ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56740— 2015

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения характеристики межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» совместно с Открытым акционерным обществом «НПО Стеклопластик» и Обществом с ограниченной ответственностью «Центр исследований и разработок «Инновации будущего» на основе 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 20 ноября 2015 г. № 1913-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е1922—04(2010) «Стандартный метод испытания межслоевой вязкости разрушения ламинатов и пултрузионных композитных материалов с полимерной матрицей» (ASTM E1922—04(2010) «Standard Test Method for Translaminar Fracture Toughness of Laminated and Pultruded Polymer Matrix Composite Materials») путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях этого текста, а также невключения отдельных структурных элементов, ссылок и/или дополнительных элементов.

Оригинальный текст невключенных структурных элементов стандарта АСТМ приведен в дополнительном приложении ДА.

Оригинальный текст измененных структурных элементов примененного стандарта АСТМ приведен в дополнительном приложении ДБ. Отдельные структурные элементы изменены в целях соблюдения норм русского языка и технического стиля изложения, а также в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5.

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 1
4 Сущность метода 2
5 Оборудование 2
6 Подготовка к проведению испытаний 2
7 Проведение испытаний 3
8 Обработка результатов 4
9 Протокол испытаний 5
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов 6
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов 7
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения характеристики межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов

Polymer composites. Method for determination of translaminar fracture toughness characteristic of polymer composite laminates and pultruded polymer composites

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения характеристики межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 25.506—85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ 6507—90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 8074—82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования

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

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

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

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

смещение берегов трещины (notch-mouth displacement): Изменение расстояния между двумя точками на противоположных берегах трещины в процессе нагружения.

[ГОСТ 25.506—85, приложение 2]

3.2 **нормализованный размер трещины** (normalized notch size): Отношение длины предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза) к ширине образца.

4 Сущность метода

Сущность метода заключается в испытании образцов с предварительно нанесенной краевой усталостной трещиной (надрезом) растягивающей внецентренной нагрузкой. При этом регистрируют значения смещения берегов трещины в зависимости от нагрузки (далее — диаграмма «смещение — нагрузка»).

Характеристику межслоевой вязкости разрушения рассчитывают по нагрузке, соответствующей заданному значению нормализованного размера трещины.

5 Оборудование

5.1 Испытательная машина по ГОСТ 28840, обеспечивающая растяжение образцов с постоянной (регулируемой) скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.2 Двухконусные датчики тензорезисторного типа (далее — датчики смещения) по ГОСТ 25.506 (пункт 3.3), которые обеспечивают измерения смещений с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.3 Устройство записи диаграммы «смещение — нагрузка».

5.4 Микрометр по ГОСТ 6507, обеспечивающий измерение с погрешностью не более 0,05 мм.

5.5 Инструментальный микроскоп по ГОСТ 8074.

5.6 Дисковая пила, оснащенная алмазным отрезным кругом.

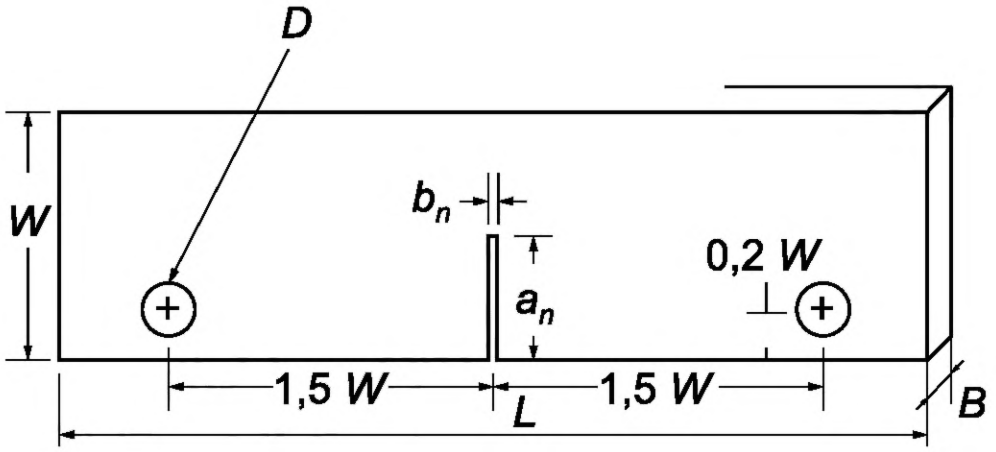
6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Подготовка образцов

6.1.1 Форма и размеры образцов должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Ширина образца W, мм	От 25 до 50
Длина образца L, мм, не менее	4 W
Толщина образца B, мм	*
Диаметр отверстия для крепления D, мм	0,2 W
Длина предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза) a_n, мм	От 0,5 W до 0,6 W
Ширина предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза) b_n, мм, не более	0,015 W
* Толщина образца равна толщине полимерного композита. Рекомендуется использовать образцы толщиной не более 2 мм.	



D — диаметр отверстия для крепления; *W* — ширина образца; b_n — ширина предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза); a_n — длина предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза); *L* — длина образца; *B* — толщина образца

Рисунок 1 — Геометрические размеры образцов

Отклонение образцов от номинальных размеров, указанных в таблице 1, не должно превышать 0,01 *W*.

Все поверхности образцов должны быть плоскими, взаимно перпендикулярными и параллельными. Отклонение от параллельности не должно превышать 0,01 мм.

6.1.2 Усталостную трещину (надрез) наносят при помощи дисковой пилы (см. 5.6).

6.1.3 Для определения характеристики межслоевой вязкости разрушения используют не менее пяти образцов, если иное не установлено в нормативном документе или технической документации на изделие.

6.2 Кондиционирование образцов

Перед испытанием образцы кондиционируют при стандартной атмосфере 23/50 по ГОСТ 12423 в течение 24 ч.

7 Проведение испытаний

7.1 Испытания проводят при стандартной атмосфере 23/50 по ГОСТ 12423.

7.2 Инструментальным микроскопом (5.5) измеряют длину предварительно нанесенной усталостной трещины (надреза) с точностью до 0,1 мм с каждой стороны образца. Вычисляют среднеарифметическое значение длины усталостной трещины (надреза) по результатам всех измерений.

7.3 Микрометром (5.4) измеряют толщину образца с точностью до 0,05 мм не менее чем в трех местах, равноудаленных друг от друга. Вычисляют среднеарифметическое значение толщины образца по результатам всех измерений.

7.4 Микрометром измеряют ширину образца с точностью до 0,05 мм.

7.5 Устанавливают образец в захваты испытательной машины (см. рисунок 2) так, чтобы направление действия нагрузки совпадало с выбранным направлением армирования образца с точностью до 2°.

7.6 Устанавливают датчики смещения на образец (см. рисунок 2) с помощью накладных клиновидных опорных призм.

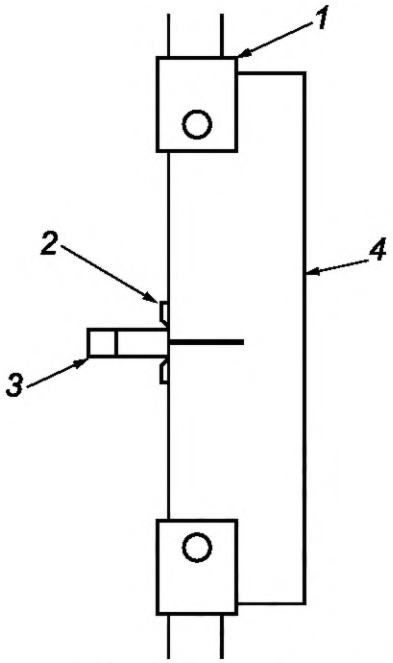
Способ крепления клиновидных опорных призм должен обеспечивать надежное крепление датчиков смещения и не должен влиять на физико-механические характеристики образца и результат испытаний.

Оси отверстий для установки накладных клиновидных опорных призм должны быть расположены на одинаковом расстоянии от плоскости надреза, с погрешностью не более 0,2 мм.

7.7 Задают скорость перемещения активного захвата испытательной машины таким образом, чтобы максимальная нагрузка P_{max}, действующая на образец, достигалась за период от 30 до 100 с.

7.8 Образец нагружают до достижения им максимальной нагрузки P_{max} и продолжают испытание вплоть до снижения нагрузки до значения $0{,}5P_{max}$.

7.9 При определении характеристики межслоевой вязкости разрушения строят диаграмму «смещение — нагрузка». Дискретность регистрации смещения и нагрузки выбирают таким образом, чтобы начальный линейный участок записи находился в диапазоне смещения от 0,7 до 1,5 согласно масштабу построения диаграммы.



1 — захват испытательной машины; *2* — накладные клиновидные опорные призмы; *3* — датчик смещения; *4* — образец

Рисунок 2 — Схема установки образца в захватах испытательной машины и установки датчика смещения

8 Обработка результатов

8.1 Коэффициент интенсивности напряжений K, МПа·м$^{1/2}$, вычисляют по формуле

$$K = \left(\frac{P}{\sqrt{BW}}\right)\sqrt{\frac{a_n}{W}}\left(1{,}4+\frac{a_n}{W}\right)\cdot$$
$$\cdot\left(3{,}97-10{,}88\frac{a_n}{W}+26{,}25\left(\frac{a_n}{W}\right)^2-38{,}9\left(\frac{a_n}{W}\right)^3+30{,}15\left(\frac{a_n}{W}\right)^4-\right. \quad (1)$$
$$\left.-9{,}27\left(\frac{a_n}{W}\right)^5\right)/\sqrt{\left(1-\frac{a_n}{W}\right)^3},$$

где P — нагрузка, прикладываемая к образцу, МН;

B — толщина образца, м;

