ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57711— 2017 (ИСО 17142: 2014)

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Определение характеристик усталости при нагружении с постоянной амплитудой при повышенной температуре

(ISO 17142:2014, Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Mechanical properties of ceramic composites at high temperature in air at atmospheric pressure — Determination of fatigue properties at constant amplitude, MOD)

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 собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

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 26 сентября 2017 г. № 1238-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 17142:2014 «Тонкая керамика (высококачественная керамика, высококачественная техническая керамика). Механические свойства керамических композитов на воздухе при высоких температурах и атмосферном давлении. Определение усталостных характеристик при постоянной амплитуде» (ISO 17142:2014 «Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics). Mechanical properties of ceramic composites at high temperature in air at atmospheric pressure. Determination of fatigue properties at constant amplitude», MOD) путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях напротив соответствующего текста.

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

В настоящий стандарт не включены раздел 5 и приложение А примененного международного стандарта, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации, так как они имеют поясняющий и справочный характер. Указанный раздел и приложение, не включенные в основную часть настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДБ.

Особенности российской национальной стандартизации учтены в дополнительном пункте 6.1.2.2, который выделен путем заключения в рамки из тонких линий. Внесение дополнительного пункта обусловлено установлением более точных требований к подготовке проведения испытаний. Дополнительная ссылка, включенная в текст стандарта для учета особенностей российской национальной стандартизации, выделена курсивом. Внесенная дополнительная ссылка содержит термины и определения, используемые в настоящем стандарте.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном положении ДВ.

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

В настоящем стандарте ссылки на международные стандарты заменены соответствующими межгосударственными или национальными стандартами. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены 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 3
7 Проведение испытаний 4
8 Обработка результатов 5
9 Протокол испытаний 7
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта 8
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного международного стандарта 10
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 12
Приложение ДГ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Определение характеристик усталости при нагружении с постоянной амплитудой при повышенной температуре

Ceramic composites. Determination of characteristics fatigue loading with constant amplitude at high temperature

Дата введения — 2018—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на одно-, дву- и трехнаправленно армированные керамические композиты и устанавливает два метода определения характеристик усталости при циклическом нагружении с постоянной амплитудой при повышенной температуре до 1700 °С.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 23207 Сопротивление усталости. Основные термины, определения и обозначения

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

ГОСТ Р 8.585 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования

ГОСТ Р 57706—2017 (ИСО 14574:2013) Композиты керамические. Метод испытания на растяжение при повышенной температуре

ГОСТ Р 57605—2017 (ИСО 14544:2013) Композиты керамические. Метод испытания на сжатие при повышенной температуре

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 термины по *ГОСТ 23207*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1 **температура испытания:** Температура образца посередине измерительной базы.

3.2 **длина узкой параллельной части *l*:** Длина участка образца, имеющего однородную и минимальную площадь поперечного сечения.

3.3 **измерительная база l_o:** Начальная длина участка между контрольными точками образца в пределах длины узкой параллельной части.

3.4 **термостатируемая зона:** Участок длины узкой параллельной части, включая измерительную базу, температура которого находится в пределах 50 °С от температуры испытания.

3.5 **площадь поперечного сечения S_o:** Начальная площадь поперечного сечения образца в пределах измерительной базы при температуре проведения испытания.

Примечание — Различают два вида площади поперечного сечения образца:

- кажущаяся площадь поперечного сечения — это общая площадь поперечного сечения, $S_{o\ app}$;
- эффективная площадь поперечного сечения — это общая площадь поперечного сечения с поправкой на наличие покрытия, $S_{o\ eff}$.

3.6 **продольная деформация *A*:** Изменение измерительной базы под действием нагрузки.

3.7 **деформация ε:** Относительное изменение измерительной базы образца, определяемое как отношение A/l_o.

3.8 **напряжение σ:** Отношение нагрузки, выдерживаемой образцом в процессе испытания, к площади поперечного сечения.

Примечания

1 Различают два вида напряжений:

- кажущееся напряжение σ_{app} при использовании кажущейся площади поперечного сечения;
- эффективное напряжение σ_{eff} при использовании эффективной площади поперечного сечения.

2 Напряжение может быть при сжатии или растяжении.

3.9 **нагружение с постоянной амплитудой:** Нагружение, при котором максимальные и минимальные значения нагрузки остаются постоянными в процессе испытаний.

4 Сущность метода

Образец нагревают до температуры испытания и циклически нагружают растяжением или сжатием с заданной частотой одним из следующих методов:

- метод А: при постоянной амплитуде напряжений;
- метод В: при постоянной амплитуде деформаций.

