ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
(*проект, 1-я редакция*)

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения стойкости к разрушению «сэндвич»-конструкции

ASTM D7766/D7766M – 11
«Standard Practice for Damage Resistance Testing of Sandwich Constructions»
(MOD)

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва
Стандартинформ
201_ г

gost.e-ecolog.ru

ГОСТ Р
(*проект, 1-я редакция*)

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов», 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 ___ _____201_ г. №___

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к региональному стандарту АСТМ Д7766/Д7766-11 «Стандартный метод испытаний на стойкость к повреждениям многослойных конструкции» (ASTM D7766/D7766M-11 «Standard Practice for Damage Resistance Testing of Sandwich Constructions») путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5 (подраздел 3.1), путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях этого текста, а также не включения отдельных структурных элементов, ссылок и/или дополнительных элементов. Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного регионального стандарта приведено в дополнительном приложении ДБ. Оригинальный текст невключенных, модифицированных структурных элементов регионального стандарта и объяснения причин внесения технических отклонений приведены в дополнительных приложениях ДА и ДВ.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом 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, 201_

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 .....
2 Нормативные ссылки .....
3 Сущность метода .....
4 Оборудование .....
5 Подготовка к проведению испытания .....
6 Проведение испытания .....
7 Обработка результатов .....
8 Протокол испытания .....
Приложение А (справочное) Типы повреждений при проведении испытаний .....
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов .....
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного регионального стандарта .....
Приложение ДВ (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов .....

ГОСТ Р
(*проект, 1-я редакция*)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения стойкости к разрушению «сэндвич»-конструкции

Polymer composites.
Method of determination of sandwich constructions' damage resistances

Дата введения — 201 — —

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на полимерные композиты и устанавливает метод определения стойкости к разрушению «сэндвич»-конструкции.

В качестве материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций используют пробковое дерево, пенопласты, материалы с сотовой конструкцией, материалы с фермовой конструкцией, а также материалы, армированные волокном.

Примечание – См. ДВ.1 (приложение ДВ).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7661–67 Глубиномеры индикаторные. Технические условия

ГОСТ 12423–66 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

ГОСТ 15139–69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)

АСТМ Д3171–11[1)] Композиты полимерные. Методы определения объема матрицы, армирующего наполнителя и пустот

АСТМ Д5229/Д5229М–12[2)] Композиты полимерные. Метод определения влагопоглощения и равновесного состояния

АСТМ Д5687/Д5687М–95(2007)[3)] Композиты полимерные. Руководство по изготовлению пластин для испытания и механической обработке.

[1)] Действует до введения ГОСТ Р, разработанного на основе АСТМ Д3171.
[2)] Действует до введения ГОСТ Р, разработанного на основе АСТМ Д5229/Д5229М.
[3)] Действует до введения ГОСТ Р, разработанного на основе АСТМ Д5687/Д5687М.

АСТМ Д6264/Д6264М–12[4)] Композиты полимерные. Метод определения стойкости к разрушению под воздействием концентрированной квазистатической вдавливающей нагрузки

АСТМ Д7136/Д7136М–12[5)] Композиты полимерные. Метод испытания на сопротивление повреждению при ударе падающим грузом

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. 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.

Примечание – См. ДВ.2 (приложение ДВ).

3 Сущность метода

3.1 Сущность метода А и Б по АСТМ Д6264/Д6264М (раздел 4).

3.2 Сущность метода В по АСТМ Д7136/Д7136М (раздел 4).

Примечание – См. ДВ.3 (приложение ДВ).

4 Оборудование

4.1 Оборудование для метода А и Б по АСТМ Д6264/Д6264М (раздел 7).

4.2 Оборудование для метода В по АСТМ Д7136/Д7136М (раздел 5).

Примечание – См. ДВ.4 (приложение ДВ).

5 Подготовка к проведению испытания

5.1 Общие положения

5.1.1 Для определения стойкости к разрушению «сэндвич»-конструкции используют не менее пяти образцов, если иное не установлено в нормативной или технической документации на изделие.

5.1.2 Длина и ширина образцов для метода А и Б по АСТМ Д6264/Д6264М (раздел 8), для образцов для метода В по

[4)] Действует до введения ГОСТ Р, разработанного на основе АСТМ Д6264/Д6264М.
[5)] Действует до введения ГОСТ, разработанного на основе АСТМ Д7136/Д7136М.

АСТМ Д7136/Д7136М (раздел 6). Толщина образцов должна соответствовать толщине испытуемой «сэндвич»-конструкции.

5.1.3 Если иное не установлено в нормативной или технической документации на испытуемое изделие, толщина материала внешнего слоя образцов и схема укладки армирующего наполнителя должны соответствовать таблице 1, при армировании однонаправленными комплексными нитями, ровингами, лентами и таблице 2, при армировании тканями, направление основы и утка которых составляет (+45/-45) или (0/90).

Таблица 1

Номинальная толщина отвержденного слоя, мм		Количество слоев материала внешнего слоя	Схема укладки
минимум	максимум		
0,085	0,15	8	[45/0/-45/90/90/-45/0/45/core[1)]/45/0/-45/90/90/-45/0/45]
0,15	0,25	4	[45/0/-45/90/core[1)]/90/-45/0/45]
[1)] core – Материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.			

Таблица 2

Номинальная толщина отвержденного слоя, мм		Количество слоев материала внешнего слоя	Схема укладки
минимум	максимум		
0,085	0,13	8	[((45/-45)/(0/90))$_{2S}$/core[1)]/((45/-45)/(0/90))$_{2S}$]
0,13	0,18	6	[((45/-45)/(0/90)/((45/-45)/(0/90))$_S$/core[1)]/((45/-45)/(0/90))$_S$/(0/90)/(45/-45)]
0,18	0,25	4	[(45/-45)/(0/90)/(0/90)/(45/-45)/core[1)]/(45/-45)/(0/90)/(0/90)/(45/-45)]
0,25	0,50	2	[(45/-45)/(0/90)/core[1)]/(0/90)/(45/-45)]
[1)] core – Материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.			

5.1.4 Толщина материала внутреннего слоя образца должна быть (13,0 ± 1,0) мм, если иное не установлено в нормативной или технической документации на изделие.

5.1.5 Перепад по толщине образцов не должен превышать 0,08 мм.

5.1.6 Определяют, при необходимости, удельный вес и плотность – по ГОСТ 15139, объем матрицы, армирующего наполнителя и пустот – по АСТМ Д3171.

5.1.7 Образцы должны иметь гладкую наружную поверхность без вздутий, сколов, трещин, расслоений, вмятин и других дефектов, заметных невооруженным глазом.

5.1.8 Образцы должны иметь маркировку.

Маркировка должна содержать порядковый номер образца, сведения о материале, из которого образец был получен.

Маркировка должна сохраняться в течение всего испытания, во всех условиях и режимах, установленных настоящим стандартом.

5.2 Подготовка образцов

5.2.1 Образцы подготавливают в соответствии с АСТМ Д5687/Д5687М.

5.2.2 Механическую обработку осуществляют по АСТМ Д6264/Д6264М для методов А и Б, для метода В – АСТМ Д7136/Д7136М.

5.3 Условия кондиционирования

5.3.1 Перед испытанием образцы кондиционируют при стандартной атмосфере 23/50 по ГОСТ 12423 до постоянной массы (± 1 %), если иное не установлено в нормативной или технической документации на изделие.

5.3.2 Образцы хранят при тех же условиях окружающей среды, при которых проводилось кондиционирование.

Примечание – См. ДВ.5 (приложение ДВ).

6 Проведение испытания

6.1 Готовят оборудование для методов А и Б – по АСТМ Д6264/Д6264М, для метода В – по АСТМ Д7136/Д7136М.

6.2 Метод А. Проводят испытания по АСТМ Д6264/Д6264М. Для материалов внутреннего слоя с высокой прочностью на сжатие (например, пробковое дерево) устанавливают скорость индентора равную 0,25 мм/мин и 1,25 мм/мин для материалов внутреннего

слоя с низкой прочность на сжатие (например, пенопласты, материалы с сотовой конструкцией) и приводят его в действие.

6.3 Метод Б. Проводят испытания по АСТМ Д6264/Д6264М. Устанавливают скорость индентора равную 1,25 мм/мин и приводят его в действие.

6.4 Метод В. Проводят испытания по АСТМ Д7136/Д7136М. Энергию удара E_i, Дж, вычисляют по формуле

$$E_i = C_F \cdot t, \quad (1)$$

где C_F – коэффициент нормирования энергии удара на толщину материала внешнего слоя образца, Дж/мм.

t – толщина материала внешнего слоя образца, мм.

Коэффициент нормирования энергии удара на толщину материала внешнего слоя образца принимают равным 6,7 Дж/мм.

6.5 Измеряют глубину и периметр повреждения по АСТМ Д6264/Д6264М для испытаний по методу А и Б, для испытаний по методу В – АСТМ Д7136/Д7136М сразу после испытания и спустя семь суток.

Примечание – См. ДВ.6 (приложение ДВ).

7 Обработка результатов

Выполняют расчеты по АСТМ Д6264/Д6264М для методов А и Б, по АСТМ Д7136/Д7136М для метода В.

Примечание – См. ДВ.7 (приложение ДВ).

8 Протокол испытания

Результаты проведения испытаний оформляют в виде протокола, содержащего:

- ссылку на настоящий стандарт;
- информацию по АСТМ Д6264/Д6264М для методов А и Б, по АСТМ Д7136/Д7136М для метода В.
- описание «сэндвич»-конструкции, включая: тип, обозначение, присвоенное изготовителем, номер партии, тип адгезива, количество слоев адгезива;
- информацию по материалу внешнего слоя «сэндвич»: информацию по армирующему наполнителю (диаметр, массу на единицу площади, тип и т.д.) и матрице (содержание матрицы, содержание летучих, тип и т.д.).
- описание внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, включая: дата начала изготовления, дата окончания изготовления,

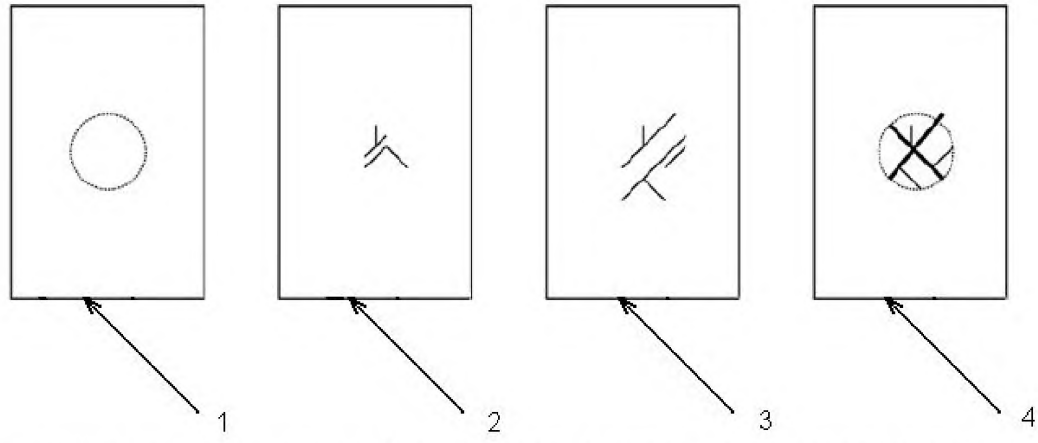
характеристика процесса изготовления, описание используемого оборудования;

- режим повреждения и место повреждения для каждого образца (см. приложение А);
- дату проведения испытания.

Примечание – См. ДВ.8 (приложение ДВ).

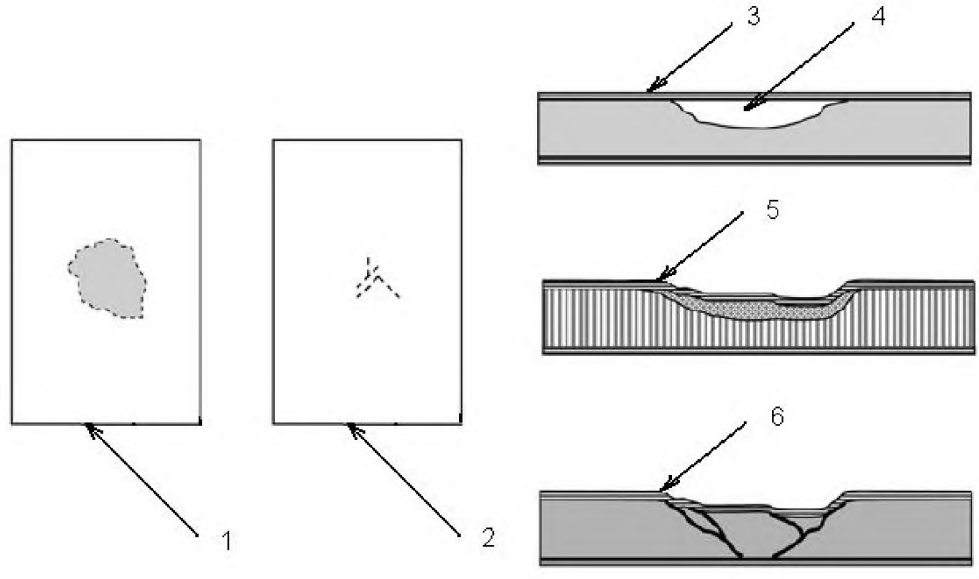
Приложение А
(справочное)

Типы повреждений при проведении испытаний



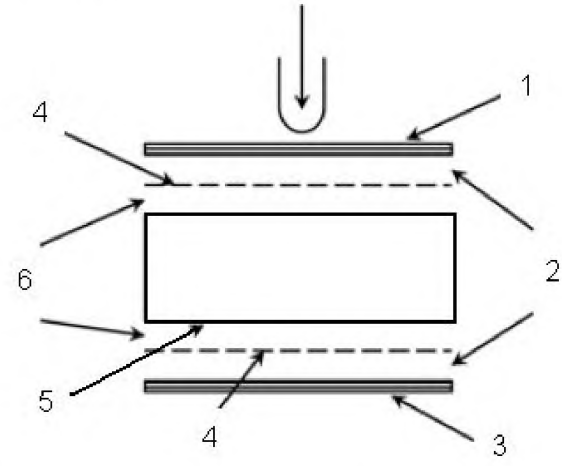
1 –вмятина/отметка вдавливания; 2 – расщепления/трещины; 3 – расщепления и расслоение; 4 – большие трещины и разрушение волокон, вмятина/пробоина

Рисунок А.1 –Внешние типы разрушений



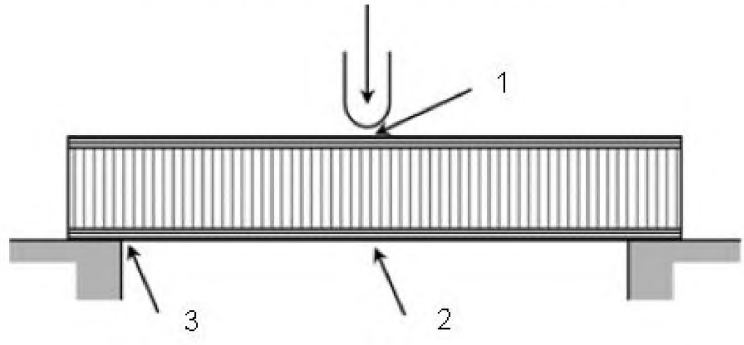
1 – расслоение (расслоение/расклей сопряжения граней с заполнителем); 2 – расщепление/трещины; 3 – ямка; 4 – раскалывание (разрушение) заполнителя; 5 – сплющивание заполнителя; 6 –раздавливание заполнителя

Рисунок А.2 – Внутренние типы разрушений (неразрушающий контроль)



1 – верхняя грань образца, подвергаемая испытанию; 2 – место сопряжения верхней и нижней грани с заполнителем; 3 – нижняя грань образца; 4 – клеящее вещество; 5 – заполнитель; 6 – место сопряжения клеящего вещества с заполнителем

Рисунок А.3 – Образец для испытаний



1 – место вдавливания или удара; 2 – нижняя грань образца; 3 – опора

Рисунок А.4 – Место вдавливания или удара

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов

ДА.1 **3. Терминология**

3.1 Определения. Терминологический стандарт D3878 определяет термины, имеющие отношение к высокомодульным волокнам и композиционным материалам на их основе. В терминологическом стандарте C274 приводятся термины, которые относятся к конструкционным многослойным структурам. Термины стандарта D883 указывают на понятия, относящиеся к пластмассам. Термины в «Практических указаниях...» E6 указывают на понятия, относящиеся к механическим испытаниям. Термины, указанные в E456 и «Практических указаниях...» E177 указывают на понятия, относящиеся к статистике. В случае разночтения в понимании терминов над всеми прочими стандартами, определяющими терминологию, преимущество имеют термины стандарта D3878.

3.2 Определения терминов, используемых в данном стандарте:

3.2.1 при условии обозначения термином физического количества/объема его аналитические размеры приводятся непосредственно после термина (или буквенного символа) в основной форме размера при помощи следующих условных обозначений стандартов ASTM под основные размеры, указанные в квадратных скобках: [M] для массы, [L] для длины, [T] для времени, [Θ] для термодинамической температуры и [nd] для безразмерных величин. Использование таких обозначений ограничено аналитическими размерами, когда они используются и указаны в квадратных скобках, поскольку обозначения могут иметь несколько иных значений, когда они приводятся без скобок;

3.2.2 глубина вмятины, d [L], сущ.— оставшаяся после вдавливания глубина, которую образовывает индентор после снятия нагрузки, прикладываемой в течение испытания вдавливанием квазистатической нагрузкой, либо – оставленная ударяющим телом после проведения ударного воздействия в ходе испытания на удар падающим грузом. Глубину вдавливания определяют как наибольшее расстояние в направлении под прямым углом к лицевой поверхности образца от самой низкой точки вмятины до плоскости поверхности вдавливания или удара, которую не затронула вмятина;

3.2.3 номинальное значение, сущ. — значение, созданное искусственно, и приписываемое количественно измеримой величине в целях удобства обозначения. В отношении номинального значения можно устанавливать допуски для определения допустимого диапазона соответствующей величины;

3.2.4 зафиксированное контактное усилие, F [MLT– 2], сущ. — усилие, которое оказал индентор на образец в течение испытания вдавливанием квазистатической нагрузкой, либо - усилие, оказанное на образец ударяющим телом, в ходе испытания на удар падающим грузом, согласно показаниям на динамометре;

3.2.5 наконечник, сущ. — деталь или компонент индентора или ударяющего тела, которая (ый) соприкасается сначала с образцом в ходе испытания вдавливанием квазистатической нагрузкой или при испытании на удар падающим грузом.

3.3 Условные обозначения:

3.3.1 E — потенциальная энергия ударяющего тела до падения;

3.3.2 t — толщина облицовочного покрытия слоистой конструкции после удара.

ДА.2 **5. Значение и применение**

5.1 В данной практике указаны дополнительные инструкции, которые позволяют при помощи Методики испытаний D6264/D6264M (на квазистатическое вдавливание) иD7136/D7136M (на испытание на удар падающим грузом) установить свойства стойкости к повреждениям у многослойных структур. Восприимчивость к повреждению по причине воздействия сосредоточенных поперечных усилий является одной из главных характеристик в технических решениях множества конструкций, изготовленных из многослойных композитов. Наличие сведений о свойствах стойкости к повреждениям у многослойных панелей представляет практическую ценность для разработки изделия и отбора материалов.

5.2 Испытание стойкости к повреждениям у многослойной структуры может послужить нескольким задачам:

5.2.1 количественное определение воздействия геометрических параметров граней, схемы укладки граней, сопряжения заполнителя с гранями, геометрических параметров заполнителя (размер ячейки, толщина стенки ячейки, толщина заполнителя и пр.), плотность заполнителя, прочность заполнителя, переменные при обработке и изменчивость условий среды, все эти воздействия сказываются на свойствах стойкости к повреждениям у конкретной многослойной панели при приложении концентрированной нагрузки вдавливания, ударной силы или в условиях работы удара;

5.2.2 количественное сравнение относительных значений параметров стойкости к повреждениям у многослойных структур, которые имеют разные грани, заполнитель или клеящие вещества. Параметры реакции на нанесение повреждения могут учитывать следующее: глубина вмятины, размеры повреждения, а также местоположение(я) повреждения(ий), величины усилия вдавливания или удара, работы удара, и кроме того график зависимости силы от периода времени;

5.2.3 повреждение образца для проведения последующих испытаний оценки стойкости к повреждениям;

5.2.4 для определения конкретного порядка нанесенных повреждений (только окончательное поврежденное состояние прослеживается после приложения нагрузки испытанием на удар падающим грузом) также можно производить испытания с квазистатическим вдавливанием.

5.3 Свойства, информацию о которых получают благодаря использованию указанных практик, могут быть руководством в отношении предполагаемой стойкости к повреждениям у многослойных структур с аналогичными материалами, геометрическими параметрами, схемой укладки и пр.. Но требуется понимать тот факт, что стойкость к повреждениям у многослойных структур в значительной степени зависит от нескольких факторов, в том числе от геометрических параметров, толщины, жесткости, массы, состояния опор и т.д..

5.3.1 Значительная разница в отношениях между усилием/энергией к итоговому состоянию повреждения может иметь место по причине разности в указанных параметров. Например, те свойства, данные о которых получают при использовании образцов с опорами по краям, скорее всего будут отражать ха-

рактеристики стойкости многослойной панели в отвлечении от креплений подструктуры, когда наоборот, – при использовании образцов, опора которых обеспечена в неподвижности, скорее всего – динамику поведения панели, которая смежна с подструктурой, характеризующейся сопротивляемостью поперечной деформации.

Аналогичным образом свойства образцов для испытаний на удар, которые имеют опоры по краям, предполагаются аналогичным тем, которые имеются у многослойной панели с той же длиной и шириной, по сравнению с теми, которые имеют гораздо большие размеры, чем размеры образца для испытания, на котором имеется тенденция к отведению большей доли работы удара в область упругих деформаций.

5.3.2 Процедура А (квазистатическое вдавливание в случае использования образца, закрепленного опорами в неподвижности) считается наиболее соответствующей процедурой для проведения сравнения характеристик стойкости к повреждениям у многослойных панелей с различным материалом, геометрическими параметрами, схемой укладки и т.д. Это происходит потому, что пластина образца с неподвижно жесткой опорой сопротивляется поперечной деформации такой, при которой жесткость на изгиб у многослойных структур и геометрические параметры опоры оказывают меньшее влияние на начало проявления повреждения и поведение нарастания повреждения, чем в испытаниях, проводимых с образцом, имеющим опоры по краям. И тем не менее, необходимо отметить, что динамика поведения по стойкости к повреждениям, наблюдаемая при использовании образцов с неподвижностью, не должна точно переноситься на случаи использования образцов с опорами по краям.

Например, те многослойные конструкции, в которых используются заполнители с высокой жесткостью на сжатие или прочностью на сжатие, или же с комбинацией указанных свойств (например, пробковое дерево) могут свидетельствовать о превосходных эксплуатационных характеристиках при проведении испытаний, если образец крепят в совершенной неподвижности, но такие эксплуатационные характеристики не разрешается строго переносить на случаи применения образцов с опорами по краям, в которых жесткость заполнителя на сдвиг, прочность заполнителя на сдвиг и жесткость многослойной панели на изгиб имеют большее воздействие на результаты испытаний. Вследствие этого крайне необходимо учитывать целевую оценку и случай применения конструкции при выборе процедуры для проведения сравнительной оценки, и как таковые процедуры В и С могут оказаться более применимыми по отношению к проведению сравнительных оценок в некоторых случаях.

5.3.3 По отношению к областям применения некоторых конструкций может быть состоятельным использование в течение испытания на удар падающим грузом именно образца с неподвижностью между опорами.

Конкретные процедуры для подобного рода испытаний не рассматриваются в настоящей практике, однако может оказаться полезным общие метод, который объясняется в Процедуре С, в качестве руководства при проведении указанных выше оценок. Такие испытания надлежит выполнять с учетом предпосылок использования условий применения образцов с неподвижными опорами, к примеру, их влияние на контактные усилия и деформацию многослойного материала при ударе, а также имеющийся потенциал для повреждения аппарата для испытаний.

5.4 Типовое исполнение индентора и геометрические параметры ударяющего тела имеют незаостренные полусферические наконечники. Исторически сложилось так, что указанные геометрические параметры наконечников генерируют больший объем внутреннего повреждения по сравнению с конкретным объемом внешнего, если сравнить с тем, что наблюдалось в аналогичных случаях вдавливания и ударных нагрузок с применением остроконечных наконечников. Соответствующей альтернативой геометрическим параметрам индентора и ударяющего тела может быть такая, которая зависит от исследуемых характеристик стойкости к повреждениям.

Например, использование таких геометрических параметров, которые характеризуются наличием острого наконечника, может быть применимо в целях оценки определенных параметров стойкости к вдавливанию у облицовочных слоев.

5.5 В некоторых испытательных организациях может оказаться желательным следование данным практикам совместно с методикой испытания на проведение впоследствии испытания на стойкость к повреждениям для оценки остаточной прочности образцов, которые уже имеют повреждения конкретного типа, к примеру, определенную глубину вдавливания, геометрические параметры и форму повреждения, его местоположение и пр. В таком случае для испытательной организации следует подвергнуть испытаниям несколько образцов или крупногабаритную панель - выполнить несколько надавливаний или ударов, или же и первое, и второе при различных уровнях работы энергии с применением настоящих практических указаний. На следующем этапе возможно вывести отношение между энергией или силой, а также желаемым параметром повреждения. Последующие испытания остаточной прочности на сжатие могут быть выполнены впоследствии при использовании образцов, которые имеют повреждения, с применением интерполированной энергии или уровня силы, предполагаемого для формирования искомого состояния повреждения.

ДА.3 **6. Мешающие воздействия**

6.1 Линейная характеристика многослойного образца по отношению к усилию или воздействию удара в поперечной плоскости зависит от множества факторов, например, от материала, толщины, схемы укладки граней, толщины слоев граней, плоскостность поверхностей граней, клеящего вещества для крепления граней с заполнителем, толщины клеевого слоя, материала заполнителя, геометрических параметров заполнителя (размера, толщины стенки ячейки, толщины заполнителя и т.д.), плотности заполнителя, содержания пустот в гранях, в клеящем веществе, от условий среды, геометрических параметров панели, массы ударяющего тела, геометрической формы наконечника, соотношения "диаметр наконечника к размеру ячейки заполнителя", скорости и работы удара, а также - от граничных условий. Вследствие этой причины сравнения нельзя производить между многослойными конструкциями, если не используются идентичные конфигурации, условия испытаний, а также конфигурации многослойных конструкций. Свойства стойкости к повреждениям могут варьироваться в зависимости от процесса обработки и схемы построения (к примеру, преждевременное схватывание/клеевое соединение по сравнению с одновременно склеенными гранями).

6.2 Подготовка материала и образца — практические методы изготовления материала ненадлежащего качества, недостаточность контроля за соосностью волокон, а также повреждение, которое наносится при недолжной механи-

ческой обработке образца - вот те известные причины, которые приводят большому разбросу данных по композитам в большинстве случаев. К конкретным факторам у материалов, которые воздействуют на композиционные материалы из многослойных структур, относятся вариативность по плотности заполнителя и степень отверждения смолы, как в матрице облицовочного материала, так и у клеящего вещества заполнителя. Важные аспекты подготовки образца из многослойной панели, которые привносят свой вклад в разброс по данным, - это неполное или неравномерное клеевое соединение заполнителя с гранями, несоосность заполнителя с элементами граней, а также наличие стыков, пустот и прочих несплошностей заполнителя и граней, поперечной кривизны, различных толщин граней и шероховатость поверхности.

6.3 Характеристики опорного фитинга — на результатах сказывается геометрическая форма опорного фитинга, его материал, а также стойкость к изгибающему усилию. На результаты испытаний оказывают свое влияние жесткость опорного фитинга и его составных элементов (например, опорной пластины, деталей ограничения смещения), которые соотносятся как с жесткостью на изгиб, так и с жесткостью к сдвигу по толщине у образца из многослойного материала. На результаты испытаний, полученные при использовании образца с опорами по краям, влияют размеры выреза опорного фитинга.

Испытания на удар падающим грузом испытывают на себе влияние жесткости поверхности, на которой находится опорный фитинг, а также - местоположения хомутов опорного фитинга, их геометрической формы и усилия сжатия.

6.4 Неразрушающий контроль — результаты неразрушающего контроля (НК) испытывают на себе влияние определенного используемого метода, естественной изменчивости метода НК, а также зависят от стажа НК, имеющегося у дефектоскописта и т.д. Для оценивания разных режимов повреждений, которые имеют место при испытаниях многослойных материалов на стойкость к повреждениям, могут потребоваться различные методы НК. Местоположение разрушения также может влиять на выбор методик НК.

6.5 Окружающая среда — на результатах сказываются условия окружающей среды, в которых проводятся испытания. Наиболее ответственные условия среды испытаний требуется оценивать для каждой отдельной комбинации материала заполнителя, материала граней, а также клеящего вещества в сопряжении заполнителя с гранями (если используется).

6.6 Вдавливание, ударное воздействие и релаксационные свойства — различные материалы заполнителя могут проявлять разные свойства при вдавливании, ударе и свидетельствовать о разных релаксационных свойствах в образовавшейся вмятине, механизмов разрушений и местах проявления таких разрушений. К примеру, заполнители, характеризующиеся хрупкостью (например, стекловолоконные ячеистые или вспененные) могут раскалываться после удара, тем самым позволяя граням распрямляться вновь до той формы, которая была до удара, с минимальной остаточной вдавленностью. И наоборот, другие заполнители (например, арамидные или алюминиевые ячеистые конструкции) могут разламливаться и оставаться приклеенными к граням после удара, что в результате дает геометрические параметры вмятины, которые можно замерить. В то время, как непосредственно после удара начинается процесс релаксации вмятины, как темп релаксации, так и время, требуемое для достижения равновесного состояния, могут отличаться в зависимости от опре-

деленного материала заполнителя и условий окружающей среды. К примеру, арамидные ячеистые заполнители отличаются тем, что они стремятся к большей релаксации, чем алюминиевые ячеистые заполнители, и тем самым проявляют ускоренную релаксацию в условиях более высоких температур и влажности. Аналогичным образом режим разрушения заполнителя и местоположение разрушения испытывают влияние относительных способствующих факторов напряжений изгиба, сдвига и контактных напряжений, а также сопряженных с ними свойствами заполнителя, в течение процессов вдавливания или ударного воздействия.

6.7 Прочее — дополнительные источники потенциального разброса данных задокументированы в Методике испытаний D6264/D6264M в отношении испытаний квазистатическим вдавливанием и в Методике испытаний D7136/D7136M - в отношении испытаний на удар падающим грузом.

ДА.4 **9. Калибровка**

9.1 Точность всех средств измерений должна подтверждаться калибровками, которые должны совпадать с моментом использования таких средств.

ДА.5 **12. Оценка**

12.1 Значения свойств не подлежат расчету применительно ко всем образцам, которые свидетельствуют о повреждении или разрушаются при определенном очевидном дефекте, если только такой дефект не представляет собой исследуемую переменную. Если расчеты таких значений по данному образцу не проводятся, проводят повторные испытания.

12.2 В случае, если на достаточно большом количестве образцов в выборке демонстрируется повреждение, которое имеет исходную точку или распространяется на значительное расстояние от места произведенного вдавливания, удара, то условия опор требуется пересмотреть. Учитываемые факторы должны включать в себя центровку фитинга, центровку индентора, центровку направляющей ударяющего тела, зазоры между образцом и ограничителями смещения, а также "сужение" по толщине образца.

ДА.6 **15. Точность и систематическая погрешность**

15.1 *Точность* — данные, требуемые для разработки свидетельства о точности измерений, для данной методики испытаний отсутствуют.

15.2 *Систематическая погрешность* — определить систематическую погрешность для данного метода испытаний не представляется возможным по причине отсутствия эталонных данных в нормативных ссылках.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного регионального стандарта

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура регионального стандарта ASTM D7766/D7766M – 11
1 Область применения (1)	1 Область применения
2 Нормативные ссылки (2)	2 Нормативные ссылки
[1)]	3 Терминология
3 Сущность метода (4)	4 Сводная информация по методу испытаний
[2)]	5 Значение и применение
[2)]	6 Мешающие воздействия
4 Оборудование (7)	7 Аппаратура
5 Подготовка к проведению испытания[3)](–) 5.1 Общие положения 5.2 Подготовка образцов (8) 5.3 Условия кондиционирования (10)	8 Отбор образцов и образцы для испытаний
[2)]	9 Калибровка
[4)]	10 Поддержание температурно-влажностного режима
6 Проведение испытания (11)	11 Процедура
[1)]	12 Оценка
7 Обработка результатов (13)	13 Обработка результатов
8 Протокол испытания (14)	14 Протокол
[5)]	15 Точность и систематическая погрешность
[6)]	16 Ключевые слова
Приложение А Типы повреждений при проведении испытаний	
Приложение ДА Оригинальный текст невключенных структурных элементов	
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного регионального стандарта	
Приложение ДВ Оригинальный текст модифицированных структурных элементов	

[1)] Данный раздел исключен, т.к. носит справочный характер.

[2] Данный раздел исключен, т.к. носит поясняющий характер.

[3] Включение в настоящий стандарт данного раздела обусловлено необходимостью приведения его в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5.

[4] Положения данного раздела размещены в других разделах настоящего стандарта.

[5] Данный раздел исключен, т.к. в нем отсутствуют требования к точности, не указаны нормы по погрешности и ее составляющих данных методов испытаний.

[6] Данный раздел приведен в соответствие с требованиями ГОСТ Р 1.5 (подпункты 5.6.2).

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

Приложение ДВ
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов

ДВ.1 1.1 В данной практике приведены указания к изменению методик испытаний квазистатическим вдавливанием на поверхность многослойного материала и ударным воздействием падающим грузом в целях определения свойств стойкости к повреждениям у многослойных конструкций. Среди допустимых форм материала заполнителя – сплошные клеевые поверхности (к примеру, пробковое дерево и поропластик), а также поверхности, с прерывистыми клеевыми соединениями (например, ячеистый, ферменный и армированный заполнитель).

1.2 Данная практика дополняет Методику испытаний D6264/D6264M (на квазистатическое вдавливание) и D7136/D7136M (на испытание на удар падающим грузом) положениями применительно к испытанию образцов со слоистой структурой. Некоторые немаловажные параметры образцов для испытаний (например, толщина облицовки, толщина и плотность заполнителя) данной практикой не рассматриваются; и тем не менее, повторяемость результатов требует указания и протоколирования подобных параметров.

1.3 Предусмотрены три процедуры для испытаний. Процедуры А и В относятся к процедурам испытаний D6264/D6264M в отношении условий испытаний, в которых образец крепится на опорах в неподвижности и предусматривает опирание по краям, соответственно. Процедура С - к процедурам испытаний D7136/D7136M. Все три указанные процедуры являются соответствующими для нанесения повреждения по отношению к образцу со слоистой структурой в подготовке к последующему испытанию на стойкость к повреждениям.

1.4 В общем, процедура А считается наиболее соответствующей для сравнительной оценки стойкости к повреждениям по той причине, что имеется сниженный показатель влияния жесткости при изгибе и меньшие характеристики опорного фитинга после образования повреждения. И тем не менее, требуется производить отбор процедуры для испытаний и сопряженных с ней условий для опор с учетом условий конструкции, предполагаемой к применению по назначению, и как таковые в некоторых случаях процедуры В и С могут оказаться более применимыми по отношению к проведению сравнительных оценок.

1.5 Значения, указанные в единицах СИ или единицах английской системы мер (дюймах/фунтов), должны рассматриваться отдельно в качестве стандартных. Значения, указанные в каждой системе измерений, не являются точными эквивалентами друг друга; по этой причине каждая система измерений должна использоваться независимо от другой. При объединении значений из двух систем может иметь место несоответствие со стандартом.

1.5.1 В тексте значения, выраженные в английской системе единиц, приведены в скобках.

1.6 Данный стандарт не предполагает освещения всех положений касательно безопасности, если таковые имеются, которые сопряжены с его исполь-

зованием. Организация мероприятий по обеспечению надлежащей безопасности и гигиены труда и определение применимости нормативных ограничений перед использованием данного стандарта является ответственностью пользователя данного стандарта.

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

ДВ.2 2.1 Стандарты ASTM:

C274 Конструкционные слоистые структуры. Термины;

D792 Стандартная методика определения плотности и удельного веса (относительной плотности) пластиковых масс по объему вытесненной жидкости;

D883 Пластмассы. Термины;

D3171 Стандартная методика испытаний. Содержание компонентов композитных материалов;

D3878 Композитные материалы. Термины;

D5229/D5229M Методика испытания свойств влагопоглощения и приведения в сбалансированное состояние для композиционных материалов с полимерной матрицей;

D6264/D6264M Методика измерения стойкости к повреждениям у композиционных материалов с полимерной матрицей, армированных волокном, под воздействием квазистатического нагружения сосредоточенной силой вдавливания;

D7136/D7136M Методика измерения стойкости к повреждениям композиционного материала с полимерной матрицей, армированного волокном, при помощи ударного воздействия падающим грузом;

E6 Методика механических испытаний. Термины;

E177 Практика использования терминов "прецизионность" и "систематическая погрешность" в методиках испытаний ASTM;

E456 Терминология, относящаяся к качеству и статистике;

E2533 Руководство к проведению неразрушающего контроля композитов с полимерной матрицей, используемых в авиационно-космической отрасли;

2.2 *Стандарты ВПК:*

MIL-HDBK-17-3F Справочник по композиционным материалам, том 3. Использование, конструирование и расчеты композиционных материалов с полимерной матрицей

MIL-HDBK-728/1 Неразрушающий контроль

MIL-HDBK-731A Методика неразрушающего контроля композиционных материалов. Термографическое исследование

MIL-HDBK-732A Методика неразрушающего контроля композиционных материалов. Акустическое излучение

MIL-HDBK-733A Методика неразрушающего контроля композиционных материалов. Радиографический контроль

MIL-HDBK-787A Методика неразрушающего контроля композиционных материалов. Ультразвуковой контроль[4]

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

ДВ.3 4.1 *Процедура А* — в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M – но при этом образцом уже является многослойная структура –

выполнить испытание квазистатическим вдавливанием на образце, который имеет опоры, позволяющие полную неподвижность. Повреждение наносят в поперечной плоскости, сосредоточенное усилие прикладывают путем медленного нажатия с вводом в поверхность образца полусферического индентора с возможностью регулирования смещения. Стойкость к повреждениям определяют количественно в отношении получившегося размера, местоположения и типа повреждения в образце.

4.2 *Процедура В* — в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M, но при этом образцом уже является многослойная структура, выполнить испытание квазистатическим вдавливанием на образце, который имеет опоры по краям. Повреждение наносят в поперечной плоскости, сосредоточенное усилие прикладывают путем медленного нажатия с вводом в поверхность образца полусферического индентора с возможностью регулирования смещения. Стойкость к повреждениям определяют количественно в отношении получившегося размера, местоположения и типа повреждения в образце.

4.3 *Процедура С* — в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M, но при этом образцом уже является многослойная структура, выполнить испытание на ударное воздействие падающим грузом на образце, который имеет опоры по краям. Повреждение наносят в поперечной плоскости, при этом удар выполняют сосредоточенной нагрузкой падающим грузом при помощи концевой части ударника, имеющей полусферическую форму. Стойкость к повреждениям определяют количественно в отношении получившегося размера, местоположения и типа повреждения в образце.

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

ДВ.4 7.1 *Общие сведения об аппаратуре*:

7.1.1 *процедура А* — в общих случаях использовать аппаратуру в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M , которая оснащается плоской и жесткой опорой;

7.1.2 *процедура В* — в общих случаях использовать аппаратуру в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M, у которой опоры по краям имеют одну пластину с диаметром отверстия 125,0 ± 3,0 мм [5,00 ± 0,10 дюйма]. Могут быть уместны альтернативные геометрические формы отверстия - в зависимости от геометрических параметров образца из многослойного материала (в особенности, - от его толщины), жесткости на изгиб, жесткости по всей толщине в отношении сдвига и т.д. Может потребоваться использование альтернативных геометрических параметров для недопущения разрушения заполнителя в том месте, где он примыкает к краевой опоре, в том случае, если заполнитель имеет недостаточную прочность на сжатие или сдвиг. Испытания, которые проводились с использованием материалов с альтернативной формой отверстия, должны иметь обозначения соответственно, при этом зафиксировать документально такую форму отверстия и занести в протокол со всеми результатами испытаний.

7.1.3 *процедура С* — в общих случаях использовать аппаратуру в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M, с опорами по краям, которые используют пластину с прямоугольным вырезом. Такой вырез, имеющийся в пластине, должен иметь размеры 75 ± 1 мм x 125 ± 1 мм [3,0 ± 0,05 дюйма x 5,0 ± 0,05 дюйма]. Для ограничения смещения образца использовать хомуты при

ударном воздействии на него. Могут быть уместны альтернативные геометрические формы выреза и условий опор - в зависимости от геометрических параметров образца из многослойного материала (в особенности, - от его толщины), жесткости на изгиб, жесткости по всей толщине в отношении сдвига и т.д. Может потребоваться использование альтернативных геометрических параметров для недопущения разрушения заполнителя в том месте, где он примыкает к краевой опоре, в том случае, если заполнитель имеет недостаточную прочность на сжатие или сдвиг. Испытания, проводимые при использовании альтернативных геометрических параметров вырезов или условий для опор, либо комбинации указанных, требуется обозначить так, чтобы со всеми результатами испытаний в протоколе было указание на геометрические параметры выреза и условия опор.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. В том случае, если измеренная площадь повреждения превышает половину ширины образца в месте отсутствия опоры, то рекомендуется рассмотреть альтернативные варианты образца и опорного фитинга, размеры которых являются бОльшими и они могут вместить бОльшие площади повреждений без значительного взаимодействия с условиям, которые проявляются с опор, расположенных по краям образца.

7.2 *Наконечник индентора или ударяющего тела*:

7.2.1 *процедуры А и В* — типовой наконечник индентора должен удовлетворять требованиям Методики испытаний D6264/D6264M;

7.2.2 *процедура С* — типовой наконечник индентора должен удовлетворять требованиям Методики испытаний D7136/D7136M.

7.2.3 Альтернативные геометрические параметры наконечников могут быть состоятельны в зависимости от характеристик заполнителя. Например, может потребоваться использование наконечника большего размера в диаметре для обеспечения вдавливания на нескольких ячейках или ударного воздействия на них при испытании ячеистого заполнителя.

И наоборот, использование таких геометрических параметров, которые характеризуются наличием острого наконечника, может быть применимо в целях оценки определенных параметров стойкости к вдавливанию у облицовочных слоев. Кроме того, альтернативная геометрическая форма наконечника допустима для исследования соотношений между видимой геометрией повреждения (например, глубины вмятины, диаметра вмятины), а также состояния внутреннего повреждения. Испытания, которые проводились с использованием материалов с альтернативной формой наконечника, должны иметь соответственные обозначения, при этом зафиксировать документально такую форму наконечника и занести в протокол со всеми результатами испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Поведение по отношению к стойкости к повреждениям и сопротивляемости режимам разрушения может варьироваться в зависимости от диаметра наконечника у используемого средства. Например, уменьшение диаметра наконечника в инструменте вдавливания или ударного воздействия при условии испытания с образцом, имеющим опоры на краях, может привести к тому, что характеристики стойкости к повреждениям, которые преимущественно связаны со свойствами заполнителя на сдвиг, станут уже преимущественно свойствами заполнителя на сжатие.

7.3 *Глубиномер вмятины* — глубину вмятины измеряют при помощи индикаторного глубиномера для обеспечения возможности одновременного определения периметра вмятины. Измерительный наконечник должен иметь сфери-

ческий конец с максимальным радиусом кривизны 8,0 мм (0,35 дюйма). Измерительный прибор с точностью ± 25 мкм [± 0,001 дюйма] является предпочтительным для измерения глубины.

Примечание – Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 (подраздел 7.9.6).

ДВ.5 8.1 Отбор образцов — провести испытания не менее пяти образцов на одно условие для испытаний до получения приемлемых результатов посредством использования меньшего количества образцов, как в случае расчетного эксперимента. Применительно к статистически значимым данным надлежит справляться с процедурами, указанными в документе "Практика" E122. Занести в протокол способ отбора образцов.

8.2 Размеры образцов:

8.2.1 процедуры A и B — размеры образцов должны удовлетворять требованиям Методики испытаний D6264/D6264M, при этом толщина образца должна быть равна толщине многослойной панели.

8.2.2 процедура C — размеры образцов должны удовлетворять требованиям Методики испытаний D7136/D7136M, при этом толщина образца должна быть равна толщине многослойной панели.

8.2.3 Альтернативные размеры образца могут быть состоятельными при том условии, если геометрические параметры опор по краям отличаются от параметров, указанных в пп. 7.1.

Испытания, которые проводились с использованием материалов с альтернативными размерами образцов, должны иметь соответственные обозначения, при этом зафиксировать документально такие размеры занесением в протокол со всеми результатами испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. Допускается ударное воздействие на панель с размерами больше указанных, а затем разрешается произвести вырез образцов (с расположением вдавливания или нанесения удара по центру) для последующего испытания с определением остаточной прочности по мере того, как используемые размеры панелей и процедуры фиксируют в качестве вариации по отношению к данной методике. Ударная нагрузка на более крупную панель может поспособствовать снятию взаимодействия между условиями, имеющимися по краям, а также для снятиях механизмов формирования повреждений.

8.3 Схема укладки — в целях сравнительного отсева по стойкости к повреждениям у различных материалов типовой образец определяется следующим образом:

8.3.1 Лента из однонаправленного материала — многослойная конструкция должна состоять из облицовочных однонаправленных слоев и заполнителя. Для разных номинальных толщин отвержденных слоев рекомендованные значения см. в табл. 1.

8.3.2 Тканый материал — многослойная конструкция должна состоять из однонаправленных слоев ткани и заполнителя. Рекомендованные схемы укладки по отношению к различным толщинам условно затвердевших слоев указаны в табл. 2, при помощи маркировки (+45/-45) и (0/90), которые представляют собой один слой тканого материала с волокнами связок и уточных свивок, которые направлены под различным углом. Слоистые материалы на тканевой основе с переплетением атласного типа должны иметь симметричную структуру продольных волокон, если в протоколе не указано и не отмечено иное.

8.3.3 Альтернативные схемы укладки — панели из многослойных материалов, изготовленные с применением других схем укладки облицовочных слоев или с другой ориентацией волокон, можно оценить на стойкость к повреждениям при помощи данной практики. Испытания, которые проводились с использованием материалов с альтернативными схемами укладки должны иметь обозначения соответственно, при этом зафиксировать документально такую схему укладки и занести в протокол со всеми результатами испытаний.

8.3.4 Заполнитель — типовая многослойная конструкция изготавливается на основе заполнителя толщиной 13,0 ± 0,1 мм [0,500 ± 0,005 дюйма].

Испытания, которые проводились с использованием с альтернативными толщинами заполнителя, должны иметь соответственные обозначения, при этом зафиксировать документально такие толщины заполнителя в протоколе со всеми результатами испытаний.

8.3.5 Клеящее вещество (адгезив) — адгезив может использоваться в местах сопряжения заполнителя с гранями. В случае использования применяемый материал адгезива, толщина слоев, а также вес адгезива на площадь вместе с количеством его прослоек требуется отражать в протоколе со всеми результатами испытаний.

8.4 Подготовка образца — в руководящем документе D5687/D5687M освещаются рекомендованные методики подготовки образцов – и в тех случаях, когда это целесообразно, ему надлежит следовать.

8.4.1 Изготовление панелей — регулирование ориентации волокон является очень важным фактором. В случае некорректной ориентации волокон это скажется на измеренных параметрах. В случае ошибочной ориентации волокон также увеличивается коэффициент вариации. Запротоколировать способ изготовления панелей.

Образцы должны иметь равномерное поперечное сечение по всей поверхности и не должны иметь сужение по толщине более 0,08 мм [0,003 дюйма] в любом направлении по длине и ширине образца. ЕСТЬ В ОБОИХ СТАНДАРТАХ!!!

8.4.2 Методика механической обработки — для данного образца чрезвычайно важной является такая подготовка. При резке образцов из крупноразмерных панелей необходимо соблюдать меры предосторожности во избежание надрезов, подрезов, неровных или шероховатых поверхностей или расслоений и расклеев по причине использования несоответствующих методов механической обработки. Получить окончательные размеры методом прецизионного выпиливания, фрезерования или выточки с подводом воды в качестве смазки. чрезвычайную эффективность продемонстрировало использование алмазного инструмента (а также гидроабразивного инструмента) в отношении многих систем материалов. Торцы должны быть плоскими и параллельными, а также не выходить за пределы заданных допусков. Допуски на механическую обработку, а также требования к финишной обработке облицовочной поверхности принимаются согласно Методике испытаний D6264/D6264M по отношению к образцам по процедуре A и B и в Методике испытанийD7136/D7136M – по отношению к образцам по процедуре C. Записать способ резки образцов и зафиксировать в протоколе.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. Изначальная механическая обработка панелей является менее критичной при условии, если испытывается на удар панель с размерами более указанных. Достаточно части применяют “грубую обработки” для

торцов более крупных панелей до начала ударного воздействия, а уже затем с точностью прирабатывают их при извлечении образцов для последующего испытания на остаточную прочность, как указано в прим. 3.

8.4.3 Маркировка — промаркировать образцы-пластины таким образом, чтобы они отличались друг от друга и обеспечивалась обратная прослеживаемость к исходным материалам и отсутствовало влияние на испытания, или чтобы испытания не затрагивали маркировку.

10. Поддержание температурно-влажностного режима (кондиционирование)

10.1 Для кондиционирования образца перед началом испытания рекомендуются условия равновесного влагосодержания при заданной относительной влажности, установленной в методе испытаний D5229/D5229M; однако, если заказчик испытаний не требует конкретных условий кондиционирования образца перед испытанием, кондиционирование не производится, и образцы испытывают непосредственно после подготовки.

10.2 Предварительное кондиционирование образцов, включая указанный уровень воздействия окружающей среды и получившееся влагосодержание, включается в протокол наряду с данными самих испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. Термин "влажность", используемый в методе испытаний D5229/D5229M, охватывает не только пары жидкости и конденсат, но и саму жидкость в больших объемах, например, при погружении.

10.3 При отсутствии специального кондиционирования, в протокол заносится следующая информация: образец - "без кондиционирования", влагосодержание - "неизвестно".

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

ДВ.6 11.1 Параметры, определяемые до испытания:

11.1.1 процедура A — до начала испытания установить параметры в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M. Указать конфигурацию опор образца с обеспечением его неподвижности;

11.1.2 процедура B — до начала испытания установить параметры в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M. Указать конфигурацию опор образца с по его краям;

11.1.3 процедура C — до начала испытания установить параметры в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M.

11.2 Общие указания:

11.2.1 В протоколе необходимо указать любые отступления от данной практики, намеренные или неизбежные.

11.2.2 В случае необходимости протоколирования удельного веса, плотности, объема материала армирования или содержания пустот, то получить данные на основании результатов испытаний тех же испытуемых панелей.

ТАБЛИЦА 1. Рекомендованные укладки для различных номинальных толщин отвержденных слоев, лента из однонаправленного материала

ПРИМЕЧАНИЕ — адгезив может использоваться в соответствующих случаях в местах сопряжений заполнителя с гранями.

Номинальная толщина отвержденного слоя,		Кол-во слоев на грань	Схема укладки
минимальная, в мм [в дюймах]	максимальная, в мм [в дюймах]		
0,085 [0,0033]	0,15 [0,006]	8	[45/0/-45/90/90/-45/0/45/заполнитель/45/0/-45/90/90/-45/0/45]
0,15 [0,006]	0,25 [0,010]	4	[45/0/-45/90/заполнитель/90/-45/0/45]
0,085 [0,0033]	0,13 [0,005]	8	[((45/-45)/(0/90))2S/заполнитель/((45/-45)/(0/90))2S]
0,13 [0,005]	0,18 [0,007]	6	[(45/-45)/(0/90)/((45/-45)/(0/90))S/заполнитель/((45/-45)/(0/90))S/(0/90)/(45/-45)]
0,18 [0,007]	0,25 [0,010]	4	[(45/-45)/(0/90)/(0/90)/(45/-45)/заполнитель/(45/-45)/(0/90)/(0/90)/(45/-45)]
0,25 [0,010]	0,50 [0,020]	2	[(45/-45)/(0/90)/заполнитель/(0/90)/(45/-45)]

Удельный вес и плотность может быть оценены при помощи Методики испытаний D792. Объемный процент элементов состава можно рассчитать по одной из процедур, указанных в Методике испытаний D3171.

11.2.3 После окончательной механической обработки образца, но до начала кондиционирования выполнить основополагающий неразрушающий контроль образца для выявления дефектов или недостатков, которые могут иметь место, до начала вдавливания или испытания на удар. Разнообразие методов НК позволяет определять как поверхностные, так и внутренние дефекты в композиционных материалах из многослойных конструкций. Визуальный осмотр и капиллярная дефектоскопия могут применяться для определения дефектов поверхности, когда более сложные технологии требуются для определения дефектов внутри материала, например, трещин, щелей, расслоений и расклеев.

Среди указанных методов: УЗК, РК, термографическое исследование, акустическое излучение, модальное исследование (например, проверка простукиванием), а также метод токовихревой дефектоскопии. Руководство по имеющимся методам и отбор соответствующей методики для определенных случаев использования композиционных материалов из многослойных конструкций указан в Руководстве E2533, а также в разделе 7.4.2 стандарта MIL-HDBK-17-3F.

Основные принципы и процедуры для указанной методике освещаются в серии стандартов MIL-HDBK-728/1 , а более конкретные сведения касательно теории и интерпретации данных см. в MIL-HDBK-731A в отношении термографического исследования, в MIL-HDBK-732A в отношении акустического излучения, в MIL-HDBK-733A в отношении радиографического контроля и в MIL-HDBK-787A в отношении ультразвукового контроля. Зафиксировать метод(ы), техническую информацию (технические условия), а также параметры, которые использовались в ходе оценки (оценок) методом НК.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. Методы НК, которые указаны в Руководстве E2533, а также в MILHDBK-173F , каждый из которых имеет индивидуальные свойства в отношении восприимчивости к различным типам повреждений, местоположению повреждений, к способности определения различных типов повреждений в трех измерениях и т.п. В некоторых ситуациях может потребоваться использование сочетания методов проведения НК для того, чтобы надлежащим образом произвести характеристики состояния повреждения в трех осях измерений (например, если имеются как расслоения граней, так и расклеи соединений грани с заполнителем). Так повелось исторически, что методика ультразвукового контроля доказала максимальную эффективности при обнаружении повреждений в гранях многослойных конструкций. Термографический и ширографический методы эффективны при обнаружении расклеев соединений граней с заполнителем, когда радиографический контроль, метод компьютерной томографии и сквозного ультразвукового исследования - в случае повреждений и дефектов заполнителя.

11.2.4 Проводят кондиционирование образца согласно требованиям. Образцы хранят в кондиционированной атмосфере до начала испытания в случае, если условия испытаний отличаются от условий кондиционирования.

11.2.5 После окончательной механической обработки образца и всех этапов кондиционирования, но до начала проведения всех испытаний, замерить ширину, w, и длину, l, образца в двух точках вблизи того места, которое предполагается повредить. Толщину образца измеряют в четырех точках вблизи места удара и фиксируют среднее значение четырех измерений. Точность всех измерений должна составлять 1 % от значения размера. Занести в протокол размеры с точностью до трех значимых порядков в миллиметрах [дюймах].

11.3 Условия испытаний — если возможно, проводить испытания образцов в условиях, когда образец подвергнут уровню той же рабочей среды, который использовался в момент подготовки образца под определенные условия. И тем не менее, в таких случаях, как - например - испытания в условиях повышенной температуры в условиях влажности образца установить нереалистичные требования к возможностям камер с регулируемой атмосферой обычных камер для моделирования условий окружающей среды. В таких случаях может потребоваться изменения условий для проведения механических испытаний, например, при испытании в условиях повышенных температур при условии отсутствия регулировки времени воздействия рабочей жидкости, но с установленным лимитом по времени для проведения испытания, когда образец извлекают из камеры кондиционирования. Зафиксировать в протоколе все изменения условий среды для испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. При испытании кондиционированного образца при повышенной температуре без контроля воздействия жидкости, процентное снижение влагосодержания образца перед завершением испытания можно оце-

нить путем помещения кондиционированного контрольного образца известной массы в испытательную камеру одновременно с образцом для испытаний. По завершении испытания контрольный образец извлекают из камеры, взвешивают и рассчитывают массовый процент влагосодержания.

11.4 Процедура проведения испытаний:

11.4.1 процедура А — для испытаний с применением квазистатической нагрузки вдавливания в случае образцов многослойных конструкций с опорами, обеспечивающим его неподвижность подготовка аппарата для испытаний, установка образца, фиксация данных о нагружении и регистрация данных испытания должны производиться в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M.

Предлагаемые темпы смещения типовой траверсной головки составляет 0,25 мм/мин [0,01 дюйма/мин] для заполнителей с высокой прочностью на сжатие (например, пробковое дерево) и 1,25 мм/мин [0,05 дюйма/мин] для заполнителей с низкой прочностью на сжатие (к примеру из пеноматериалов, ячеистые заполнители).

Во избежание повреждения аппарата для испытаний данное испытание нужно прекращать до того момента, как происходит проникновение в облицовочный слой многослойной конструкции.

Скорость снятия нагрузки должна совпадать со скоростью нагружения.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. В отношении некоторых многослойных конструкций линейная характеристика зависимости силы от смещения, которая наблюдается у образцов с жесткой опорой в неподвижном состоянии, проведение испытаний по процедуре А может стать более тонко имитирующей ту линейную характеристику, которая имеется в случае образцов с опорой по краям, указанной в Методике испытаний D6264/D6264M, в которой резкие перепады в силе могут в итоге иметь место, если индентор проникает внутрь и затрагивает облицовочную грань материала. И наоборот, многослойные конструкции, которые используют заполнители с высокой прочностью на сжатие (например, пробковое дерево) могут свидетельствовать о линейной характеристике зависимости силы от смещения, в случае образцов с жесткой опорой в неподвижном состоянии, как указано в Методике испытаний D6264/D6264M;

11.4.2 процедура В — для испытаний с применением квазистатической нагрузки вдавливания в случае образцов многослойных конструкций с опорами по краям, его неподвижность подготовка аппарата для испытаний, установка образца, скорость испытания, фиксация данных о нагружении и регистрация данных испытания должны производиться в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M. Предлагаемые скорости смещения типовой траверсной головки составляют 1,25 мм/мин [0,05 дюйма/мин]. Скорость снятия нагрузки должна совпадать со скоростью нагружения;

11.4.3 процедура С — для ударного воздействия падающим грузом на образцы из многослойных материалов установка образца, подготовка ударяющего тела, порядок фиксации данных об ударе и регистрации данных производятся в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M, кроме расчета работы удара, который выполняют согласно указаниям в пп. 13.1.

11.5 Глубина и диаметр вмятины — произвести измерение глубины вмятины в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M для образцов по процедуре А и В, а также в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M для образцов по процедуре С. Кроме того, измерить диаметр

вмятины при помощи глубиномера, как указано в пп. 7.3. Измерение диаметра вмятины производить непосредственно после снятия усилия вдавливания по отношению к образцам, испытуемым по процедуре A и B, или же непосредственно после ударного воздействия применительно к образцам, испытуемым по процедуре C. Как изображено на рис. 1, периметр вмятины устанавливают по измерениям в восьми точках, которые соотносятся с центром образца. Периметр вмятины определяют, начиная с точки, удаленной от центра образца на 25...50 мм [1,0 - 2,0 дюйма], в которой поверхность образца в точности плоская, обнуляют показания глубиномера, а затем перемещают глубиномер к центру образца. Точка на периметре определяется как местоположение, из которого начинается изменение измеренной глубины. Установить наибольший диаметр вмятины, как указано на рис. 1. Для характеристики периметра вмятины в отношении нестандартных укладок или ориентаций волокон, или сочетания указанного могут потребоваться иные точки выполнения измерений. При другом подходе для определения периметра вмятины и расчета диаметра вмятины можно использовать алгоритмы автоматизации.

11.6 Релаксация вмятины— с течением времени или в условиях воздействия окружающей среды глубины вмятины может уменьшиться вследствие релаксации композиционного материала. Если желательно получить данные о кратковременной релаксации вмятины, то измерить глубину и диаметр вмятины через 7 суток после испытаний, см. пп. 11.5. Зафиксировать глубину, диаметр вмятины, период времени, прошедший после испытания, в который было выполнено измерение, а также условия среды до начала измерения.

11.7 Неразрушающий контроль:

11.7.1 Оценить степень и место повреждения, которое было вызвано вдавливанием или ударной нагрузкой при помощи методик неразрушающего контроля (НК). Следовать методу(ам) НК, технической информации (техническим условиям), а также учитывать параметры, которые удовлетворяют методам, используемым для оценки образца до начала испытаний, указанным в пп. 11.2.3. Зафиксировать метод(ы), техническую информацию (технические условия), а также параметры, которые использовались в ходе оценки (оценок) методом НК.

11.7.2 Замерить и зафиксировать геометрические размеры и места обнаруженного повреждения в соответствии с Методикой испытаний D6264/D6264M для образцов по процедуре A и B, а также в соответствии с Методикой испытаний D7136/D7136M для образцов по процедуре C.

11.7.3 Зафиксировать наблюдаемый режим(ы) повреждения по отношению к образцу, а также поверхность(и) или расположение(я) повреждения(ий) поперек слоя, либо сочетание первого и последнего, при которых наблюдается наступление режимов повреждений. В поврежденном (разрушенном) образце могут иметь место несколько режимов разрушений. На рис. 2 приводится иллюстрация наиболее часто наблюдаемых режимов повреждений при проведении испытаний на стойкость конструкций из многослоистых материалов к повреждениям. На рис. 3 определены местоположения, в которых можно найти повреждение, которое было оставлено вдавливанием индентора или ударом груза по многослойному материалу. Следует отметить то, что по сравнению с характеристикой повреждения от вдавливания на слоистом материале и ударным воздействием, которые выполняются согласно Методике испытаний D6264/D6264M и Методике испытаний D7136/D7136M, имеются девять мест по-

тенциальных повреждений (два на гранях, два - в местах сопряжения граней с заполнителем, два - в слоях адгезива, два - в местах сопряжений адгезива с заполнителем, а также – в заполнителе).

ПРИМЕЧАНИЕ 9. В том случае, если образцы не используются для последующих оценок остаточной прочности, то для характеризации о режимах, размерах и нахождении повреждений поперек толщины слоя для практической цели можно произвести разбиение образцов на секции (участки).

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

ДВ.7 13.1 Работа удара — применительно к образцам, испытываемым по процедуре С, произвести расчет уровня стандартной работы удара на основании уравнения (1), если не указано иначе. Записать рассчитанную энергию (работу) удара со значением до трех значимых порядков. Данный расчет применяется для определения уровня работы удара для образцов из многослойного материала вместо уравнения (1) из Методики испытаний D7136/D7136M. Иные значения уровней работы удара могут быть соответствующими в зависимости от геометрических параметров опор, условий опор, толщины граней, а также жесткости на изгиб у многослойных материалов и пр. Испытания, обозначать так, чтобы наряду со всеми результатами испытаний протоколировалась работа удара и высота падения груза.

$$E = CF\ t \quad (1)$$

где:

E = потенциальная энергия ударяющего тела до падения, в Дж [в дюймах-фунт-с],

CF = заданный коэффициент работы удара к толщине облицовки многослойной структуры после удара, 6,7 Дж/мм [1500 дюймов-фунт-с/дюйм], а также

t = номинальная толщина облицовки многослойной структуры после удара, в мм [в дюймах.]

13.2 Произвести оставшиеся расчеты, которые указаны в Методике испытаний D6264/D6264M для испытаний по процедуре А и В, а также в Методике испытаний D7136/D7136M для испытаний по процедуре С.

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

ДВ.8 14.1 В протоколе необходимо отразить все соответствующие параметры, согласно требованиям Методики испытаний D6264/D6264M для испытаний по процедуре А и В, а также согласно Методике испытаний D7136/D7136M – для испытаний по процедуре С.

14.2 Кроме того, внести в протокол следующие сведения или справочные документы, которые указывают на иную документацию, в которой можно найти такие сведения, в максимально возможном объеме (предоставление данных, которые не зависят от конкретной испытательной лаборатории, как например, те данные, что могут иметь место в части подробных сведений о материале или о параметрах изготовления панелей, вверяется в ответственность лица, кто затребовал данное испытание):

14.2.1 ревизию или дату выпуска настоящей практики;

14.2.2 любые изменения касательно данной практики, нештатные случаи, которые зафиксированы во время проведения испытаний или проблемы с оборудованием, которые имеют место во время испытаний;

14.2.3 маркировку всех составляющих материала - в части испытуемого многослойного образца, включая для каждой составляющей: ТУ на материал, тип материала, обозначение материала у завода-изготовителя, номер партии или серии, источник (если отличен от места изготовления), дату сертификации и срок окончания сертификата;

Для каждого материала облицовочного слоя отразить: пучок облицовочного материала, его диаметр, число жгутов или нитей волокон, а также скрутки, размерность, форму или переплетения, вес волокон на единицу площади, тип матрицы, содержание матрицы, а также содержание летучих веществ. Если применяется, занести в протокол клеящее вещество, толщину слоев, вес на единицу площади, а также число использованных слоев вещества;

14.2.4 описание этапов изготовительного процесса, которые используются для подготовки исходной многослойной панели, в том числе: дату начала и окончания изготовления, технологию изготовления, а также характеристику используемого оборудования;

14.2.5 ориентацию слоев и схему укладки для слоистой облицовочной и многослойной панели;

14.2.6 при наличии запроса или требования занести в протокол плотность облицовочного слоя, процент от объема армирования, а также методику испытаний долей пустот в слоях, методы отбора образцов, а также определения геометрических параметров, параметров испытаний и результатов самих испытаний;

14.2.7 при наличии запроса или требования – метод определения плотности заполнителя, способ отбора образцов, а также геометрические параметры, параметры проведения и результаты испытаний;

14.2.8 отдельные значения максимального диаметра вмятины, наряду со средний значением, стандартным отклонением и коэффициентом вариации (в процентах) для совокупности образцов;

14.2.9 временной интервал между вдавливанием или ударом и измерениями глубины и диаметра вмятины;

14.2.10 в случае оценки релаксации вмятины – отдельные значения максимального диаметра вмятины после релаксации наряду с периодом времени после испытаний, а также отразить условия среды до выполнения измерений;

14.2.11 режим(ы) повреждения и место(а) повреждений, которые были отмечены по отношению к каждому из образцов, с использованием указаний, изображенным на рис. 2 и рис. 3 .

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

УДК ОКС ОКП

Ключевые слова: композиты полимерные, определение стойкости к разрушению, «сэндвич»-конструкция, сущность метода, протокол испытания

gost.e-ecolog.ru