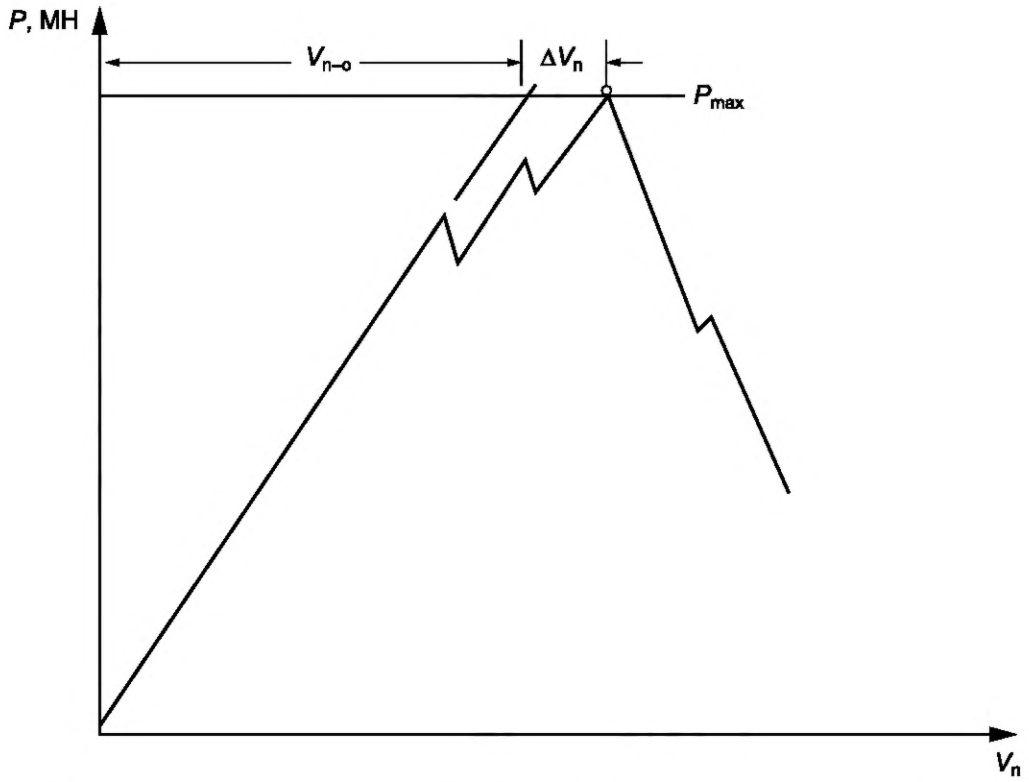
W — ширина образца, м;

a_n — длина усталостной трещины, м.

8.2 Характеристика межслоевой вязкости разрушения K_{TL}

По формуле (1) определяют наибольший коэффициент интенсивности напряжений K_{max}, подставляя значение максимальной нагрузки P_{max} вместо прикладываемой нагрузки P.

По диаграмме «смещение — нагрузка» определяют значение смещения берегов трещины на начальном линейном участке диаграммы V_{n-o} и дополнительное значение смещения берегов трещины на участке диаграммы между линейным участком и максимальной нагрузкой (см. рисунок 3).



P — нагрузка; V_{n-o} — значение смещения берегов трещины на начальном линейном участке; ΔV_n — дополнительное значение смещения берегов трещины на участке диаграммы между линейным участком и максимальной нагрузкой; P_{max} — максимальная нагрузка

Рисунок 3 — Пример диаграммы «смещение – нагрузка»

Если выполняется условие $\frac{\Delta V_n}{V_{n-o}} \le 0{,}3$, то $K_{TL} = K_{max}$.

Если выполняется условие $\frac{\Delta V_n}{V_{n-o}} > 0{,}3$, то определить значение K_{TL} не представляется возможным.

9 Протокол испытаний

Результаты испытаний оформляют в виде протокола, который должен содержать:

- ссылку на настоящий стандарт;
- геометрические размеры образцов и надрезов;
- тип испытательной машины и датчика смещения;
- скорость нагружения;
- описание испытуемого изделия, в том числе тип волокна и матрицы, а также последовательность укладки слоев многослойного материала;
- условия кондиционирования;
- температуру воздуха и относительную влажность при испытании;
- проявление трещины на образце после испытания, в том числе ее протяженность и характер разрушения, а также растрескивание на внешних поверхностях образца до надреза;
- характеристику межслоевой вязкости разрушения K_{TL};
- дату проведения испытаний;
- подписи должностных лиц, проводивших испытания.

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов

ДА.1 11 Точность и систематическая погрешность

11.1 Точность. Точность определения K_{TL} является функцией точности нескольких размеров образцов, а также точностью измерений нагрузки и смещения.

Могут возникать значительные вариации в значениях K_{TL}, если испытуемый материал не является однородным. Оценить точность испытания трудно, если имеют такое количество переменных, как в данном случае.

И тем не менее возможно вывести полезные сведения, которые касаются точности измерений K_{TL}, из результатов программы межлабораторных испытаний (4), а также на основе результатов иных испытаний различных материалов (1–3). В настоящей программе была предпринята попытка выбрать однородный материал для испытаний и равновесные условия испытаний, которые можно было обеспечить должным образом. Данная программа, координируемая со стороны специальной группы E8.09.02 ASTM, включила в себя проведение восьми параллельных испытаний в двух лабораториях, испытывались образцы толщиной 4,2 мм, взятые из слоистых материалов на основе углепластиков и из эпоксидных слоистых пластиков AS4/977-2 [90/-45/0/+45]4S. Среднее значение K_{TL} для указанных восьми испытаний составило 56,6 МПа·м$^{1/2}$ со стандартным отклонением 2,9 МПа·м$^{1/2}$. Вариации, которые аналогичны тем, о которых имеются сведения в (4), предполагаются в будущем при экспериментах с более тесным контролем.

11.2 Систематическая погрешность. Не существует приемлемого стандартного значения K_{TL} для какого бы то ни было материала. По причине отсутствия основополагающего значения не могут быть сделаны предположения касательно систематической погрешности результатов данных испытаний.

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов

ДБ.1 Область применения

1.1 Данная методика испытаний объясняет определение трещиностойкости по слоям K_{TL} применительно к слоистым и пултрузионным композитным материалам с полимерной матрицей, имеющим различные ориентации волокон, с использованием результатов испытаний, полученных от однообразно нагруженных образцов с надрезом.

1.2 Данная методика испытаний применима к лабораторным условиям с комнатной температурой воздуха.

1.3 Композитные материалы, которые испытывают согласно данной методике испытаний, не ограничены по толщине или по типу полимерной матрицы или волокна при том условии, что размеры образца и результаты испытаний удовлетворяют требованиям данной методики испытаний. Данная методика испытаний была разработана, исходя из результатов испытаний различных углеродных волокон — слоистых материалов с эпоксидной матрицей, а также на основании результатов дополнительных испытаний стекловолокна — пултрузионных изделий с эпоксидной матрицей, стеклопластиковыми-полиэфиропластиковыми матрицами, а также с углеродистыми волокнами — слоистые материалы с матрицей из бисмалеимидной смолы.

1.4 Предусматривается испытание ряда материалов, которые являются внецентренно нагруженными, с испытанием на растяжение при наличии простого надреза, пластиков типа ESE(T), с размерами образцов, имеющими пропорциональные размеры в одной плоскости, но такой плоскостный размер может варьироваться и регулироваться с сопряженными с этими процессами изменениями, которые отражаются в прикладываемой нагрузке, используемой для испытаний. Толщина образца — переменная, она не зависит от размера образца в плоскости.

1.5 Допускается использовать конфигурации образцов, которые отличны от тех, что упомянуты в данной методике испытаний, при условии, если они имеют калибровки по показателю трещиностойкости, а также соответствие результатов испытаний данной методике испытаний. Необходимо соблюдать требования, указанные в 5.1 и 5.4, в части содержащегося повреждения в вершине надреза в том случае, когда используют альтернативные конфигурации образцов.

1.6 Значения, приводимые в единицах СИ, расценивают как стандартные. Никакие другие единицы измерения в данный стандарт не включены.

1.7 В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение в полном объеме всех вопросов обеспечения техники безопасности (если таковые имеются), связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за обеспечение соответствующих мер техники безопасности и охраны труда, а также определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его применением.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.1) и ГОСТ 1.5 (подраздел 3.7).

ДБ.2 Нормативные ссылки

ASTM D883 Пластмассы. Термины

ASTM D3039/D3039M Метод определения свойств при растяжении композиционных материалов с полимерной матрицей

ASTM D3878 Композитные материалы. Термины

ASTM D5229/D5229M Метод испытания свойств влагопоглощения и приведение в сбалансированное состояние для композитных материалов с полимерной матрицей

ASTM D5528 Метод испытаний стойкости к межслойному разрушению по Моде 1 у композитов с полимерной матрицей, армированных однонаправленными волокнами

ASTM E4 Методы проверки усилий установок для испытаний

ASTM E6 Методика механических испытаний. Термины

ASTM E83 Практические указания к поверке и классификации систем тензометров

ASTM E399 Методика испытаний для определения линейно-упругой в плоской деформации ударной вязкости KIc у металлических материалов

ASTM E1823 Испытания на разрушение и усталость. Термины

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.6) и ГОСТ 1.5 (подраздел 3.8).

ДБ.3 Термины и определения

3.1 Определения

3.1.1 К данной методике испытаний применимы термины из раздела «Терминология» стандартов E6, E1823, а также D3878 .

3.2 Определения терминов, соотносимых с данным стандартом:

3.2.1 смещение «надрез — раскрытие», *V*n [L] — элемент разрушения по Моде 1 (также известное как «разрушение раскрытием») со смещением трещины или надреза по причине эластичной и остаточной деформации. Такое смещение измеряют по всему раскрытию надреза на кромке образца (см. рисунок 1).

3.2.2 длина надреза, a_n [L] — расстояние от контрольной плоскости до передней части надреза, выполненного механическим способом. Контрольную плоскость находят в зависимости от формы образца и, как правило, за контрольную плоскость принимают границу либо плоскость, на которой находится линия нагружения, или ось образца, или плоскости. Данную контрольную плоскость устанавливают до деформации образца (см. рисунок 2).

3.2.3 нормализованный размер надреза, a_n/W [nd] — отношение длины надреза a_n к ширине образца *W*.

3.2.4 Дополнительные сведения см. в «Терминологии» стандарта D883 и методик испытаний D3039/D3039M, D5229/D5229M, D5528.

Примечания

1 Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.7) и ГОСТ 1.5 (подраздел 3.9).

2 Термин «длина надреза» исключен, так как является пояснением к рисунку 2.

ДБ.4

4.1 Данная методика испытаний предполагает испытание на растяжение внецентренно нагруженных образцов, образцов с простым надрезом, образцов ESE(T), а также образцов в случае нагружения для разрушения раскрытием трещины. Фиксируют зависимость нагрузки от смещения трещины по надрезу на кромке образца V_n. Определяют нагрузку, которая соответствует предписанному увеличению в нормализованной длине надреза, при этом применяют фиксацию данных о смещении нагрузки. Трещиностойкость по слоям K_{TL} определяют на основании данных о такой нагрузке при помощи уравнений, которые были установлены на основе анализа упругого напряжения измененного образца с простым надрезом.

4.2 Действительность данных о трещиностойкости по слоям K_{TL}, определяемая согласно данной методики испытаний, зависит от сохранения относительно изолированной зоны повреждения в области верха надреза. В целях сохранения и обеспечения такого условия верха надреза ограничивается допускаемое увеличение на малое значение в отношении смещения «надрез — раскрытие» в непосредственной близости к точке максимальной нагрузки подобных испытаний. Малые увеличения в смещении «надрез — раскрытие» более вероятны для относительно толстых образцов, а также для образцов, которые имеют значительную пропорцию приповерхностных армирующих волокон, которые отцентрованы параллельно направлению надреза.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.5).

ДБ.5

6 Аппаратура

6.1 *нагрузка* — образцы подвергают нагружению в испытательном аппарате, который позволяет одновременно регистрировать данные о прилагаемой на образец нагрузке, а также о получившемся смещении «надрез — раскрытие».

Стандартное расположение оснастки указано на рисунке 1. Для сосредоточенного нагружения применяют скобы, которые используют в методике испытаний E399, в целях приложения нагрузки на образец для испытаний. Значения точности измерений нагрузок, а также точности устройств регистрации данных должны быть на таком уровне, чтобы обеспечивалась точность определения нагрузки ± 1 % (дополнительные сведения см. в E4);

6.2 *щуп для измерения смещения* — в целях измерений смещения в области раскрытия надреза в ходе нагружений используют прибор, измеряющий смещение. Для данной цели использование цифрового прибора (щупа) для измерения смещения типа, указанного в методике испытаний E399, может обеспечить высокочувствительную индикацию смещения разрушением раскрытия. Такой щуп прикрепляют к образцу при помощи клиновидных опор, зафиксированных на образце или при помощи внутренних клиновидных опор, которые прирабатываются в образце механическим способом.

Не допускается применение внутренних клиновидных опор для материалов, обладающих относительно низкой прочностью. Прочие типы приборов и креплений можно использовать при условии, что существует возможность продемонстрировать обеспечение ими тех же результатов. Значения точности измерений смещения, а также точности устройств регистрации данных должны быть на таком уровне, чтобы была обеспечена точность определения смещений ± 1 % (дополнительные сведения см. в E83).

Примечания

1 Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.6).

2 Для определения геометрических размеров образцов и надрезов добавлены требования к средствам измерений (микрометр и инструментальный микроскоп).

ДБ.6

7.1 *конфигурация образцов* — необходимые конфигурации образцов и испытаний приведены на рисунках 1 и 2. Длина надреза a_n расположена в пределах 0,5 и 0,6 ширины образца, *W*. Ширина надреза должна быть не

более 0,015 *W* (см. рисунок 2). Толщина образца *B* является полной толщиной композитного материала, который предстоит испытать. Было отмечено на практике, что хорошо проявила себя толщина до 2 мм. Толщина с меньшим значением может вызывать поперечный прогиб, который не позволяет принять результат испытания.

Пользователь сам проводит отбор ширины образца. На практике хорошо проявил себя параметр *W* в диапазоне от 25 до 50 мм. Остальные размеры образца основаны на его ширине.

7.2 *ориентация образца* — ось нагрузки образца до испытания выверяют с точностью до 2° по отношению к искомому направлению испытания слоистого материала. К примеру, K_{TL} согласно испытанию = [0/90]5S слоистого материала подразумевает использование во время испытания 20-слойного образца с волокнами в слоях под углом 0°, которые центруются с осью нагрузки образца с точностью до 2°.

7.3 *подготовка образца* — при подготовке образца соблюдают допуски на размеры, которые указаны на рисунке 2. Надрез может быть подготовлен с помощью любого процесса, который формирует требуемую узкость. До начала испытаний (1–2) демонстрируют получение непротиворечивых результатов вне зависимости от профиля вершины надреза при условии ширины надреза не более 0,015 *W*. В этих условиях была отмечена эффективность использования ножовки, армированной алмазной крошкой, или резака ювелира. Во избежание раскола или расслоения поверхностных слоев в зоне вблизи верхушки надреза необходимо соблюдать осторожность.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.7).

ДБ.7

8.1 *количество испытаний* — проводят достаточное количество испытаний для получения трех действительных параллельных результатов в отношении каждого условия материала. Если предполагают вариации материала, то необходимо выполнить пять испытаний.

8.2 *измерение образцов* — проводят три измерения образца для расчета применяемого *K*: длина надреза a_n; толщина *B*; и ширина *W*. Полное разделение образца на две части зачастую происходит в ходе проведения испытания, по этой причине необходимо, чтобы измерения образца выполнялись до испытаний. Во избежание травмирования персонала, занятого на испытаниях, необходимо соблюдать осторожность.

8.2.1 Измеряют длину надреза a_n с точностью до 0,1 мм на каждой стороне образца. Используют среднее значение из двух измерений длины надреза в расчетах применяемого *K*.

8.2.2 Измеряют толщину *B* с точностью до 0,002 *W* не менее чем в трех равноудаленных друг от друга точках по всему надрезу. Фиксируют среднее значение трех измерений в виде *B* применительно к данному образцу. Методы изготовления композитных материалов в итоге приводят к тому, что образцы имеют переменную толщину по причине разности в объемном коэффициенте материала матриц. Отсюда при расчете применяемого *K* используют значение номинальной средней толщины, полученное по отдельным толщинам всех испытуемых образцов из конкретного компонента.

8.2.3 Измеряют ширину *W* с точностью до 0,05 мм.

8.3 *Темп нагружения* — нагружают образец при таком темпе, чтобы время между нулем и пиковой нагрузкой было в диапазоне от 30 до 100 с.

8.4 *Протокол испытаний* — подготавливают график зависимости нагрузки от выходного параметра (сигнала) щупа для измерения смещения. Выбор масштаба построения графика проводят таким образом, чтобы склон изначально линейного участка записи находился в пределах от 0,7 до 1,5.

Продолжают проведение испытания до момента достижения пиковой нагрузки и уменьшения нагрузки до 50 % ее пикового значения.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.8).

ДБ.8 Расчет или интерпретация результатов

9.1 *Расчет величины используемого коэффициента (показателя) трещиностойкости,*

K — рассчитывают применяемый коэффициент *K* по отношению к образцам типа ESE(T) на основе следующих формул:

$$K = [P/BW^{1/2}]\acute{a}^{1/2}\,[1{,}4 + \acute{a}]\,[3{,}97 - 10{,}88\,\acute{a} + 26{,}25\,\acute{a}^2 - 38{,}9\,\acute{a}^3 + 30{,}15\,\acute{a}^4 - 9{,}27\,\acute{a}^5] / [1 - \acute{a}]^{3/2}, \quad (1)$$

где *K* — применяемый показатель трещиностойкости, МПа·м$^{1/2}$;

P — прикладываемая нагрузка, МН;

ά — a/W (безразмерный параметр);

ά *n* — длина надреза, как указано в 8.2.1, м;

B — толщина образца, как указано в 8.2.2, м;

W — ширина образца, как указано в 8.2.3, м;

а также данное выражение состоятельно для $0 \le \acute{a} \le 1$, для изотропных материалов и широкого спектра слоистых материалов.

9.2 *Критерии применимости по отношению к* K_{TL} — испытания на трещиностойкость по слоям у слоистых материалов углепластиков/слоистых материалов с полимерной матрицей продемонстрировали, что материалы, которые имеют относительно малую зону разрушения, которая требуется для достоверности измерений K_{TL}, также показали относительно малые значения добавочного смещения раскрытием ΔV_n в момент разлома образцов. Типовой график зависимости нагрузки от смещения раскрытием применительно к слоистому материалу приведен на рисунке 3. В части достаточно широкого ряда материалов максимальное применяемое значение *K*, которое было установлено, исходя из максимальной нагрузки в ходе испытаний, предполагает достоверность измерения трещиностойкости по слоям, если значения смещения раскрытием трещины при наибольшей нагрузке удовлетворяют нижеследующему критерию:

$$\Delta Vn \,/\, Vn\text{–}o \le 0{,}3, \qquad (2)$$

где ΔV_n = добавочное смещение раскрытием трещины до точки P_{max} ;

$V_{n–o} = V_n$ at $P = P_{max}$ на продолжении изначально линейного участка графика (см. рисунок 3).

9.3 *Определение* K_{TL} — для определения трещиностойкости по слоям следует процедуре, указанной далее.

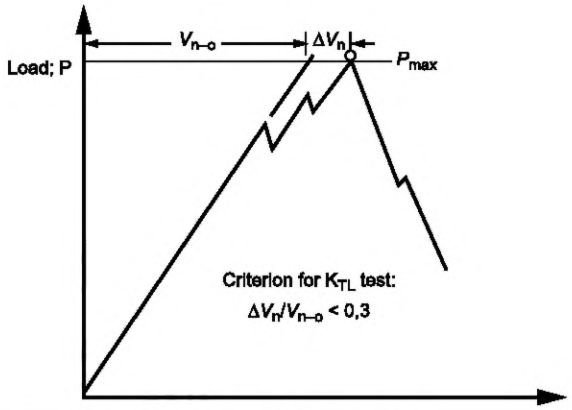
9.3.1 Определяют максимальное значение применяемого коэффициента *K*, K_{max}, соответствующее максимальной нагрузке в ходе испытания P_{max}, при помощи уравнения, указанного в 9.1.

9.3.2 Определяют значения ΔV_n и $V_{n–o}$, исходя из данных графика зависимости нагрузки от смещения раскрытием, следуя процедуре, указанной на рисунке 3.

9.3.3

Если: $\Delta V_n / V_{n–o} \le 0{,}3$, то $K_{max} = K_{TL}$.

Если: $\Delta V_n / V_{n–o} > 0{,}3$, то объем разрушения вокруг надреза может быть достаточно большим и может оказаться невозможным получить измерение K_{TL}



Load P	Нагрузка P
Criterion for K_{TL} test	Критерий для испытания K_{TL}

Смещение раскрытием трещины V_n

Рисунок 3 — Типовой график зависимости нагрузки от смещения раскрытием трещины

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.9).

ДБ.9

10.1 Занести в протокол следующие сведения в части любого испытанного образца:

10.1.1 главные размеры образца, в том числе толщину, ширину и глубину надреза;

10.1.2 характеристики испытательного оборудования и процедур для испытаний, в том числе испытательный агрегат, темп нагружения, а также щупы для измерения смещений;

10.1.3 характеристики испытанного материала, в том числе тип волокна и матрицы, а также последовательность укладки слоев у слоистого материала;

10.1.4 температуру и относительную влажность во время испытаний, а также относительную влажность среды хранения образцов до испытания;

10.1.5 проявление трещины на образце после испытания, в том числе ее протяженность и характер разрушения, а также растрескивание на внешних поверхностях образца до надреза, а также

10.1.6 коэффициент трещиностойкости по слоям, K_{TL}, который был установлен, как описано в 9.3.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (пункт 7.9.10).

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта	Структура стандарта АСТМ Е1922-04(2010)
1 Область применения (1)	1 Область применения
2 Нормативные ссылки (2)	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения (3)	3 Терминология
4 Сущность метода (4)	4 Сводная информация по методу испытаний
*	5 Значение и применение
5 Оборудование (6)	6 Аппаратура
6 Подготовка к проведению испытаний**(–) 6.1 Подготовка образцов (7) 6.2 Кондиционирование образцов (–)	7 Конфигурация и подготовка образцов
7 Проведение испытаний (8)	8 Процедура
8 Обработка результатов (9)	9 Расчет или интерпретация результатов
9 Протокол испытаний (10)	10 Протокол
***	11 Точность и систематическая погрешность
Приложение ДА Оригинальный текст невключенных структурных элементов	
Приложение ДБ Оригинальный текст модифицированных структурных элементов	
Приложение ДВ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ	

* Данный раздел исключен, так как его положения размещены в других разделах настоящего стандарта.

** Включение в настоящий стандарт данного раздела обусловлено необходимостью приведения его в соответствие с требованиями ГОСТ Р 1.5.

*** Данный раздел исключен, так как в нем отсутствуют требования к точности, не указаны нормы по погрешности и ее составляющих данного метода испытаний.

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

УДК 621.002.3:006.354 ОКС 83.120

Ключевые слова: межслоевая вязкость, полимерный композит, характеристика межслоевой вязкости

Редактор *В.М. Костылева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Г.В. Яковлева*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 09.11.2015. Подписано в печать 25.02.2016. Формат 60 ×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,67. Тираж 33 экз. Зак. 579.

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
www.jurisizdat.ru y-book@mail.ru

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

ОКС 83.120

Изменение № 1 ГОСТ Р 56740—2015 Композиты полимерные. Метод определения характеристики межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14.11.2023 № 1391-ст

Дата введения — 2024—03—01

Наименование стандарта изложить в новой редакции: «КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ. Метод определения характеристик межслоевой трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении по типу I (моде I) композитов с различными направлениями армирования слоев».

Наименование стандарта на английском языке изложить в новой редакции: «Polymer composites. Determination Interlaminar Fracture Toughness under the static loading on Mode I of various Ply Orientations Reinforced Composites».

Предисловие. Пункты 1, 4 изложить в новой редакции:

«1 РАЗРАБОТАН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит) совместно с Акционерным обществом «НПО Стеклопластик» (АО «НПО Стеклопластик») и Обществом с ограниченной ответственностью «Центр исследований и разработок «Инновации будущего» (ООО «Инновации будущего»)»;

«4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта АСТМ Е1922—04 (2015) «Стандартный метод определения межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов» (ASTM E1922—04 (2015) «Standard Test Method for Translaminar Fracture Toughness of Laminated and Pultruded Polymer Matrix Composite Materials», NEQ)»;

правила применения настоящего стандарта. Заменить слова: «ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8)» на «*статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»; «www.gost.ru» на «www.rst.gov.ru*».

По всему тексту стандарта вертикальные линии исключить.

Содержание. Приложения ДА, ДБ, ДВ исключить.

Раздел 1 изложить в новой редакции:

«1.1 Настоящий стандарт распространяется на многослойные полимерные композиты (ламинаты) и пултрузионные полимерные композиты на основе эпоксидных, ненасыщенных полиэфирных и бисмалеимидных смол с различными направлениями армирования слоев углеволокном или стекловолокном.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает метод определения силовых характеристик межслоевой трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом монотонном нагружении полимерных композитов в условиях нагружения отрывом (тип I, мода I) при испытании на растяжение внецентренной нагрузкой образцов с предварительно нанесенной краевой усталостной трещиной (надрезом)».

Раздел 2. Заменить ссылки: датированные на недатированные, кроме ГОСТ 25.506—85;

дополнить ссылками:

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

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

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения».

Раздел 3. Первый абзац изложить в новой редакции:

«В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 14766, ГОСТ 24888, ГОСТ 32794*, а также следующие термины с соответствующими определениями:»;

дополнить сноской:

«———————

* При расхождениях в терминах ГОСТ 32794 имеет приоритет перед другими стандартами».

Раздел 5. Пункт 5.2. Заменить ссылку: «по ГОСТ 25.506 (пункт 3.3) на «по ГОСТ 25.506—85 (пункт 3.3)».

Приложения ДА, ДБ, ДВ исключить.

Библиографические данные изложить в новой редакции:

«

УДК 678.5:006.354	ОКС 83.120 19.020

Ключевые слова: композиты полимерные, межслоевая трещиностойкость, вязкость разрушения, статическое нагружение, нагружение отрывом, тип I, мода I, многослойные полимерные композиты, ламинаты, пултрузионные полимерные композиты, различные направления армирования слоев, растяжение внецентренной нагрузкой, краевая усталостная трещина

».

(ИУС № 2 2024 г.)

ОКС 83.120

Изменение № 1 ГОСТ Р 56740—2015 Композиты полимерные. Метод определения характеристики межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14.11.2023 № 1391-ст

Дата введения — 2024—03—01

Наименование стандарта изложить в новой редакции: «КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ. Метод определения характеристик межслоевой трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении по типу I (моде I) композитов с различными направлениями армирования слоев».

Наименование стандарта на английском языке изложить в новой редакции: «Polymer composites. Determination Interlaminar Fracture Toughness under the static loading on Mode I of various Ply Orientations Reinforced Composites».

Предисловие. Пункты 1, 4 изложить в новой редакции:

«1 РАЗРАБОТАН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит) совместно с Акционерным обществом «НПО Стеклопластик» (АО «НПО Стеклопластик») и Обществом с ограниченной ответственностью «Центр исследований и разработок «Инновации будущего» (ООО «Инновации будущего»)»;

«4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта АСТМ Е1922—04 (2015) «Стандартный метод определения межслоевой вязкости разрушения многослойных и пултрузионных полимерных композитов» (ASTM E1922—04 (2015) «Standard Test Method for Translaminar Fracture Toughness of Laminated and Pultruded Polymer Matrix Composite Materials», NEQ)»;

правила применения настоящего стандарта. Заменить слова: «ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8)» на «*статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»; «www.gost.ru» на «www.rst.gov.ru*».

По всему тексту стандарта вертикальные линии исключить.

Содержание. Приложения ДА, ДБ, ДВ исключить.

Раздел 1 изложить в новой редакции:

«1.1 Настоящий стандарт распространяется на многослойные полимерные композиты (ламинаты) и пултрузионные полимерные композиты на основе эпоксидных, ненасыщенных полиэфирных и бисмалеимидных смол с различными направлениями армирования слоев углеволокном или стекловолокном.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает метод определения силовых характеристик межслоевой трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом монотонном нагружении полимерных композитов в условиях нагружения отрывом (тип I, мода I) при испытании на растяжение внецентренной нагрузкой образцов с предварительно нанесенной краевой усталостной трещиной (надрезом)».

Раздел 2. Заменить ссылки: датированные на недатированные, кроме ГОСТ 25.506—85;

дополнить ссылками:

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

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

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения».

Раздел 3. Первый абзац изложить в новой редакции:

«В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 14766, ГОСТ 24888, ГОСТ 32794*, а также следующие термины с соответствующими определениями:»;

дополнить сноской:

«———————

* При расхождениях в терминах ГОСТ 32794 имеет приоритет перед другими стандартами».

Раздел 5. Пункт 5.2. Заменить ссылку: «по ГОСТ 25.506 (пункт 3.3) на «по ГОСТ 25.506—85 (пункт 3.3)».

Приложения ДА, ДБ, ДВ исключить.

Библиографические данные изложить в новой редакции:

«

УДК 678.5:006.354	ОКС 83.120 19.020

Ключевые слова: композиты полимерные, межслоевая трещиностойкость, вязкость разрушения, статическое нагружение, нагружение отрывом, тип I, мода I, многослойные полимерные композиты, ламинаты, пултрузионные полимерные композиты, различные направления армирования слоев, растяжение внецентренной нагрузкой, краевая усталостная трещина

».

(ИУС № 2 2024 г.)