Во время проведения испытаний для ряда циклов нагружения записывают кривые «напряжение — деформация» и регистрируют максимальное количество циклов нагружения. По результатам испытаний определяют усталостную долговечность, параметр повреждения и остаточные механические характеристики.

Примечание — Остаточные механические характеристики определяют на образцах, которые не разрушились в процессе испытаний.

5 Оборудование

5.1 Испытательная машина

5.1.1 Испытания проводят на универсальной испытательной машине по ГОСТ 28840, обеспечивающей растяжение или сжатие образца с заданной постоянной скоростью перемещения активного захвата и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

Испытательная машина должна быть оснащена счетчиком циклов нагружения для заданной частоты испытания.

5.1.2 Захваты испытательной машины (далее — захваты) должны обеспечивать надежное крепление и точное центрирование образца (его продольная ось должна совпадать с направлением действия нагрузки). Центрирование образца не должно изменяться при нагреве.

Создаваемое захватами давление должно предотвращать скольжение образца в захватах при приложении нагрузки.

Рекомендуется использовать гидравлические захваты, которые располагают на концах образца вне термостатируемой зоны.

5.1.3 Испытательная машина должна быть оборудована термокриокамерой, обеспечивающей нагрев образца в пределах 50 °С от температуры испытания.

5.1.4 Испытательная машина должна быть оборудована программным обеспечением, автоматически регистрирующим кривые «напряжение — деформация» с точностью регистрации нагрузки и продольной деформации по 5.1.1 и 5.2 соответственно.

5.2 Экстензометр

Для измерения продольной деформации образца применяют экстензометры с точностью измерения ±1 % во всем диапазоне измерений продольной деформации.

Экстензометр должен проводить измерения в течение всего испытания. Рекомендуется применять механические экстензометры с функцией автоматической записи данных измерения.

Экстензометр крепят к образцу с помощью ножей, которые расположены на контрольных точках образца, ограничивающих измерительную базу. Ножи экстензометра могут быть подвергнуты воздействию температур выше, чем температура испытания. Структурные изменения материала ножей экстензометра, вызванные температурой испытания, не должны ухудшать точность измерения продольной деформации. Материал ножей экстензометра должен быть совместим с материалом образца.

Учитывают изменения калибровки экстензометра, которые могут иметь место при проведении измерений в условиях отличных от условий калибровки.

Характеристики экстензометра не должны изменяться в процессе испытаний.

Давление, оказываемое ножами экстензометра на образец, должно быть минимальным для предотвращения соскальзывания ножей экстензометра.

5.3 Термопары

Для измерения температуры испытания используют термопары, отвечающие требованиям ГОСТ Р 8.585.

5.4 Микрометры

Для измерения линейных размеров используют микрометры по ГОСТ 6507.

6 Подготовка к проведению испытаний

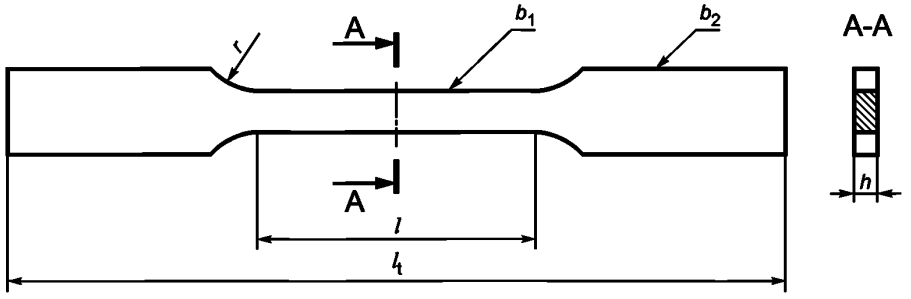
6.1 Образцы

6.1.1 Форма и размеры образцов

Для испытаний дву- и трехнаправленно армированных керамических композитов используют образцы в форме двусторонней лопатки, как показано на рисунке 1.

Для испытаний однонаправленно армированных керамических композитов используют образцы без заплечиков. Образцы без заплечиков должны иметь прямоугольную форму длиной не менее 200 мм.

В случае испытаний на усталость с применением сжимающей нагрузки для предотвращения изгиба образца используют образцы по ГОСТ Р 57605—2017 (ИСО 14544:2013).



l — длина узкой параллельной части; l_t — общая длина; h — толщина; b_1 — ширина в пределах измерительной базы; b_2 — ширина на концах; r — радиус

Рисунок 1 — Форма образцов дву- и трехнаправленно армированных керамических композитов

Размеры образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Размеры образцов

В миллиметрах

Наименование параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Длина узкой параллельной части, l	От 30 до 80 включ.	±0,5
Толщина, h	≥ 2	±0,2
Ширина в пределах измерительной базы, b_1	От 8 до 20 включ.	±0,2
Ширина на концах, b_2	αb_1, где α от 1,2 до 2 включ.	±0,2
Радиус, r	> 30	±2
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—

Общая длина, l_t, образца зависит от используемых термокриокамеры и захватов.

Примечание — Как правило, общая длина образца не менее 150 мм.

6.1.2 Подготовка образцов

6.1.2.1 Образцы вырезают из изделий, изготовленных по соответствующему нормативному документу или технической документации, при этом следят за ориентацией относительно направления армирования и предполагаемой оси нагружения.

Механическая обработка образцов должна быть установлена в нормативном документе или технической документации на материал.

6.1.2.2 На образец наносят контрольные точки для определения измерительной базы.

Контрольные точки должна находиться на одинаковом расстоянии от середины образца ±1 мм, измерительная база должны быть определена с точностью ±1 %.

Контрольные точки наносят только маркирующим средством. Необходимо использовать такие маркирующие средства, чтобы не повредить образец.

6.1.3 Количество образцов

Для определения характеристик усталости используют не менее трех образцов.

6.2 Кондиционирование

Перед проведением испытания проверяют температурный градиент в пределах длины узкой параллельной части с помощью термопар, которые устанавливают на глубину до середины образца. Образец нагревают до температуры испытания и измеряют температуру минимум в трех точках — в двух контрольных точках и посередине.

Для определения длины термостатируемой зоны измеряют температуру за пределами измерительной базы. Предельные отклонения от установленной температуры испытания в точках измерения по длине узкой параллельной части образца не должны превышать:

- ±50 °С — для термостатируемой зоны;
- ±30 °С — для измерительной базы.

6.3 Измерение линейных размеров образцов

Измеряют ширину и толщину каждого образца в центре, а также на концах длины узкой параллельной части, при комнатной температуре с точностью ±0,01 мм.

Рассчитывают площадь поперечного сечения образца, используя средние значения ширины и толщины.

7 Проведение испытаний

7.1 Образец устанавливают в захваты испытательной машины таким образом, чтобы его продольная ось совпадала с направлением действия нагрузки.

Захваты испытательной машины должны исключать деформации изгиба и потерю устойчивости образцов при сжатии.

7.2 Ножи экстензометра устанавливают в контрольные точки на образце.

Если экстентензометр настраивают при комнатной температуре, то показания экстентензометра обнуляют после достижения и стабилизации температуры испытания.

Для образцов с большим коэффициентом теплового расширения рекомендуется механически отрегулировать экстентензометр таким образом, чтобы с учетом теплового расширения образца его показания при температуре испытания перед началом проведения испытаний были близки к нулю.

7.3 Образец нагревают до температуры испытания и выдерживают в течение определенного времени до стабилизации температуры. Температура испытания, продолжительность нагрева до заданной температуры испытания и время выдержки при этой температуре указаны в нормативном документе или технической документации на материал. Контроль и измерение температуры в процессе испытания осуществляют с помощью термопар, которые устанавливают в соответствии с 6.2.

7.4 Испытания проводят следующим образом:

- обнуляют показания силомера;
- обнуляют показания экстензометра;
- настраивают максимальное количество циклов, N;
- для метода А задают максимальное и минимальное значения напряжения;
- для метода В задают максимальное и минимальное значения деформации;
- настраивают частоту нагружения и форму цикла нагружения;
- начинают испытания на усталость:
  1) для метода А — в режиме контроля нагрузки;
  2) для метода В — в режиме контроля перемещения;
- регистрируют максимальное количество циклов нагружения N или количество циклов нагружения до разрушения образца, N_f;
- записывают кривые «напряжение — деформация» вплоть до максимального количества циклов.

Если запись кривой «напряжение — деформация» для каждого цикла нагружения невозможна для используемого программного обеспечения, то используют следующую схему записи:

- первые 10 циклов нагружения — каждый цикл нагружения;
- циклы нагружения с 10 по 100 — каждый десятый цикл нагружения;
- циклы нагружения с 100 по 1000 — каждый сотый цикл нагружения;
- циклы нагружения с 1000 по 10000 — каждый тысячный цикл нагружения и т. д.

7.5 Результаты испытаний при определении усталостной долговечности не учитывают:

- при неуказании условий испытаний;
- при скольжении образца в захватах;
- при разрушении образца вне термостатируемой зоны.

Результаты испытаний при определении параметра повреждения не учитывают:

- при соскальзывании экстензометра;
- при дрейфе экстензометра.

7.6 Если разрушение образца по завершении выбранного максимального количества циклов не произошло, образец испытывают до разрушения по ГОСТ Р 57706—2017 (ИСО 14574:2013).

8 Обработка результатов

8.1 Усталостная долговечность

Усталостную долговечность t_f, ч, вычисляют по формуле

$$t_f = \frac{N_f}{3600f}, \quad (1)$$

где N_f — количество циклов до разрушения образца;

f — частота нагружения, Гц.

8.2 Параметр повреждения

Для каждого цикла нагружения, для которого записана кривая «напряжение — деформация», вычисляют параметр повреждения D_n.

Параметр повреждения D_n вычисляют по формуле

$$D_n = 1 - \frac{E_{n,\text{app}}}{E_{1,\text{app}}}, \quad (2)$$

где $E_{n,app}$ — модуль упругости в n-ом цикле нагружения (см. рисунки 2—4), МПа;
$E_{1,app}$ — модуль упругости в первом цикле нагружения (см. рисунки 2—4), МПа.

Модуль упругости в n-ом цикле нагружения $E_{n,app}$, МПа, вычисляют по формуле

$$E_{n,app} = \frac{\sigma_{max}}{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{n,residual}}, \quad (3)$$

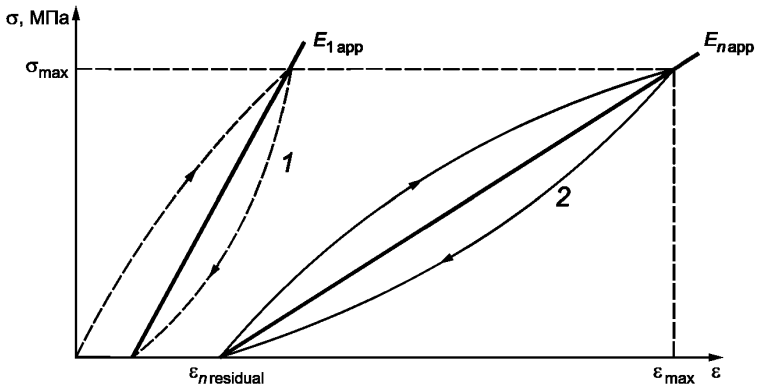
где σ_{max} — максимальное напряжение цикла нагружения, МПа;
ε_{max} — максимальная деформация цикла нагружения;
$\varepsilon_{n,residual}$ — остаточная деформация при нулевой нагрузке в n-ом цикле нагружения.

Остаточную деформацию при нулевой нагрузке в n-ом цикле нагружения $\varepsilon_{n,residual}$, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{n,residual} = \frac{\varepsilon_{unl} + \varepsilon_{l}}{2}, \quad (4)$$

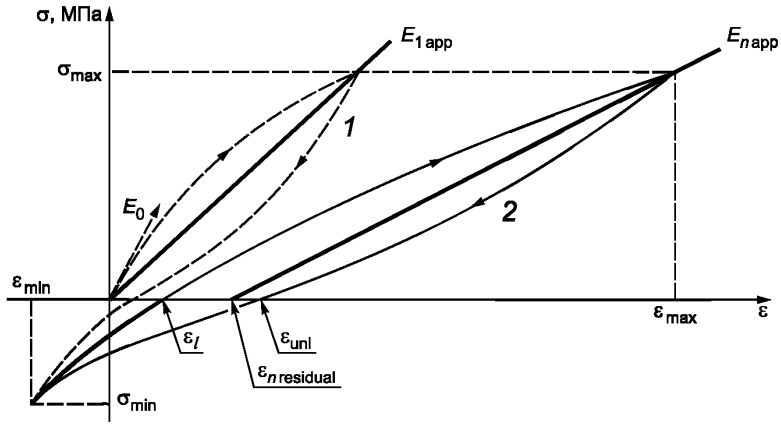
где ε_{unl} — деформация в начале нагружения (см. рисунок 3);
ε_{l} — деформация в конце нагружения (см. рисунок 3).

Строят диаграммы зависимости D_n, $\varepsilon_{n\max}$, $\varepsilon_{n,residual}$, от количества циклов нагружения N. По оси абсцисс используют логарифмы числа циклов нагружения. На рисунках 2—4 приведены примеры от отнулевого, знакопеременного и знакопостоянного циклов нагружения соответственно.



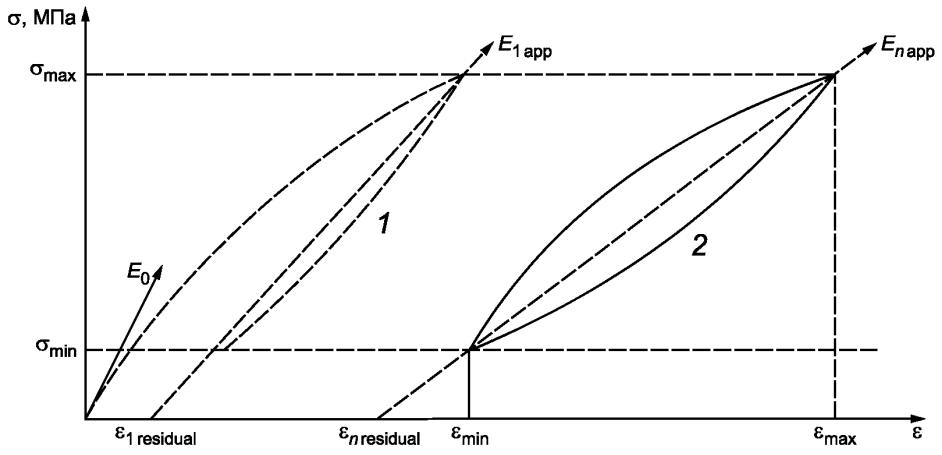
1 — первый цикл нагружения; *2* — n-й цикл нагружения

Рисунок 2 — Отнулевой цикл нагружения



1 — первый цикл нагружения; *2* — n-й цикл нагружения

Рисунок 3 — Знакопеременный цикл нагружения



1 — первый цикл нагружения; *2* — *n*-й цикл нагружения

Рисунок 4 — Знакопостоянный цикл нагружения

9 Протокол испытаний

Результаты испытаний заносят в протокол испытаний, который должен содержать:

- ссылку на настоящий стандарт;
- наименование и адрес испытательной лаборатории;
- полную идентификацию материала образцов (свойства, код общероссийского классификатора предприятий и организаций (ОКПО) предприятия-изготовителя и т. д.);
- размеры и форму образцов;
- количество образцов;
- сведения об оборудовании;
- температуру испытания;
- вид нагружения, форму цикла, частоту нагружения;
- максимальное и минимальное напряжения для метода А;
- максимальную и минимальную деформации для метода В;
- максимальное количество циклов нагружения или количество циклов нагружения до разрушения. Если после заданного максимального количества циклов испытание завершилось без разрушения образца, это также указывают в протоколе;
- усталостную долговечность, параметр повреждения, остаточные механические характеристики (если применимо);
- место разрушения (если применимо);
- дату проведения испытаний.

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта

ДА.1

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает метод для определения свойств при постоянно-амплитудном нагружении или деформировании одноосным растяжением или одноосным растяжением/сжатием композитных материалов с керамической матрицей (ККМ) с волоконным армированием при температурах до 1700 °С, на воздухе при атмосферном давлении.

Настоящий международный стандарт применим ко всем композитным материалам с керамической матрицей и волоконным армированием, однонаправленным (1D), двунаправленным (2D) и трехнаправленным (xD, при $2 < x \leq 3$).

Целью настоящего международного стандарта является определение поведения композитов с керамической матрицей при одновременном воздействии усталостных механических нагрузок и окисления. Испытания на определение усталостных свойств при высоких температурах в инертной атмосфере отличаются от проводимых в окислительной атмосфере. В противоположность инертной атмосфере повреждения в окислительной атмосфере накапливается из-за влияния механической усталости и химических эффектов окисления материала.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5 (подраздел 3.7).

ДА.2

6 Оборудование

6.1 Испытательная машина

Используют испытательные машины с электрическим или гидравлическим приводом. Они должны работать в режиме контроля нагрузки или деформации.

Силомер машины должен быть рассчитан на проведение усталостных испытаний и быть не хуже класса 1 по ИСО 7500-1. Требование к классу точности относится к реальным условиям испытания. Машина должна быть оснащена счетчиком циклов для заданной частоты испытания.

6.2 Нагрузочный модуль

Конфигурация нагрузочного модуля должна обеспечивать равенство показаний силомера и фактической нагрузки, прилагаемой к испытуемому образцу.

Характеристики нагрузочного модуля, включая систему выравнивания или обеспечения соосности и систему нагружения, не должны изменяться при нагреве.

Крепление должно центрировать ось образца относительно оси прилагаемой нагрузки.

Конструкция зажимов должна исключать возможность выскальзывания образцов.

Рекомендуется использовать гидравлические зажимы. В этом случае используется метод с холодными зажимами, располагающимися вне горячей зоны.

Примечание — В этом методе существует температурный градиент между центром образца, имеющим заданную температуру, и концами образца, имеющими температуру зажимов.

6.3 Нагрев

Нагрев должен быть устроен таким образом, чтобы температура в термостатируемой зоне оставалась в пределах 50 °С от температуры испытания.

6.4 Экстензометр

Если применимо, экстензометр должен обеспечивать непрерывную запись продольной деформации, совместимую с выбранной частотой испытания. Экстензометр должен быть не хуже 1-го класса по ИСО 9513.

Обычно используют механические экстензометры.

6.6 Система регистрации данных

Для записи кривых «нагрузка — деформация» используют откалиброванный самописец. Рекомендуется использовать цифровые системы регистрации данных.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в целях соблюдения требований ГОСТ 1.5—2001 (подпункт 4.2.1.1 и пункт 7.9.6).

ДА.3

Срок службы композитов с керамической матрицей, помимо других факторов, зависит от окисления при заданных уровнях температуры, напряжения и деформации. Поэтому конфигурация испытуемого образца должна

обеспечивать получение разлома в термостатируемой зоне. Для данной цели следует использовать гантельный образец, приведенный на рисунке 3 и в таблице 1.

В дополнение к этому выбор геометрии образцов зависит от природы материала и структуры армирования.

Объем в пределах базовой длины должен быть представительным для материала. Общая длина, l_t, зависит от печи и крепления/зажимов.

Примечание — Обычно общая длина больше 150 мм.

В случае однонаправленных композитов (1D) гантельные образцы не рекомендуются. Используют образцы без заплечиков.

В случае усталостных испытаний на растяжение—сжатие конфигурация образца должна выбираться для предотвращения недействительности испытания из-за выгиба, как указано в ИСО 14544.

В пределах базовой длины любые колебания температуры должны оставаться в пределах 30 °С от температуры испытания.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в целях соблюдения требований ГОСТ 1.5 (пункты 4.1.5, 7.9.7).

ДА.4

9.1 Параметры испытания: температура

9.1.1 Общие положения

Следующие проверки необходимо выполнить в репрезентативных условиях испытания. Проверки должны повторяться при любых изменениях материала, геометрии образца, конфигурации зажима и т. п. При проведении проверок необходимо обеспечить достаточное время для стабилизации температуры.

9.1.2 Термостатируемая зона

Перед испытанием температурный градиент в пределах калиброванной длины в печи должен быть в требуемом диапазоне температур. Проверка выполняется путем измерения температуры образца минимум в трех точках, две из которых будут контрольными точками для экстензометра и одна — посередине.

Для определения длины термостатируемой зоны необходимо измерить температуру и за пределами базовой длины. Колебания температуры в термостатируемой зоне и в пределах базовой длины должны отвечать требованиям раздела 7 и 6.3 соответственно.

Температуру измеряют любым из методов, соответствующих 6.5. Если для измерения температуры в разных частях образца используют термопары, они должны вставляться (и герметизироваться при необходимости) в холостой образец на глубину примерно до середины образца в направлении вставки.

9.1.3 Калибровка температуры

В процессе серии испытаний температура образцов определяется путем непосредственного измерения образцов или косвенно, по показаниям измерительного прибора.

В последнем случае взаимосвязь между измеренной температурой и температурой образца посередине базовой длины устанавливается заранее с холостым образцом во всем диапазоне температур испытания.

Примечание — Взаимосвязь между показаниями термоизмерительной системы и температурой испытания обычно определяется в процессе настройки термостатируемой зоны.

9.2 Измерения размеров испытуемых образцов

Площадь поперечного сечения определяют по центру образца и на концах калиброванной длины.

Площадь поперечного сечения изменяется при изменении температуры. Однако такие изменения очень трудно измерить. По данной причине площадь поперечного сечения должна измеряться при комнатной температуре.

Размеры должны измеряться с точностью ±0,01 мм. Для обработки результатов используют арифметические формулы.

Примечание — Данные подразделы международного стандарта изменены в целях соблюдения требований ГОСТ 1.5 (подраздел 4.1, пункты 7.9.7 и 7.9.8).

ДА.5

9.3.3 Нагрев образца

Образец нагревают до температуры испытания и выдерживают в течении определенного времени до стабилизации температуры и, где применимо, до стабилизации показаний тензодатчиков. Возможны два варианта: если температура образца измеряется в процессе испытания на самом образце, для контроля печи должна использоваться именно эта температура. Если прямое измерение температуры образца в процессе испытания невозможно, необходимо использовать зависимость температуры образца от температуры печи, установленную, как указано в 9.1. Следует удостовериться в том, что при нагреве напряжение в образце остается на начальном уровне.

Примечание — Данный пункт международного стандарта изменен в целях соблюдения требований ГОСТ 1.5 (подраздел 4.1).

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного международного стандарта

ДБ.1

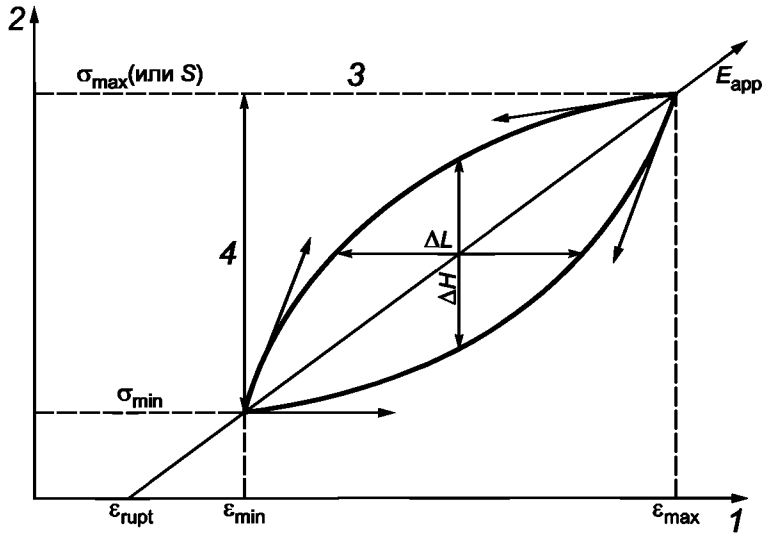
5 Предмет и его значимость

Данный метод испытания используют для определения поведения ККМ при длительном циклическом усталостном нагружении с постоянной амплитудой. Простейший способ определения усталостных свойств материала — построение диаграмм, охватывающих весь срок службы. На данных диаграммах время до разрушения (или циклическая выносливость) зависит от амплитуды напряжения (или деформации).

Диаграмма полного срока службы требует использования большого количества образцов, что дорого и затратно по времени. Поэтому определяют циклическую выносливость при определенном напряжении (или деформации) или измеряют предел выносливости. Типичное усталостное испытание определяют циклическим нагружением, постоянной амплитудой, средой, температурой и частотой.

Для лучшей характеризации механического поведения в процессе усталостных испытаний определяют некоторые механические характеристики по кривым «напряжение — деформация». Строят диаграммы зависимости этих характеристик от времени или количества циклов. По ним будет видно развитие повреждений в процессе циклического нагружения. Учитывают следующие параметры (см. рисунок 2):

- остаточную деформацию при нулевой нагрузке;
- секущий модуль упругости или соответствующий параметр повреждения;
- площадь петли гистерезиса на кривой «напряжение—деформация» или внутреннее трение;
- максимальную и минимальную деформацию, или разницу между ними в выбранном цикле;
- некоторые специфические касательные модули упругости, например сверху или снизу петли на кривой «напряжение — деформация».



1 — деформация, ε; *2* — напряжение, σ; *3* — ширина, *L*; *4* — высота, *H*

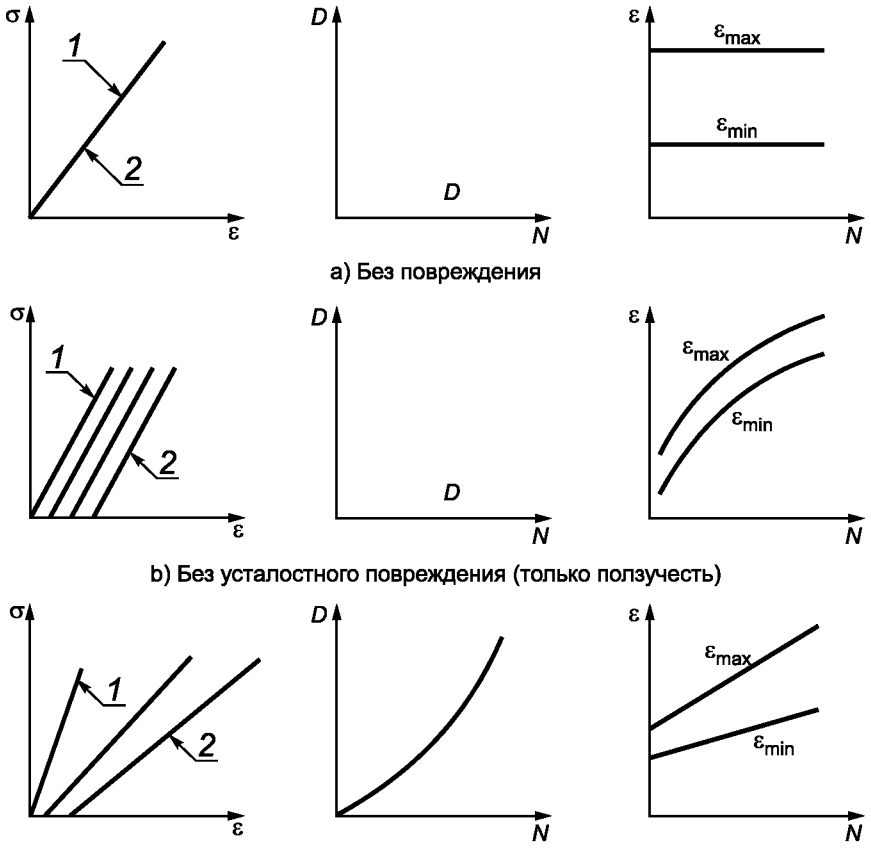
Рисунок 2 — Параметры для оценки усталостной долговечности

ДВ 2

Приложение А
(справочное)

Схематическое развитие Е

На рисунке А.1 показано схематическое развитие Е: a) без повреждения, b) ползучесть, без усталостного повреждения, и c) усталостное повреждение с вероятной ползучестью.



1 — первый цикл; *2* — последний цикл

Рисунок А.1 — Схематическое развитие Е: a) без повреждения, b) ползучесть, без усталостного повреждения, и c) усталостное повреждение с вероятной ползучестью

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта				Структура международного стандарта ИСО 17142			
Раздел	Подраздел	Пункт	Подпункт	Раздел	Подраздел	Пункт	Подпункт
3	3.1—3.9	—	—	3	3.1	3.1.1—3.1.9	—
Ссылка на ГОСТ 23207					3.2	3.2.1	3.2.1.1
						3.2.2	3.2.2.1—3.2.2.4
						3.2.3	3.2.3.1—3.2.3.4
						3.2.4	3.2.4.1—3.2.4.3
4	—	—	—	4	—	—	—
—				5	—	—	—
5	5.1	5.1.1	—	6	6.1—6.2	—	—
		5.1.2	—		6.2	—	—
		5.1.3	—		6.3	—	—
		5.1.4	—		6.6	—	—
	5.2	—	—		6.4	—	—
	5.3	—	—		6.5	—	—
	5.4	—	—		6.7	—	—
6	6.1	6.1.1	—	7	—	—	—
		6.1.2	6.1.2.1	8	8.1	—	—
			6.1.2.1	—			
6	6.1	6.1.3	—	8	8.2	—	—
	6.2	—	—	9	9.1	9.1.1—9.1.3	—
	6.3	—	—		9.2	—	—
7	7.1—7.4	—	—		9.3	9.3.1—9.3.4	—
	7.5	—	—		9.4	—	—
	7.6	—	—	10	10.3	—	—
8	8.1	—	—		10.1	—	—
	8.2	—	—		10.2	—	—
9	—	—		11	—	—	—
Приложения			—	Приложения			А
			ДА—ДГ				—

Окончание таблицы ДВ.1

Примечания

1 Сопоставление структуры стандартов приведено начиная с раздела 3, т. к. предыдущие разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.

2 Указанное в таблице изменение структуры межгосударственного стандарта относительно структуры примененного международного стандарта обусловлено приведением в соответствие с требованиями, установленными к стандартам на методы испытания в ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9).

3 Внесены дополнительные приложения ДА—ДГ в соответствии с требованиями, установленными к оформлению межгосударственного стандарта, модифицированного по отношению к международному стандарту.

Приложение ДГ
(справочное)

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

Таблица ДГ.1

Обозначение ссылочного межгосударственного или национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 6507—90	NEQ	ISO 3611 «Технические требования к геометрическим параметрам продукции. Оборудование для измерения размеров. Микрометры для внешних измерений. Конструкция и метрологические характеристики»
ГОСТ 28840—90	NEQ	ISO 7500-1 «Материалы металлические. Верификация машин для статических испытаний в условиях одноосного нагружения. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Верификация и калибровка силоизмерительных систем»
ГОСТ Р 8.585—2001	NEQ	IEC 60584-1 «Термопары. Часть 1. Спецификация и допуски для электродвижущей силы (EMF)», IEC 60584-2 «Термопары. Часть 2. Допуски»
ГОСТ Р 57706—2017 (ИСО 14574:2013)	MOD	ISO 14574 «Тонкая керамика (конструкционная керамика, конструкционная техническая керамика). Механические свойства керамических композитов при высоких температурах. Определение характеристик при растяжении»
ГОСТ Р 57605—2017 (ИСО 14544:2013)	MOD	ISO 14544 «Тонкая керамика (высокотехнологичная керамика). Механические свойства керамических композитов при высокой температуре. Определение свойств при сжатии»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

УДК 666.3.017:006.354 ОКС 81.060.30

Ключевые слова: композиты керамические, характеристики усталости, циклическое нагружение, постоянная амплитуда, повышенная температура

БЗ 9—2017/252

Редактор *А.А. Кабанов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 27.09.2017. Подписано в печать 16.10.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10. Тираж 21 экз. Зак. 1993.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru