ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57852— 2017

КОМПОЗИТЫ

Метод определения изгиба образцов для испытаний при приложении растягивающей и сжимающей нагрузки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» совместно с Автономной некоммерческой организацией «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии 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 5 декабря 2017 г. № 1877-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е1012-14 «Стандартная практика проверки центровки испытательной рамки и образца под действием растягивающего и сжимающего осевого усилия» (ASTM E1012-14 «Standard Practice for Verification of Testing Frame and Specimen Alignment Under Tensile and Compressive Axial Force Application», MOD) путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях этого текста, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5—2001 (подразделы 4.2 и 4.3).

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ и объяснения причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДА.

При этом потребности национальной экономики Российской Федерации и/или особенности российской национальной стандартизации учтены в дополнительном разделе 4 и пункте 5.5, которые выделены путем заключения их в рамки из тонких линий, а информация с объяснением причин включения этих положений приведена в указанных структурных элементах в виде примечания.

Измененные отдельные фразы выделены в тексте курсивом.

Дополнительная ссылка, включенная в текст стандарта для учета особенностей российской национальной стандартизации, выделена полужирным курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет особенностей аспекта стандартизации, характерных для Российской Федерации.

В настоящий стандарт не включены: разделы 4 и 8, пункты 3.1.3, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.6—3.2.8, 10.2.1, приложения А.1, А.2, дополнения Х.1, Х.2 примененного стандарта АСТМ, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации, так как они имеют поясняющий характер. Указанные структурные элементы, не включенные в основную часть настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДБ.

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

Исключены ссылки на АСТМ Е6, АСТМ Е8, АСТМ Е9, АСТМ Е21, АСТМ Е83, АСТМ Е251, АСТМ Е466, АСТМ Е606 вместе с положениями, в которых они приведены.

Сведения о соответствии ссылочного межгосударственного стандарта стандарту АСТМ, использованному в качестве ссылочного в примененном стандарте АСТМ, приведены в дополнительном приложении ДВ.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного стандарта АСТМ приведено в дополнительном приложении ДГ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

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 . . . 5
8 Обработка результатов испытаний . . . 7
9 Протокол испытаний . . . 9
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ . . . 10
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного стандарта АСТМ . . . 11
Приложение ДВ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ . . . 17
Приложение ДГ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ . . . 18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ

Метод определения изгиба образцов для испытаний при приложении растягивающей и сжимающей нагрузки

Composites. Method for determination of test specimens bending under tensile and compressive force application

Дата введения — 2018—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на композиты с металлической, керамической или полимерной матрицей и устанавливает метод определения изгиба образцов для испытаний при приложении растягивающей и сжимающей нагрузки.

Примечание — См. ДА.1 (приложение ДА).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия
ГОСТ 21616—91 Тензорезисторы. Общие технические условия

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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **центровка:** Состояние испытательной машины, которое влияет на изгиб образцов/эталонов при приложении растягивающей или сжимающей нагрузки.

3.2 **участок уменьшенного сечения:** Участок в средней части образца/эталона, у которого поперечное сечение меньше, чем у зажатых концов.

3.3 **осевая деформация:** Среднее значение деформаций, измеренных в продольном направлении на поверхности противоположных сторон относительно продольной оси симметрии образца/этало-

Издание официальное

на несколькими приборами для измерения деформаций, расположенных в одинаковом положении по длине.

3.4 **деформация изгиба:** Разность между деформацией на поверхности и осевой деформацией.

3.5 **микродеформация:** Деформация, выраженная в микрометрах/метр.

3.6 **центровка первого типа:** Состояние испытательной машины и подвижных компонентов силовой цепочки, которое влияет на изгиб образцов/эталонов при приложении статической или квазистатической нагрузки.

3.7 **центровка второго типа:** Состояние испытательной машины и жестко закрепленных компонентов силовой цепочки, которое влияет на изгиб образцов/эталонов при приложении динамической нагрузки.

4 Сущность метода

Сущность метода заключается в испытании эталона растягивающей или сжимающей нагрузкой для проверки центровки машины для испытаний.

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

5 Оборудование

5.1 Для проверки соосности силовой цепочки используют эталон, изготовленный из того же материала, что и образцы для испытаний, или из материала, модуль упругости которого соответствует модулю упругости материала образцов.

Форма и размеры эталона должны соответствовать форме и размерам образцов для испытаний.

5.2 Для регистрации деформаций используют экстензометры или наклеиваемые тензорезисторы по ГОСТ 21616.

Номинальная база тензорезисторов должна составлять не более 10 % длины уменьшенного участка эталона.

5.3 Испытательная машина, обеспечивающая нагружение образца с заданной постоянной, регулируемой скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки.

5.4 Приспособления для испытаний (захваты, нагружающие площадки).

Примечание — См. ДА.2 (приложение ДА).

5.5 Индикатор *по ГОСТ 577*.

Примечание — Включение дополнительного по отношению к АСТМ Е1012 средства измерений обусловлено необходимостью измерений отклонений взаимного расположения поверхности эталонов и компонентов силовой цепочки.

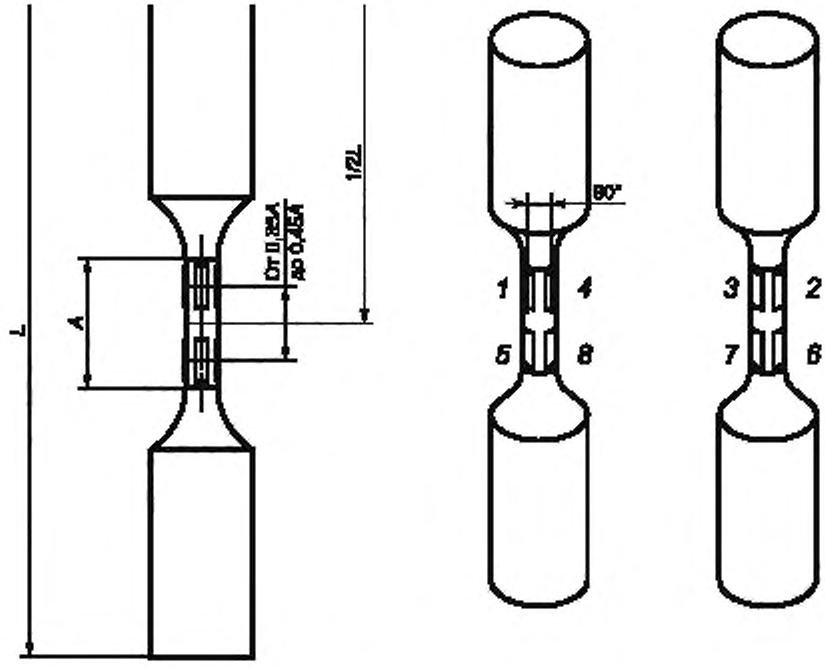
6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Наклейка тензорезисторов на эталоны должна осуществляться *в соответствии с инструкцией, входящей в комплект поставки* по ГОСТ 21616 (пункт 2.18.1).

6.2 При использовании эталонов с участком уменьшенного круглого сечения, длина которого не менее 12 мм, следует использовать два комплекта по четыре тензорезистора.

