заводской номер;
- момент затяжки динамометрического ключа;
- способ измерений деформации и нагрузки (класс точности экстензометра, класс точности датчика силы);
- способ изготовления отверстия в образце;
- скорость испытания;
- значения предела прочности каждого образца;
- тип разрушения каждого образца;
- дату проведения испытаний;
- ссылку на настоящий стандарт.

Дополнительно протокол может содержать:

- результаты статистической обработки;
- диаграммы деформирования.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма акта входного контроля образцов

Материал: _____
Заказчик _____

1 Количество переданных образцов ..... шт.

2 Замечания по внешнему виду и геометрическим размерам образцов указаны в таблице.

№ образца	Маркировка	Длина *L*, мм		Ширина *w*, мм		Толщина *h*, мм		Диаметр отверстия *D*, мм		Результаты визуального осмотра	Другие замечания	Образец не соответствует пунктам ГОСТ или ТД на продукцию
		min	max	min	max	min	max	min	max			

Исполнитель _____ _____ _____
(подпись) (ФИО) (дата)

УДК 691.175.5/.8:006.354 МКС 83.120 NEQ

Ключевые слова: композитные материалы, растяжение, испытание на растяжение с заполненным отверстием, прочность образца, типы разрушений

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 03.12.2015. Подписано в печать 04.03.2016. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,30. Тираж 41 экз. Зак. 702.

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

gost.e-ecolog.ru