Тензорезисторы наклеивают таким образом, чтобы расстояние между продольными осями тензорезисторов составляло 90° по окружности участка уменьшенного сечения, а расстояние между поперечным осями тензорезисторов и серединой участка уменьшенного сечения составляло от 0,35*A* до 0,45*A*, где *A* — длина участка уменьшенного сечения.

Схема установки тензорезисторов показана на рисунке 1.



L — длина эталона; *A* — длина участка уменьшенного сечения; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8* — тензорезисторы

Рисунок 1

6.3 При использовании эталонов с участком уменьшенного круглого сечения, длина которого составляет не более 12 мм, следует использовать один комплект из четырех тензорезисторов.

Тензорезисторы наклеивают таким образом, чтобы расстояние между продольными осями тензорезисторов составляло 90° по окружности участка уменьшенного сечения, а поперечная ось тензорезисторов совпадала с серединой участка уменьшенного сечения.

6.4 При использовании эталонов с участком уменьшенного прямоугольного сечения (параллелепипед), длина которого не менее 12 мм, следует использовать два комплекта по четыре тензорезистора.

Тензорезисторы наклеивают таким образом, чтобы их продольные оси совпадали с продольной осью плоской стороны параллелепипеда, а расстояние между поперечными осями тензорезисторов и серединой участка уменьшенного сечения составляло от 0,35*A* до 0,45*A*, где *A* — длина участка уменьшенного сечения.

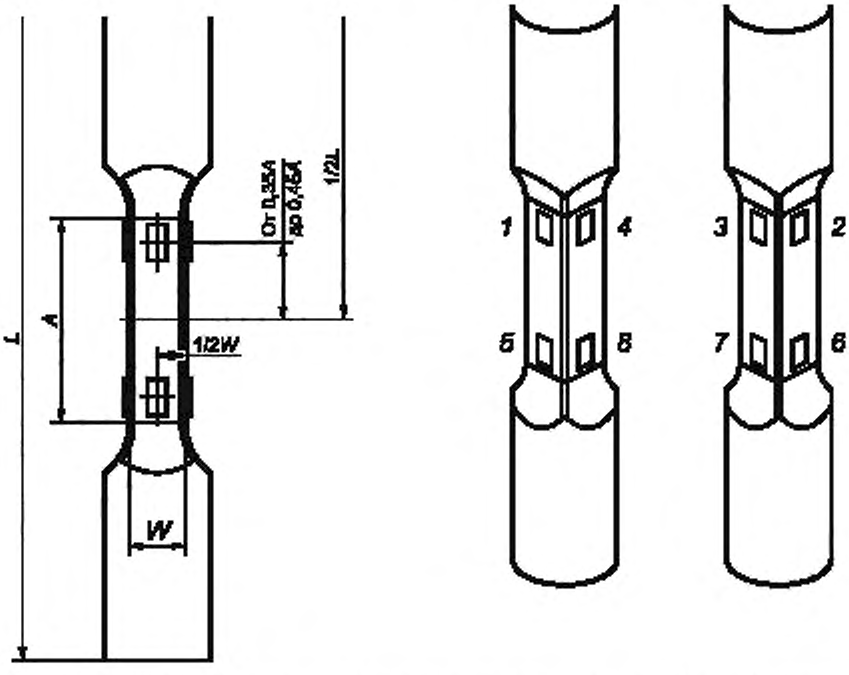
Схема установки тензорезисторов показана на рисунке 2.

6.5 При использовании эталонов с участком уменьшенного прямоугольного сечения (параллелепипеда), длина которого составляет не более 12 мм, следует использовать один комплект из четырех тензорезисторов.

Тензорезисторы наклеивают таким образом, чтобы их продольные оси совпадали с продольной осью плоской стороны параллелепипеда, а поперечная ось тензорезисторов совпадала с серединой участка уменьшенного сечения.

6.6 При использовании эталонов с участком уменьшенного прямоугольного сечения (пластины), длина которого составляет не менее 12 мм, следует использовать два комплекта по три или четыре тензорезистора. Также допускается использовать дополнительный комплект из двух тензорезисторов.

При использовании восьми тензорезисторов их наклеивают симметрично относительно вертикальной и горизонтальной осей симметрии эталона. Расстояние от вертикальной оси тензорезисторов до кромки участка уменьшенного сечения должно составлять *W*/8, где *W* — ширина участка уменьшенного сечения, а расстояние между поперечными осями тензорезисторов и серединой участка уменьшенного сечения должно составлять от 0,35*A* до 0,45*A*, где *A* — длина участка уменьшенного сечения.

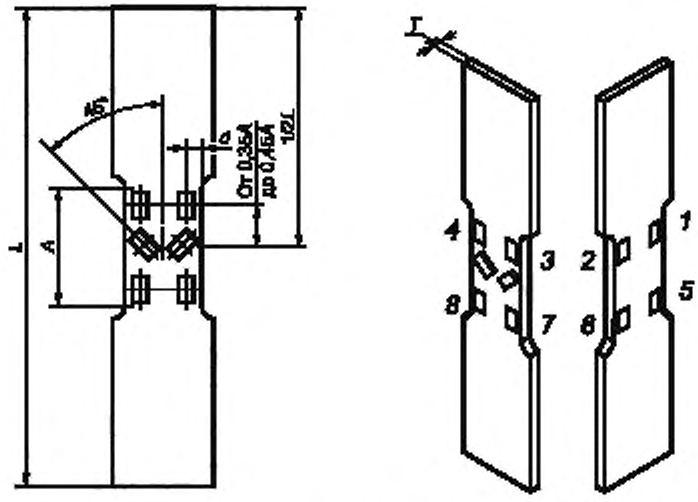


L — длина эталона; *A* — длина участка уменьшенного прямоугольного сечения; *W* — ширина участка уменьшенного прямоугольного сечения; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8* — тензорезисторы

Рисунок 2

При использовании дополнительного комплекта из двух тензорезисторов их наклеивают посередине участка уменьшенного сечения и под углом 45° к горизонтальной оси симметрии эталона.

Схема установки тензорезисторов показана на рисунке 3.

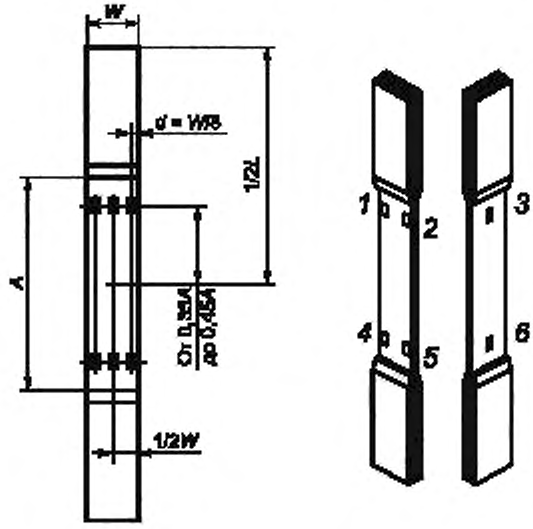


L — длина эталона; *A* — длина участка уменьшенного прямоугольного сечения; *d* — расстояние от вертикальной оси тензорезисторов до кромки участка уменьшенного сечения, *T* — толщина эталона; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8* — тензорезисторы

Рисунок 3

При использовании шести тензорезисторов четыре тензорезистора наклеивают на одной из сторон участка уменьшенного прямоугольного сечения симметрично относительно вертикальной и горизонтальной осей симметрии эталона, при этом расстояние от вертикальной оси тензорезисторов до кромки участка уменьшенного сечения должно составлять *W*/8, где *W* — ширина участка уменьшенного сечения, а расстояние между поперечными осями тензорезисторов и серединой участка уменьшенного сечения должно составлять от 0,35*A* до 0,45*A*, где *A* — длина участка уменьшенного сечения. Два тензорезистора наклеивают с противоположной стороны участка уменьшенного прямоугольного сечения, так чтобы их продольные оси совпадали с горизонтальной осью симметрии эталона.

Схема установки тензорезисторов показана на рисунке 4.



L — длина эталона; *A* — длина участка уменьшенного прямоугольного сечения; *d* — расстояние от вертикальной оси тензорезисторов до кромки участка уменьшенного сечения, *W* — ширина эталона; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6* — тензорезисторы

Рисунок 4

6.7 При использовании эталонов с участком уменьшенного прямоугольного сечения (пластина), длина которого составляет не более 12 мм, следует использовать один комплект из трех или четырех тензорезисторов.

Тензорезисторы наклеивают по той же схеме, что и тензорезисторы *1*, *2*, *3*, *4* (см. рисунок 3) или тензорезисторы *1*, *2*, *3* (см. рисунок 4), при этом их поперечная ось должна совпадать с серединой участка уменьшенного сечения.

7 Проведение испытаний

7.1 Испытания проводят при температуре испытания образцов, устанавливаемой в нормативном документе или технической документации на изделие.

7.2 Устанавливают эталон в захваты и проверяют надлежащее прилегание губок захватов к эталону. Эта проверка включает в себя помимо прочего измерения концентричности, перпендикулярности и параллельности. Для конкретных типов захватов могут понадобиться другие измерения. Проводят повторную механическую обработку эталона, если его размеры выходят за пределы допусков.

7.3 Соединяют друг с другом жестко закрепленные компоненты силовой цепочки и с использованием индикатора проверяют положение (отклонение от концентричности, параллельности, перпендикулярности и т. д.) осей симметрии жестко закрепленных компонентов силовой цепочки, расположенных с одного края эталона относительно компонентов с другого края эталона, а также положение осей симметрии жестко закрепленных компонентов силовой цепочки и эталона.

7.4 Регулируют положение компонентов силовой цепочки, чтобы свести отклонения к минимуму.

7.5 Проводят центровку первого типа либо центровку второго типа.

При центровке первого типа центрируют подвижно закрепленные компоненты силовой цепочки.

При центровке второго типа центрируют жестко закрепленные компоненты силовой цепочки.

7.6 Соединяют друг с другом жестко закрепленные и подвижные компоненты силовой цепочки и с использованием индикатора проверяют положение (отклонение от концентричности, параллельности, перпендикулярности и т.д.) осей симметрии компонентов силовой цепочки.

7.7 Устанавливают эталон только одним концом в захваты и устанавливают на ноль показания деформации.

Примечание — Установка в захваты одновременно двух концов эталона может стать причиной избыточного изгиба.

7.8 Закрепляют на втором конце эталона захваты и повторно устанавливают на ноль показания деформации.

Примечание — При центровке второго типа на этом этапе включают процесс блокировки силовой цепочки и эталона.

7.9 Прикладывают предварительную нагрузку, значение которой должно быть установлено в нормативном документе или технической документации на испытуемый материал, чтобы убедиться в правильности показаний используемых средств измерений, а затем нагрузку снимают.

7.10 Определяют предел пропорциональности.

7.11 Задают скорость перемещения активного захвата и нагружают эталон до достижения предела пропорциональности. В ходе нагружения записывают значение деформации с каждого тензорезистора в зависимости от нагрузки, при этом значение нагрузки не должно отклоняться от номинального более чем на 1 %. Значения регистрируют непрерывно или через регулярные интервалы, так чтобы при проведении испытания было записано не менее трех значений.

При использовании механических или гидравлических захватов, блокирующих на месте эталон, перед или после применения механизмов блокировки следует зафиксировать деформацию при нулевой нагрузке, которая показывает влияние механизма блокировки на изгиб эталона.

Примечание — Измерение при нулевой нагрузке предназначено для регистрации значений с датчиков деформации по отношению друг к другу. При нулевой нагрузке нет необходимости в расчете изгиба в процентах.

При выборе точек измерения деформации рекомендуется следовать одной из трех процедур:

- проводят измерения при значениях осевой микродеформации 1000, 2000 и 3000, а также при нулевой нагрузке (что обычно используют при центровке второго типа);
- проводят измерения при значениях 10 %, 20 % и 40 % от максимальной нагрузки, а также при нулевой нагрузке (что обычно используют при центровке первого типа);
- проводят измерения через равные интервалы в диапазоне нагрузки, не превышающей ожидаемый предел текучести, а также при нулевой нагрузке (что обычно используют при центровке первого типа).

7.12 Извлекают эталон из захватов, поворачивают вокруг продольной оси на 180°, устанавливают в захваты и повторно нагружают образец (см. 7.11). После чего извлекают эталон из захватов, устанавливают в первоначальное положение и повторно нагружают образец.

Примечание — Повторное нагружение эталона в первоначальном положении позволяет получить информацию о повторяемости результатов измерения деформации.

7.13 Рассчитывают изгиб в соответствии с разделом 8.

7.14 Если расчетный изгиб не отвечает требованию нормативных документов на проведение испытаний, следует повторно выполнить регулировку в соответствии с 7.2—7.4, ремонт или другие усовершенствования.

7.15 Регулировку силовой цепочки рекомендуется выполнять с шагом 90° вокруг продольной оси эталона.

7.16 Для эталонов, у которых наблюдается изгиб в форме «S» (см. рисунок 5), необходимо выполнять регулировки концентричности (для цилиндрических эталонов) или перпендикулярности (для плоских эталонов) элементов силовой цепочки.

7.17 Для эталонов, у которых наблюдается изгиб в форме «С» (см. рисунок 5), необходимо выполнять регулировки точности углового расположения элементов силовой цепочки.

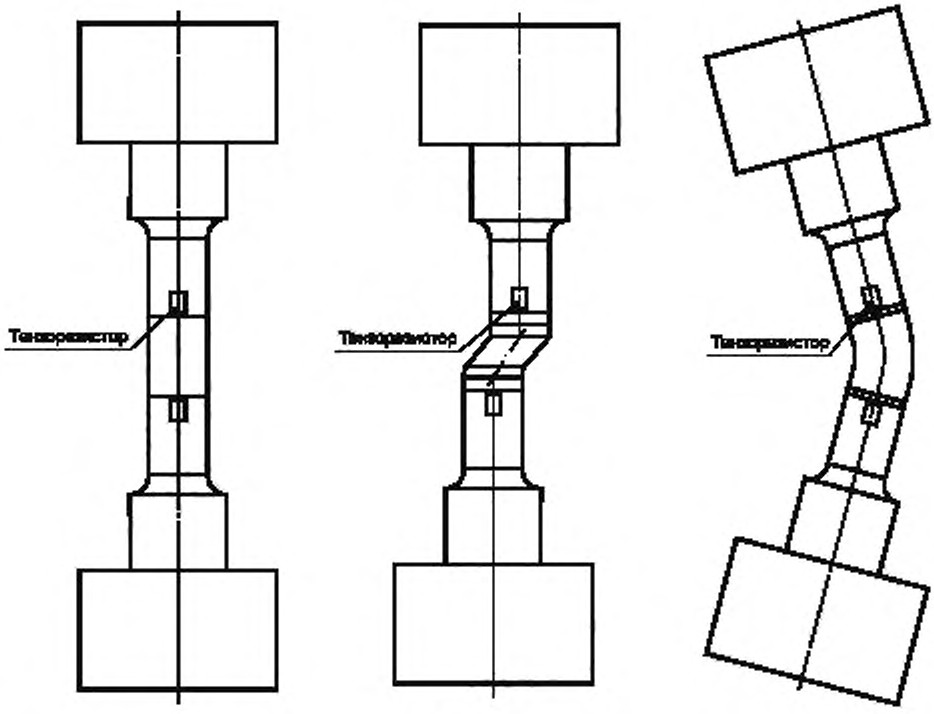


Рисунок 5

7.18 После выполнения регулировок повторяют операции по 7.7—7.12, рассчитывают изгиб (см. 7.13), оценивают качество центровки (см. 7.14) и при необходимости повторно проводят регулировку.

8 Обработка результатов испытаний

8.1 Эталоны с участком уменьшенного круглого сечения

8.1.1 Изгиб *PB*, %, вычисляют по формуле

$$PB = \frac{B}{a} 100, \tag{1}$$

где *B* — максимальная деформация при изгибе;

a — осевая деформация.

8.1.2 Максимальную деформацию при изгибе *B* вычисляют по формуле

$$B = \frac{1}{2}\sqrt{(b_1 - b_3)^2 + (b_2 - b_4)^2}, \tag{2}$$

где b_1, b_2, b_3, b_4 — деформация изгиба.

8.1.3 Деформацию изгиба b_{1-4} вычисляют по формуле

$$\begin{aligned} b_1 &= e_1 - a, \\ b_2 &= e_2 - a, \\ b_3 &= e_3 - a, \\ b_4 &= e_4 - a, \end{aligned} \tag{3}$$

где e_1, e_2, e_3, e_4 — деформация, зарегистрированная тензорезисторами 1, 2, 3 и 4.

8.1.4 Осевую деформацию a вычисляют по формуле

$$a = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + e_4}{4}. \quad (4)$$

8.2 Эталоны с участком уменьшенного прямоугольного сечения (параллелепипед)

8.2.1 Изгиб PB (%) вычисляют по формуле (1).

8.2.2 Максимальную деформацию при изгибе B вычисляют по формуле

$$B = \frac{|b_1 - b_3|}{2} + \frac{|b_2 - b_4|}{2}. \quad (5)$$

8.2.3 Деформацию изгиба b_{1-4} вычисляют по формуле (3).

8.2.4 Осевую деформацию a вычисляют по формуле (4).

8.3 Эталон с участком уменьшенного прямоугольного сечения (пластина) — восемь тензорезисторов

8.3.1 Изгиб PB (%) вычисляют по формуле (1).

8.3.2 Максимальную деформацию при изгибе B вычисляют по формуле (5).

8.3.3 Деформацию изгиба b_{1-4} вычисляют по формуле

$$\begin{aligned} b_1 &= e_{e1} - a, \\ b_2 &= e_{e2} - a, \\ b_3 &= e_{e3} - a, \\ b_4 &= e_{e4} - a, \end{aligned} \quad (6)$$

где e_{e1}, e_{e3} — эквивалентные деформации в центре тонкой грани;

e_{e2}, e_{e4} — эквивалентные деформации в центре широкой грани.

8.3.4 Эквивалентную деформацию в центре тонкой грани эталона e_{e1} вычисляют по формуле

$$e_{e1} = a - \left[a - \frac{(e_1 + e_4)}{2} \right] \cdot \left[\frac{w}{(w - 2 \cdot d)} \right], \quad (7)$$

где w — ширина эталона;

d — расстояние от вертикальной оси тензорезисторов до кромки участка уменьшенного сечения.

8.3.5 Эквивалентную деформацию в центре широкой грани эталона e_{e2} вычисляют по формуле

$$e_{e2} = \frac{(e_1 + e_2)}{2}. \quad (8)$$

8.3.6 Эквивалентную деформацию в центре тонкой грани эталона e_{e3} вычисляют по формуле

$$e_{e3} = a - \left[a - \frac{(e_2 + e_3)}{2} \right] \cdot \left[\frac{w}{(w - 2 \cdot d)} \right]. \quad (9)$$

8.3.7 Эквивалентную деформацию в центре широкой грани эталона e_{e4} вычисляют по формуле

$$e_{e4} = \frac{(e_3 + e_4)}{2}. \quad (10)$$

8.3.8 Осевую деформацию при изгибе a вычисляют по формуле (4).

8.4 Эталон с участком уменьшенного прямоугольного сечения (пластина) — шесть тензорезисторов

8.4.1 Изгиб PB (%) вычисляют по формуле (1).

8.4.2 Максимальную деформацию при изгибе B вычисляют по формуле (5).

8.4.3 Деформацию изгиба b_{1-4} вычисляют по формуле (6).

8.4.4 Эквивалентную деформацию в центре тонкой грани эталона e_{e1} вычисляют по формуле

$$e_{e1} = a - \left\{(a - e_1)\cdot\left[\frac{w}{(w - 2\cdot d)}\right]^2\right\}. \quad (11)$$

8.4.5 Эквивалентную деформацию в центре широкой грани эталона (с четырьмя датчиками деформации на ней) e_{e2} вычисляют по формуле

$$e_{e2} = \frac{(e_1 + e_2)}{2}. \quad (12)$$

8.4.6 Эквивалентную деформацию в центре тонкой грани эталона e_{e3} вычисляют по формуле

$$e_{e3} = a - \left\{(a - e_2)\cdot\left[\frac{w}{(w - 2\cdot d)}\right]\right\}. \quad (13)$$

8.4.7 Эквивалентную деформацию в центре широкой грани эталона (с двумя датчиками деформации на ней) e_{e4} вычисляют по формуле

$$e_{e4} = e_3. \quad (14)$$

где e_3 — деформация, зарегистрированная тензорезистором.

8.4.8 Осевую деформацию при изгибе a вычисляют по формуле

$$a = \frac{[e_1 + e_2 + 2e_3]}{4}, \quad (15)$$

где e_1, e_2, e_3 — деформация, зарегистрированная тензорезисторами.

9 Протокол испытаний

Результаты проведения испытаний оформляют в виде протокола, содержащего:
- ссылку на настоящий стандарт;
- описание образца/эталона (материал, размеры и форму);
- описание применяемого оборудования;
- описание компонентов силовой цепочки;
- тип центровки;
- температуру испытания;
- количество применяемых тензорезисторов;
- способ установки тензорезисторов на поверхность эталона;
- значение изгиба;
- дату проведения испытания.

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ

ДА.1

1 Область применения

В состав этой методики входят методы, предусматривающие определение величины изгиба, происходящего при приложении растягивающих и сжимающих усилий к испытательным образцам с надрезом и без надреза при проведении типовых испытаний в упругом диапазоне. Эти методы, в частности, применимы к уровням величин усилий, обычно используемым для испытаний на растяжение, испытаний на длительную прочность и одноосных испытаний на усталость. Принципиальная цель этой методики — оценка величины изгиба, прикладываемого к испытательному образцу стандартными элементами, собранными в виде машины для испытаний материалов, в ходе проведения типовых испытаний.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.7).

ДА.2

6 Аппаратура

6.1 Настоящий стандарт требует использования контролируемого тензометром измерительного преобразователя центровки. В некоторых случаях следует выполнить оценку при помощи экстензометров или центровочных узлов, в которых используются механические связи (см. Дополнение X2), однако тензодатчики этих типов не отвечают требованиям к отчетности, приведенным в разделе 11.

6.2 Как правило, повторяющееся приложение усилий до уровней деформаций, приближающихся к текучести, не считается надлежащей лабораторной практикой, так как оно может влиять на измеряемые в дальнейшем результаты, поскольку при этом происходят деформация или усталостные изменения контролируемого тензометром измерительного преобразователя центровки.

6.3 Дополнительные соображения относительно испытательной машины и компонентов приложения усилия:

6.3.1 Некачественно изготовленные компоненты и многочисленные поверхности соприкосновения в нагрузочной раме могут вызвать существенные трудности при попытках выполнить центрирование испытательной системы. Механическая обработка всех компонентов в нагрузочной раме должна выполняться методами высокоточной механической обработки, особое внимание при этом должно уделяться перпендикулярности, концентричности, плоскостности и чистовой обработке поверхности. Количество компонентов должно быть минимальным.

6.3.2 Могут возникать ситуации, когда не может быть достигнута приемлемая центровка данной испытательной машины, комплекта узлов, предназначенных для приложения усилия, и контролируемого тензометром измерительного преобразователя центровки. В этих случаях может потребоваться изменение конструкции и изготовление каких-либо из узлов, чтобы добиться приемлемой центровки.

Примечание — Редакция раздела изменена для приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.6).

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного стандарта АСТМ

ДБ.1

3.1.3 **эксцентриситет [*L*], *n*:** Расстояние между линией действия прикладываемого усилия и осью симметрии образца в плоскости, перпендикулярной к продольной оси образца.

3.2.3 **компонент (также известный как компонент приложения усилия), *n*:** Любая из деталей, используемых при закреплении динамометрического преобразователя или зажимных приспособлений к испытательной раме, а также любая деталь, включая зажимные приспособления, используемые при приложении усилия к контролируемому тензометром измерительному преобразователю центровки или испытательному образцу.

3.2.4 **зажимные приспособления, *n*:** Та деталь компонентов для приложения усилия, которая присоединяется непосредственно к контролируемому тензометром измерительному преобразователю центровки или испытательному образцу.

3.2.6 **участок с надрезом [*L*], *n*:** Участок, перпендикулярный к продольной оси симметрии образца, на котором площади поперечного сечения намеренно придано минимальное значение, чтобы он служил концентратором напряжений.

3.2.7 **изгиб в процентах РВ (также известный как изгибная деформация в процентах), *n*:** Отношение изгибной деформации к осевой деформации, выраженное в процентах.

3.2.8 **контролируемый тензометром измерительный преобразователь центровки, *n*:** Измерительный преобразователь, используемый для определения состояния изгиба и изгиба в процентах испытательной рамы.

ДБ.2

4 Значимость и применение

4.1 Было доказано, что изгибающие напряжения, которые самопроизвольно возникают из-за несоосности между прикладываемым усилием и осями образца при приложении растягивающих или сжимающих усилий, могут влиять на результаты испытаний. С учетом этого влияния некоторые методы испытаний включают положение, ограничивающее разрешенную несоосность. Назначение настоящего практического руководства — дать ссылку на методы испытаний и практические руководства, в которых требуется применение растягивающих или сжимающих усилий в условиях, когда важна центровка. Целью является обеспечение использования общей терминологии и методов проверки центровки испытательных машин, соответствующих компонентов и испытательных образцов.

4.2 Периодичность проверки центровки при ее необходимости указывается в методах или практических руководствах, в которых требуется проверка центровки. Определенные виды испытаний могут предусматривать указание текущего состояния центровки испытательной рамы с каждым испытуемым образцом. Если согласно методу испытаний требуется проверка центровки, при установлении периодичности проверки центровки следует учитывать все соображения, т. е. временной интервал, изменения в испытательной раме и, в соответствующих случаях, текущие показатели состояния центровки на основании результатов испытаний.

4.3 Вопрос о том, улучшать ли соосность, должен быть вопросом переговоров между производителем и пользователем материала.

ДБ.3

8 Калибровка и стандартизация

8.1 В соответствующих случаях должна проводиться калибровка всех электронных блоков преобразования и устройств сбора данных, используемых для определения центровки системы для проведения испытаний. Результаты калибровки должны прослеживаться вплоть до Национального института стандартов и технологий (NIST) или другого признанного Национального института метрологии. Общие ожидаемые эксплуатационные показатели системы должны соответствовать не более чем 1/3 ожидаемой точности для данного класса из таблицы 1.

Примечание 15 — При применении критерия 100 микродеформаций для фиксированного предела система должна измерять деформацию с точностью минимум ±33 микродеформации.

8.1.1 Согласно настоящему стандарту калибровка контролируемых тензометром измерительных преобразователей центровки не требуется. Для таких калибровок в общем не существует прослеживаемых национальных стандартов. Однако следует проявлять особую тщательность при изготовлении контролируемых тензометром измерительных преобразователей центровки, используемых для определения центровки. За исключением случаев изгиба, контролируемого тензометром измерительного преобразователя центровки, источники погрешности измерений из-за несоосности отдельного датчика и различий в чувствительности датчиков можно свести к минимуму путем сбора данных о повороте и повторяемости.

8.2 Датчики деформации должны соответствовать требованиям стандарта АСТМ Е251 «Стандартные методы испытаний...».

ДБ.4

10.2.1 Три тензодатчика. Для контролируемых тензометром измерительных преобразователей центровки круглого поперечного сечения с плоскостями по три датчика деформации, расположенными с равными промежутками по окружности рабочего участка, рассчитывают осевую деформацию *a* по формуле

$$\text{Осевая деформация } a = \frac{e_1 + e_2 + e_3}{3}, \quad (1)$$

где e_1, e_2 и e_3 — измеренные деформации в трех местах и там, где $e_1 \geq e_2 \geq e_3$.

Рассчитывают изгибные деформации *b* следующим образом:

$$\begin{aligned} b_1 &= e_1 - a, \\ b_2 &= e_2 - a, \\ b_3 &= e_3 - a, \end{aligned} \quad (2)$$

где *b* — изгибная деформация.

Рассчитывают угловое направление максимального изгиба θ, измеренного от тензодатчика с самыми высокими показаниями в направлении тензодатчика со следующими по величине показаниями, по формуле

$$\theta = \tan^{-1}\left[\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)(b_1 / b_2 + 1/2)\right]. \quad (3)$$

Рассчитывают максимальную изгибную деформацию *B* следующим образом:

$$B = \frac{b_1}{\cos\theta}, \quad (4)$$

Рассчитывают изгиб *PB*, %, следующим образом:

$$PB = \left(\frac{B}{a}\right) 100. \quad (5)$$

ДБ.5

Приложения

А1 Поправка на несовершенство измерительных преобразователей центровки

А1.1 Метод расчета и применения линейных поправочных коэффициентов для несовершенных измерительных преобразователей центровки: у всех измерительных преобразователей центровки имеются некоторые несовершенства либо по размерам, либо в прикреплении датчика деформации. Желательно использовать измерительный преобразователь центровки с минимальными несовершенствами, но в случае, если несовершенства достаточно велики, чтобы повлиять на измерения центровки, нужно использовать следующую методику.

А1.1.1 Когда измерительный преобразователь центровки присоединен к верхним зажимным приспособлениям (и заблокирован в случае центровки типа 2), ставят на ноль датчики деформации измерительного преобразователя центровки.

А1.1.2 Присоединяют нижнее зажимное приспособление (и блокируют в случае центровок типа 2) и выполняют настройку испытательной машины как можно ближе к нулевому прикладываемому усилию. Записывают показания датчика деформации.

А1.1.3 Снимают измерительный преобразователь центровки с испытательной машины и переставляют его в положение, отстоящее на 180° вокруг продольной оси.

А1.1.4 Когда измерительный преобразователь центровки присоединен к верхним зажимным приспособлениям (и заблокирован в случае центровки типа 2), повторно ставят на ноль датчики деформации измерительного преобразователя центровки.

А1.1.5 Присоединяют нижнее зажимное приспособление (и блокируют в случае центровок типа 2) и выполняют настройку испытательной машины как можно ближе к нулевому прикладываемому усилию. Записывают показания датчика деформации.

А1.1.6 Находят среднее значение по каждому датчику деформации и применяют его для тарирования измерительного преобразователя центровки по каждому отдельному датчику.

А1.1.7 Приступают к проверке центровки согласно разделу 9.

А1.2 Нелинейные поправочные коэффициенты. Если есть подозрение, что поправка нелинейна при изменении прикладываемого усилия, тогда могут также применяться дополнительные поправки на нелинейность поведения путем выполнения шагов, описанных в пункте Х1.1, при каком-либо прикладываемом усилии и составления нелинейного уравнения поправок исходя из уровня прикладываемого усилия или деформации.

А2 Расчет вкладов испытательной машины и измерительного преобразователя центровки в общий изгиб

А2.1 Расчеты разграничения вкладов испытательной машины и измерительного преобразователя центровки в изгибную деформацию основываются на измерениях, проводимых в двух ориентациях, они применимы только для измерительных преобразователей центровки с четырьмя датчиками деформации (Акт 42 VAMAS (4)).

Примечание А2.1 — Хотя определение вкладов образца и испытательной машины в изгибную деформацию может также выполняться при конфигурации измерительных преобразователей центровки с тремя датчиками деформации, расчеты не входят в область действия настоящего стандарта.

А2.2 Вклад испытательной машины: для конфигурации измерительного преобразователя центровки с четырьмя датчиками деформации локальную изгибную деформацию из-за испытательной машины на датчике деформации № 1 можно рассчитать по формуле

$$b_{1mc} = (b_1(\text{orientation 1}) - b_1(\text{orientation 2}))/2, \quad (A2.1)$$

где orientation 1 = показание, полученное при исходной ориентации, 0°, а
orientation 2 = показание, полученное при второй ориентации, 180°.

А2.2.1 Таким же образом рассчитывают локальную изгибную деформацию для остальных датчиков b_{2mc}, b_{3mc} и b_{4mc}.

А2.2.2 Максимальный изгиб из-за испытательной машины рассчитывают как

$$B_{mc} = \frac{1}{2}\sqrt{((b_{1mc} - b_{3mc})^2 + (b_{2mc} - b_{4mc})^2)}. \quad (A2.2)$$

А2.2.3 Максимальную изгибную деформацию из-за испытательной машины можно рассчитать, подставив значения из вышеуказанного уравнения для каждого датчика деформации в уравнения для максимального изгиба в образце конкретного типа в разделе 10.

А2.3 Вклад измерительного преобразователя центровки: в случае конфигурации измерительного преобразователя центровки с четырьмя датчиками деформации локальную изгибную деформацию из-за измерительного преобразователя центровки на каждом датчике деформации можно рассчитать как

$$b_{1at} = (b_1(\text{orientation 1}) + b_1(\text{orientation 2}))/2, \quad (A2.3)$$

где orientation 1 = показание, полученное при исходной ориентации, 0°, а
orientation 2 = показание, полученное при второй ориентации, 180°.

А2.3.1 Таким же образом рассчитать изгибную деформацию для остальных датчиков b_{2at}, b_{3at} и b_{4at}.

А2.3.2 Максимальный изгиб из-за измерительного преобразователя центровки (образца) рассчитывают по формуле

$$B_{mc} = \frac{1}{2}\sqrt{((b_{1at} - b_{3at})^2 + (b_{2at} - b_{4at})^2)}. \quad (A2.4)$$

А2.3.3 Максимальную изгибную деформацию из-за измерительного преобразователя центровки можно рассчитать, подставив значения из уравнения (А2.4) для каждого датчика деформации в уравнения для максимального изгиба в образцах конкретного типа в разделе 10.

ДБ.6

Дополнения
(необязательная информация)

Х1 Источники и влияние несоосности образцов при прикладываемых осевых растягивающих или сжимающих усилиях

Х1.1 Источники несоосности при прикладываемых осевых растягивающих усилиях

Х1.1.1 Обычная методика при испытании на одноосное растяжение заключается в том, что растягивающее усилие прикладывают к образцу через зажимные приспособления, присоединенные к испытательной машине при помощи соответствующих компонентов, а затем проводят корреляцию деформации при динамической нагрузке образца, измеренной соответствующим контролируемым тензометром измерительным преобразователем цен-

тровки с прикладываемым напряжением. В случае идеальной центровки оси симметрии верхнего и нижнего зажимных приспособлений точно совпадают друг с другом и с осями симметрии других компонентов нагрузочной рамы. При этом они точно совпадают со средней линией образца. Образец симметричен относительно своей средней линии. Причинами отклонений от идеальной ситуации являются плохая центровка оси симметрии верхнего и нижнего зажимных приспособлений, плохое соответствие средней линии образца осям симметрии верхнего и нижнего зажимных приспособлений и асимметричная механическая обработка самого испытательного образца. Комбинация этих трех источников несоосности всегда действует при любом испытании в условиях растягивающего усилия. Возникновение несоосности признается при проведении широкого ряда механических испытаний и исследований усталости и разрыва на разных материалах.

Х1.1.2 Характеристические градиенты упругих деформаций, вызванных несоосностью, таковы, что предельные упругие деформации происходят на поверхности. Эти градиенты могут существенно влиять на результаты испытания на растяжение, особенно на результаты, полученные при удельной деформации менее 0,002, когда значительная пластическая деформация и сопровождающее ее деформационное упрочнение еще не внесли вклад в выравнивание градиентов. Следовательно, важно признавать влияния несоосности на напряжения и деформации, измеряемые при проведении исследований прочности на излом материалов в хрупком состоянии, разрушения под воздействием механического напряжения, ползучести образцов на растяжение с надрезом, усталости, пластической микродеформации, упрочнения сплавов и прочности, чувствительной к состоянию поверхности.

Х1.1.3 Цель любых усилий по улучшению центровки заключается в том, чтобы обеспечить точное центрирование друг с другом осей симметрии всех соответствующих компонентов. По логике, первым элементом оборудования, на который необходимо обратить внимание, является сама испытательная машина. Испытательные машины в состоянии, полученном от предприятия-изготовителя, могут иметь отклонения между положениями осей симметрии верхнего и нижнего зажимных приспособлений 0,03—3,18 мм (0,001—0,125 дюйма) и более. При этом дальнейшая несоосность может развиваться по мере приложения усилий, вызванных прогибом рамы испытательной машины, или при возникновении неосевого раздвижения траверсной головки. Как сообщалось, в наихудшем случае отклонения в этом диапазоне вызывают эксцентриситеты, ведущие к различию в 50 %—100 % между предельными изгибными деформациями на поверхности и средней деформацией.

Х1.1.4 Другим важным фактором в процессе центрирования являются допуски, заданные для механической обработки компонентов и испытательных образцов. В обычной практике цеха механообработки допуски обычно лежат в диапазоне от +0,05 до +0,25 мм (от +0,002 до +0,010 дюйма). Эти допуски могут быть недостаточно плотными и могут вносить вклад в некачественность центровки при сборке компонентов нагрузочной рамы. Как сообщалось, в наихудшем случае эти допуски вызывают эксцентриситеты, ведущие к различию в 50 %—100 % между предельными изгибными деформациями на поверхности и средней деформацией.

Х1.1.5 Имеются еще два соображения о достижении хорошей центровки. Одно связано с типом используемых компонентов. Некоторые из них включают компоненты с резьбой в сравнении с компонентами без резьбы, сферические гнезда и универсальные шарниры с низким трением, скрещивающиеся пружины, гидравлические муфты и другие муфты, которые не проявляют тенденцию к передаче изгибного напряжения. Другое связано с конструкцией образца, например длиной и отношением длины к диаметру. Подход к обеспечению хорошей центровки обсуждался в нескольких статьях (5—1).

Х1.2 Источники несоосности при прикладываемых осевых сжимающих усилиях

Х1.2.1 Несоосность при сжатии принимает характеристики, аналогичные несоосности при растяжении, однако ее могут вызывать разные аспекты, связанные с испытательной машиной, компонентами и испытательным образцом. При приложении сжимающего усилия к образцу обычно используется совершенно другой набор сопрягаемых поверхностей, чем при приложении растягивающего усилия. Усилие прикладывается к резьбам на противоположной стороне, поверхности зажима могут меняться, траверсные головки должны быть заблокированы от противоположных сторон, а приводные механизмы должны продвигаться от противоположных сторон к стороне приложения растягивающего усилия. По этой причине центровка при растяжении часто значительно отличается от центровки при сжатии.

Х1.2.2 Поперечная жесткость испытательной машины. Дополнительной проблемой объединения механизмов при сжатии является способность испытательной машины сохранять жесткость при приложении сжимающего усилия. Если приходится сталкиваться с крайними трудностями в достижении достаточной центровки образца при сжатии, это может быть вызвано недостаточной поперечной жесткостью испытательной машины. Это можно проанализировать при использовании ряда щупов перемещения и определении характеристик смещений, происходящих между компонентами, несущими сжимающую нагрузку. Точное измерение может быть сложным делом, так как поверхности могут прогибаться в любом из трех ортогональных направлений, к тому же нелинейным образом (14).

Х1.2.3 Добиться приемлемой центровки как при растяжении, так и при сжатии может быть непросто. Регулировки при помощи улучшающих центровку компонентов часто оказывают при растяжении противоположное влияние по сравнению со сжатием. По этой причине может потребоваться достижение компромисса между качеством центровки при растяжении и качеством центровки при сжатии.

Х1.3 Влияние несоосности на результаты испытаний

Х1.3.1 Доказано, что изгибающие напряжения, связанные с несоосностью между узлами, предназначенными для приложения усилия, и осями образца, влияют на результаты испытаний на растяжение, сжатие и комбиниро-

ванных испытаний на растяжение и сжатие (15—4). При типовых испытаниях на растяжение большинства технических материалов изгибающие напряжения будут незначительными, если во время испытаний возникнет достаточная пластическая деформация, устраняющая изгибающие напряжения. Однако при проведении испытаний в условиях, когда пластическая деформация ограничена хрупкостью, присущей материалу испытательного образца, или необходимостью проведения измерения вблизи от предела упругости, или когда пластичность ограничена небольшим объемом (образцы с концентраторами напряжений, например надрезами), небольшая несоосность может способствовать возникновению переменных изгибающих напряжений, которые заметно влияют на результаты испытаний. Например, Моррисон (11) отметил, что у напряжения текучести тщательно механически обработанных образцов из мягкой стали, испытанных на скручивание, наблюдалось отклонение от среднего ±1 %, тогда как у напряжения текучести образцов из такой же стали, испытанных на растяжение, наблюдалось отклонение ±5 %. Моррисон сделал вывод, что большее отклонение напряжений текучести при растяжении явилось скорее следствием несоосности, чем микроструктурной изменчивости, он утверждает, что при обычном стандарте точности резки резьбовых концов образцов люфт резьбы был вполне достаточным, чтобы образец мог выбрать люфт и сохранять под нагрузкой эксцентриситет при люфтах, которые можно считать ответственными за отклонение в результатах.

X1.3.2 Шмидер и др. (12, 13) обнаружили, что изгиб происходил в диапазоне 5 %—27 % и зависел от присоединения образца к узлам, предназначенным для приложения усилия, перед приложением усилия и типа испытательной машины. Эти авторы пришли к выводу, что в большинстве случаев несоосность нагружения обусловлена ослабленностью резьбы или несовершенствами механической обработки муфт. Джоунс и Браун (1) продемонстрировали, что при фиксированном напряжении простой поворот компонента нагрузочной рамы на 360° вокруг продольной оси изменял величину изгиба в процентах более чем в 5 раз — с 8 % до 43 %. В эксперименте, проведенном на другом оборудовании, Джоунс и Браун (1) обнаружили, что изгиб может варьировать примерно от 2 % до 14 % в зависимости от относительных угловых положений образца и верхнего и нижнего зажимных приспособлений. Следовательно, к трем названным Шмидером и др. факторам, влияющим на изгиб, можно добавить четвертый, а именно устройство фиксации и зажима при повороте узлов, предназначенных для приложения усилия.

X1.3.3 Робинсон (15) сообщил об уменьшении на 40 %—60 % усталостного ресурса при одноосном растяжении стальных болтов, когда изгибная микродеформация увеличивается в два раза. Джоунс и др. (16) продемонстрировали непрерывное уменьшение (в диапазоне 80 %—90 %) ресурса до разрушения образцов с надрезом из хром-молибден-ванадиевой стали при давлении 414 МПа и температуре 538 °С (60 кфунт/дюйм^2 и 1000 °F), поскольку эксцентриситет увеличивался с пренебрежимо малого значения до 2,5 мм (0,1 дюйма). Крайст (17) показал, что результаты исследований пластической микродеформации и других исследований состояния, близкого к текучести, оказываются неоднозначными, если не признать влияния несоосности на среднюю микродеформацию. На этот вопрос обратил внимание Макветти (3) еще в 1928 г., но с тех пор он часто упускался из виду.

X1.3.4 Кенди (4) продемонстрировал влияние несоосности на результаты по усталостному ресурсу в межлабораторном исследовании, направленном на количественную оценку неопределенностей при испытаниях на малоцикловую усталость. В этой работе проиллюстрированы иногда наблюдаемая сложность достижения правильной центровки и ее влияние на результаты испытаний. В этом исследовании лаборатории подразделялись на категории в соответствии с классификацией центровки, которой им удавалось добиться. Результаты испытаний приводятся в связи с этой классификацией. У лабораторий, добившихся наилучшей центровки, были самые высокие значения усталостного ресурса. Из этих данных ясно, что плохая центровка является причиной искусственного уменьшения ресурса при малоцикловых испытаниях на усталость. Эта работа привела к созданию методики VAMAS, включающей систему классификации по качеству центровки (19).

X2 Использование экстензометров и механических компонентов для выполнения анализа изгиба на раме для одноосных испытаний

X2.1 Использование экстензометров при измерении деформации для проведения анализа изгиба

X2.1.1 Хотя цель настоящего стандарта — установить требование по использованию контролируемого тензометром измерительного преобразователя центровки для измерения изгибных деформаций при одноосных испытаниях и составлению актов о конкретном уровне центровки (для чего необходим контролируемый тензометром измерительный преобразователь центровки), хорошим средством измерения изгибных деформаций на экспериментальных установках могут быть также экстензометры, с использованием которых проводятся стандартные измерения деформации при испытаниях в осевом направлении. В этом дополнении приводятся рекомендации по использованию экстензометров для оценки состояния центровки испытательной машины.

X2.1.2 Применение механических компонентов для измерения деформации на образце может быть эффективным способом измерения, это предусматривает выполнение регулировок на месте для улучшения центровки на испытательном образце. Для этой цели эффективно используются компоненты, прикрепляемые к заплечикам образцов и измеряющие смещения в четырех положениях через равные промежутки по окружности цилиндрического образца. У устройств для измерения смещений должно быть достаточное разрешение для обнаружения очень малых различий в смещениях вокруг образца. При использовании данного метода перед применением расчетов изгиба эти смещения следует преобразовать в деформацию. Деформацию следует рассчитывать, используя эффективную длину рабочей части, как описано в АСТМ Е21 «Стандартные методы испытаний».

Х2.1.3 Для проверки при помощи центрирующего приспособления можно использовать один экстензометр неусреднительного типа путем его поворота в разные положения по периметру при успешном приложении усилий и записи сведений о деформации при разных прикладываемых испытательных усилиях. Повторяющееся приложение усилий до уровней деформации, близких к текучести, не является надлежащей лабораторной практикой, это может влиять на измеряемые в дальнейшем результаты, так как измерительный преобразователь центровки подвергается деформации или усталостному воздействию. Уставка экстензометра в другие положения вокруг образца обычно не позволяет получить высокоточные и воспроизводимые результаты но, тем не менее это — полезная методика для обнаружения высоких степеней изгиба.

Х2.1.4 При использовании нескольких экстензометров деформацию можно определить, арифметически усредняя результаты. Считается, что результаты измерения электрическими экстензометрами более точны и воспроизводимы, чем при измерении механическими экстензометрами.

Х2.1.5 Следует выполнять поверку экстензометров в соответствии с АСТМ Е83 «Стандартное практическое руководство...» Как правило, для многих типов определения центровки достаточно использовать экстензометры, отвечающие классификации В-2 АСТМ.

Х2.1.6 При использовании нескольких тензодатчиков ограничения по размерам измерительных преобразователей центровки могут диктовать использование электрических тензодатчиков сопротивления, а не экстензометров или центровочных узлов с применением механических связей. Тензодатчики, например механические, оптические и электрические экстензометры, а также проволочные или фольговые тензодатчики, позволяют получить полезные данные о смещении. Чувствительность измерения смещений в соответствии с требованиями действующего стандарта или технических условий зависит от величины допустимого изгиба.

Приложение ДВ
(справочное)

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

Таблица ДВ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного стандарта ASTM
ГОСТ 21616	*	ASTM E1237 «Руководство по монтажу приклеиваемых тензодатчиков сопротивления»
* Не является гармонизированным.		

Приложение ДГ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ

Таблица ДГ.1

Структура настоящего стандарта	Структура стандарта ASTM E1012–14
4 Сущность метода* (-)	
**	4 Значимость и применение
***	5 Проверка центровки
5 Оборудование (раздел 6)	6 Аппаратура
6 Подготовка к проведению испытаний (раздел 7)	7 Контролируемый тензометром измерительный преобразователь центровки
**	8 Калибровка и стандартизация
7 Проведение испытаний (раздел 9)	9 Методика
8 Обработка результатов испытаний (раздел 10)	10 Расчет и интерпретация результатов
9 Протокол (раздел 11)	11 Акт и запись
**	Приложение А1 Поправка на несовершенство измерительных преобразователей центровки
**	Приложение А2 Расчет вкладов испытательной машины и измерительного преобразователя центровки в общий изгиб
**	Дополнение Х1 Источники и влияние несоосности образцов при прикладываемых осевых растягивающих или сжимающих усилиях
**	Дополнение Х2 Использование экстензометров и механических компонентов для выполнения анализа изгиба на раме для одноосных испытаний
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ	
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного стандарта АСТМ	
Приложение ДВ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ	
Приложение ДГ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ	

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

** Данный раздел исключен, т.к. носит справочный или поясняющий характер.

*** Данный раздел исключен, т.к. его положения размещены в других разделах настоящего стандарта.

Примечания

1 Сопоставление структур стандартов приведено начиная с раздела 4, т. к. предыдущие разделы стандартов идентичны.

2 После заголовков разделов настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов стандарта АСТМ.

УДК 678.017:006.354 ОКС 83.120

Ключевые слова: композиты, метод определения изгиба образцов для испытаний, приложение растягивающей и сжимающей нагрузки

БЗ 1—2018/37

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 06.12.2017. Подписано в печать 29.12.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51. Тираж 21 экз. Зак. 2683.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru