ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58016— 2017

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ. КАРБИДКРЕМНИЕВЫЕ КОМПОЗИТЫ, АРМИРОВАННЫЕ КАРБИДКРЕМНИЕВЫМ ВОЛОКНОМ

Классификация

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

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 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 5 декабря 2017 г. № 1884-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Ц1835—16 «Стандартная классификация конструкций из карбид кремний-карбид кремниевых композитов, армированных волокном» (ASTM C1835—16 «Standard Classification for Fiber Reinforced Silicon Carbide-Silicon Carbide Composite Structures», MOD) путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях этого текста. Оригинальный текст этих структурных элементов приведенного стандарта АСТМ и объяснения причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДА.

В настоящий стандарт не включены ссылки на АСТМ Ц242, АСТМ Ц559, АСТМ Ц1039, АСТМ Ц1198, АСТМ Ц1259, АСТМ Ц1275, АСТМ Ц1773, АСТМ Ц1793, АСТМ Д3878, АСТМ Д4850, АСТМ Д6507, АСТМ Е6, АСТМ Е11, АСТМ Е1309 вместе с положениями, в которых они приведены.

В настоящий стандарт не включены разделы 4, 5, подразделы 1.2—1.6, 6.5, пункт 6.7.1 примененного стандарта АСТМ, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации, так как они имеют поясняющий и справочный 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).

В настоящем стандарте ссылка на стандарт АСТМ заменена ссылкой на соответствующий межгосударственный стандарт. 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

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2018 г.

*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, оформление, 2018

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 Классификация 1
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ 4
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного стандарта АСТМ 7
Приложение ДВ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам АСТМ, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте АСТМ 10
Приложение ДГ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта АСТМ 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ. КАРБИДКРЕМНИЕВЫЕ КОМПОЗИТЫ, АРМИРОВАННЫЕ КАРБИДКРЕМНИЕВЫМ ВОЛОКНОМ

Классификация

Ceramic composites. Silicon carbide composites reinforced with silicon carbide fiber. Classification

Дата введения — 2018—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на керамические композиты и устанавливает классификацию карбидкремниевых композитов, армированных карбидкремниевым волокном.

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

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:
ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения

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 32794.

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

4 Классификация

4.1 Карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, классифицируют по следующим признакам:

- по типу волокна и способу его производства;
- по типу армирования;
- по методу уплотнения матрицы;
- по физическим свойствам;
- по механическим свойствам.

Издание официальное

4.2 По типу волокна и способу его производства карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, подразделяются на:

- A — волокно с содержанием кристаллического карбида кремния стехиометрического состава свыше 95 % масс., полученное высокотемпературным пиролизом и спеканием кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере;
- B — волокно с содержанием кристаллического карбида кремния стехиометрического состава от 85 % масс. до 95 % масс., полученное высокотемпературным пиролизом и спеканием кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере;
- C — волокно с содержанием кристаллического карбида кремния стехиометрического состава не более 80 % масс., полученное высокотемпературным пиролизом и спеканием кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере;
- D — волокно, полученное химическим осаждением из паровой фазы карбида кремния на элементарную нить подложки.

4.3 По типу армирования карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, подразделяются на:

- 1 — однонаправленные;
- 2 — двунаправленные;
- 3 — трехнаправленные.

4.4 По методу уплотнения матрицы карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, подразделяются на:

- C — химическая инфильтрация паровой фазы (CVI)/химическое осаждение из газовой фазы (CVD);
- P — пропитка полимером и пиролиз (PP);
- M — пропитка расплавом кремния (MI);
- S — горячее прессование и спекание (S);
- H — комбинация вышеперечисленных методов.

4.5 По физическим свойствам карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, классифицируют, исходя из объемной доли волокна, объемной плотности и пористости (см. таблицу 1).

Таблица 1 — Классификация карбидкремниевых композитов, армированных карбидкремниевым волокном по физическим свойствам

Физическое свойство	Обозначение классификации				
Объемная доля волокна, %	5	4	3	2	1
	Не менее 45	От 40 до 45 включ.	От 30 до 39 включ.	От 20 до 29 включ.	Менее 20
Объемная плотность, г/см^3	A	B	C	D	E
	Не менее 3,0	От 2,80 до 2,99 включ.	От 2,50 до 2,79 включ.	От 2,00 до 2,49 включ.	Менее 2,0
Пористость, %	2*	2	5	10	15
	Менее 2	От 2 до 5 включ.	От 5,1 до 10 включ.	От 10,1 до 15 включ.	Св. 15

4.6 По механическим свойствам карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, классифицируют, исходя из значений предела прочности при растяжении/предела прочности при растяжении в окружном направлении и модуля упругости при растяжении/модуля упругости при растяжении в окружном направлении (см. таблицу 2).

Таблица 2 — Классификация карбидкремниевых композитов, армированных карбидкремниевым волокном по механическим свойствам

Механическое свойство	Геометрия — направленность	Обозначение классификации				
Среднее значение предела прочности при растяжении/предела прочности при растяжении в окружном направлении, МПа	Пластина/брусок — главная ось 0°. Стержень/труба — осевая/по кольцу	4	3	2	1	1*
		Не менее 400	От 300 до 399 включ.	От 200 до 299 включ.	От 100 до 199 включ.	Менее 100
Среднее значение модуля упругости при растяжении/модуля упругости при растяжении в окружном направлении, ГПа	Пластина/брусок — главная ось 0°. Стержень/труба — осевая/по кольцу	4	3	2	1	1*
		Не менее 400	От 300 до 399 включ.	От 200 до 299 включ.	От 100 до 199 включ.	Менее 100

Примечания

1 Для труб при классификации по пределу прочности при растяжении в окружном направлении и модулю упругости при растяжении в окружном направлении в обозначении приводят нижний индекс «Н».

2 Среднее значение предела прочности при растяжении рассчитывают для 10 образцов, модуля упругости при растяжении — для пяти образцов.

4.7 Примеры условных обозначений

Примеры условных обозначений карбидкремниевых композитов, армированных карбидкремниевым волокном:

1 Двунаправленный карбидкремниевый композит, матрица которого образована химической инфильтрацией паровой фазы и армирована волокном с содержанием кристаллического карбида кремния стехиометрического состава свыше 95 % масс., полученным высокотемпературным пиролизом и спеканием кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере, с объемной долей волокна 45 %, объемной плотностью 2,3 г/см^3, пористостью 12 %, средним пределом прочности при растяжении 350 МПа и средним модулем упругости при растяжении 380 ГПа:

SiC-SiC-A2C-4D10-33

2 Трехнаправленный карбидкремниевый композит, матрица которого образована пропиткой расплавом кремния и армирована волокном с содержанием кристаллического карбида кремния стехиометрического состава от 85 % масс. до 95 % масс., полученным высокотемпературным пиролизом и спеканием кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере, с объемной долей волокна 38 %, объемной плотностью 2,6 г/см^3, пористостью 6 %, средним пределом прочности при растяжении 180 МПа и средним модулем упругости при растяжении 210 ГПа:

SiC-SiC-B3M-3C5-12

3 Однонаправленный карбидкремниевый композит, матрица которого образована горячим прессованием и спеканием и армирована волокном, полученным химическим осаждением из паровой фазы карбида кремния на элементарную нить подложки, с объемной долей волокна 48 %, объемной плотностью 3,1 г/см^3, пористостью менее 2 %, средним пределом прочности при растяжении 430 МПа и средним модулем упругости при растяжении 360 ГПа:

SiC-SiC-D1S-5A2-43*

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного стандарта АСТМ

ДА.1

1.1 Настоящая классификация относится к конструкциям из композитов карбид кремния — карбид кремния (SiC-SiC) (плоские плиты, прямоугольный профиль, круглый пруток и трубы), производимым для применения в качестве конструкционных элементов. Композиты SiC-SiC состоят из непрерывного волокна из карбида кремния в матрице из карбида кремния, которая производится четырьмя разными методами уплотнения матрицы.

Примечание — Данный раздел стандарта АСТМ изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.7), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.2

3 Терминология

3.1 Общие определения: многие термины в этой классификации определяются в стандартах по терминологии, касающейся керамических фарфорофаянсовых изделий (АСТМ Ц242), высококачественной керамики (АСТМ Ц1145), композитных материалов (АСТМ Д3878), тканей и методов испытаний тканей (АСТМ Д4850) и механических испытаний (АСТМ Е6).

3.1.1 кажущаяся пористость: Объемная доля всех пор, пустот и каналов в сплошной массе, соединенных друг с другом и сообщающихся с наружной поверхностью и, таким образом, измеримых методом проникновения газа или жидкости (синоним — открытая пористость), АСТМ Ц242.

3.1.2 плетеный материал: Тканая конструкция, получающаяся путем переплетения трех и более концов нитей таким образом, чтобы траектории нитей проходили по диагонали к вертикальной оси ткани.

3.1.2.1 Пояснение: у плетеных структур может быть двумерная или трехмерная структура.

3.1.3 насыпная плотность: Масса единицы объема материала, включая как проницаемые, так и непроницаемые пустоты, АСТМ Ц559.

3.1.4 композит с керамической матрицей: Материал, состоящий из двух или более материалов (нерастворимых друг в друге), в котором основным непрерывным компонентом (матричный компонент) является керамика, а вспомогательными компонентами (армирующий компонент) могут быть керамика, стеклокерамика, стекло, металл или органическое вещество. Эти компоненты комбинируют в макромасштабе, получая при этом полезный технический материал, обладающий определенными свойствами или поведением, которыми не обладают его отдельные составляющие, АСТМ Ц1145.

3.1.5 ткань: В текстильных изделиях плоская конструкция, состоящая из нитей или волокон, ASTM D4850.

3.1.6 волокно: Волокнистая форма материи с отношением длин сторон >10 и эффективным диаметром <1 мм (синоним — элементарная нить).

3.1.6.1 Пояснение: волокно/элементарная нить представляют собой исходный элемент тканей и других текстильных структур, АСТМ Д3878.

3.1.7 доля волокна (объемная или массовая): Количество волокна, присутствующего в композите, выраженное в процентах по массе либо процентах по объему, АСТМ Д3878.

3.1.8 волоконная заготовка: Предварительно сформованный волоконный армирующий наполнитель, обычно без матрицы, но часто содержащий связующее вещество для облегчения изготовления, образованный путем распределения/тканья волокон приблизительно в соответствии с контуром и толщиной готовой детали, АСТМ Д3878.

3.1.9 смешанный тип: В случае композитных материалов это тип, содержащий не менее двух различных типов матриц или армирующих наполнителей. Каждый тип матрицы или армирующего наполнителя может отличаться от других по (a) физическим или механическим свойствам или и по тем, и по другим, (b) по форме материала или (c) по химическому составу, АСТМ Д3878.

3.1.10 вязаный материал: Структура из волокна, получаемая путем вязаного переплетения одного и более концов нитей или сопоставимого материала, АСТМ Д4850.

3.1.11 ламинат: Любой композит, армированный волокном или тканью, состоящий из тонких прослоек (слоев) как минимум одной ориентации по отношению к некоторому опорному направлению, АСТМ Д3878.

3.1.12 наслоение: Технологический процесс или процесс изготовления, означающий размещение последовательных слоев материалов с заданной последовательностью и ориентацией, АСТМ Д6507, АСТМ Д1309.

3.1.13 матрица: Непрерывная составляющая композитного материала, которая окружает или охватывает заложенный в нее армирующий наполнитель в композите и действует как механизм передачи нагрузки между дискретными элементами армирующего наполнителя, АСТМ Д3878.

3.1.14 слой: В двумерных слоистых композитах это один составляющий слой в том виде, в котором он используется при изготовлении композита или имеется в структуре композита, АСТМ Д3878.

3.1.15 жгут: В композиционных материалах с волокнистым наполнителем это непрерывный упорядоченный ансамбль преимущественно параллельных коллимированных элементарных нитей, обычно нескрученных (синоним — ровинг), АСТМ Д3878.

3.1.16 однонаправленный композит: Любой композит, армированный волокном, при этом все волокна ориентированы в одном направлении, АСТМ Д3878.

3.1.17 тканый материал: Тканевая конструкция, получающаяся путем переплетения по особому ткацкому рисунку жгутов или нитей, ориентированных в двух или нескольких направлениях.

3.1.17.1 Пояснение: существует множество разнообразных двумерных видов переплетения, например, полотняное, сатиновое, саржевое, «рогожка», саржевое ломаное 3/1 и т. д.

3.1.18 нить: В композиционных материалах с волокнистым наполнителем это непрерывный упорядоченный комплекс преимущественно параллельных коллимированных элементарных нитей (обычно скрученных) либо штапельных или непрерывных элементарных нитей.

3.1.18.1 одиночная нить: основная нить, в которой каждая элементарная нить подвергается одинаковому кручению с остальными, АСТМ Д3878.

3.2 Определения терминов, относящихся к настоящему стандарту:

3.2.1 одномерный, двумерный и трехмерный армирующий наполнитель: Описание ориентации и распределения армирующего волокна и нитей в композите.

3.2.1.1 Пояснение: в одномерной структуре все волокна ориентированы в одном продольном (x) направлении. В двумерной структуре все волокна лежат в плоскостях x-y плиты или профиля или в кольцевых оболочках (в осевых и круговом направлениях) стержня или трубы, при этом нет волокон, ориентированных в направлении z или радиальных направлениях. В трехмерной структуре волоконный армирующий наполнитель имеется в направлениях x-y-z в плите или профиле и в осевом, круговом и радиальном направлениях в трубе или стержне.

3.2.2 осевой предел прочности при растяжении: У композитной трубы или сплошного круглого стержня это предел прочности при растяжении вдоль продольной оси трубы или стержня. У плоской плиты или прямоугольного профиля из композита — предел прочности при растяжении вдоль главной оси/направления конструкции.

3.2.3 химическое осаждение из паровой фазы или пропитывание: Химический процесс, при котором твердый материал осаждается на подложку или в пористую заготовку посредством разложения или реакции газовых прекурсоров.

3.2.3.1 Пояснение: химическое осаждение из паровой фазы обычно проводится при повышенных температурах в регулируемой атмосфере.

3.2.4 межфазное покрытие волокна: В керамических композитах это покрытие, наносимое на волокна для контроля сцепления между волокном и матрицей.

3.2.4.1 Пояснение: обычной практикой в случае композитов SiC-SiC является нанесение тонкого (< 3 микрон) межфазного покрытия на поверхность волокон/элементарных нитей во избежание сильного сцепления между волокнами из SiC и матрицей из SiC. Слабое сцепление между волокном и матрицей в композите SiC-SiC позволяет волокнам перекрывать трещины в матрице и способствует сохранению механической вязкости на излом, слабое сцепление между матрицей и волокном приводит к хрупкому разрушению с низкой относительной деформацией. Межфазные покрытия волокон с контролируемым составом, толщиной, содержанием фаз и морфологией/микроструктурой используются для контроля межфазной прочности. Межфазные покрытия волокон могут быть многослойными с разными составами и морфологией.

3.2.5 уплотнение горячим прессованием и спеканием: В композитах с матрицей из SiC процесс производства и уплотнения матрицы, при котором частицы карбида кремния в заготовке уплотняются и спекаются друг с другом до высокой плотности в штамповочном прессе при высоких давлениях и температурах.

3.2.5.1 Пояснение: в порошки карбида кремния часто добавляют спекающую добавку для обеспечения спекания жидкой фазы и активизации/ускорения уплотнения.

3.2.6 уплотнение путем пропитывания и пиролиза: В композитах с матрицей из SiC это процесс производства и уплотнения матрицы, при котором жидкий кремнийорганический полимерный прекурсор просачивается/впитывается в пористую заготовку или частично пористый композит и путем пиролиза образуется матрица из карбида кремния.

3.2.6.1 Пояснение: при пиролизе кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере прекурсор превращается в форму из карбида кремния с нужной чистотой и кристаллической структурой. Процесс пропитывания/пиролиза можно повторять несколько раз для заполнения пористости и повышения плотности композита.

3.2.7 пропитывание расплавом: В композитах с матрицей из SiC это процесс производства и уплотнения матрицы, при котором расплавленный кремний впитывается в заготовку (содержащую волокна из SiC и частицы SiC и углерода), расплавленный кремний реагирует со свободным углеродом, образуя матрицу со связующим карбидом кремния (синонимы — спекание путем реакции, пропитывание жидким кремнием).

3.2.8 главная ось конструкции: В композитной плоской плите или прямоугольном профиле это направленная ось, определяемая осью/направлением нагружения с самым большим необходимым пределом прочности при растяжении.

3.2.8.1 Пояснение: главная ось конструкции обычно является осью с максимальным нагружением волокна. Эта ось может быть непараллельной самому длинному размеру плиты/профиля/конструкции.

3.2.9 пиролиз: В композитах с матрицей из SiC это контролируемый термический процесс, при котором кремнийорганический прекурсор разлагается в инертной атмосфере, образуя матрицу из карбида кремния (SiC).

3.2.9.1 Пояснение: пиролиз обычно приводит к уменьшению массы и высвобождению водорода и углеводородных паров.

3.2.10 прямоугольный профиль: Сплошной прямой стержень прямоугольного сечения, геометрически определяемый шириной, толщиной и длиной продольной оси.

3.2.11 круглый стержень: Сплошной удлиненный прямой цилиндр, геометрически определяемый наружным диаметром и длиной по оси.

3.2.12 круглая труба: Полый удлиненный цилиндр, геометрически определяемый наружным диаметром, внутренним диаметром и длиной по оси.

3.2.13 композит карбид кремния — карбид кремния: Композит с керамической матрицей, в котором армирующая фаза состоит из непрерывных элементарных нитей из карбида кремния в виде волокна, непрерывной нити или тканого или плетеного материала, содержащихся в непрерывной матрице из карбида кремния.

3.2.14 волокно из карбида кремния: Неорганические волокна с первичным составом (>80 % масс.) карбида кремния (стехиометрическая формула SiC).

3.2.14.1 Пояснение: волокна из карбида кремния обычно производят двумя методами: высокотемпературным пиролизом и спеканием волокон кремнийорганического прекурсора в инертной атмосфере и химическим осаждением из паровой фазы карбида кремния на элементарную нить-подложку.

3.2.15 поверхностные изоляционные покрытия: Неорганические защитные покрытия, наносимые на наружную поверхность детали из композита SiC-SiC для защиты от высокотемпературного окисления или коррозионного воздействия, или и того, и другого или для повышения стойкости к износу и истиранию. Эти покрытия обычно представляют собой твердые непроницаемые керамические покрытия.

Примечание — Данный раздел стандарта АСТМ изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (подразделы 3.9, 4.8).

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного стандарта АСТМ

ДБ.1

1.2 Система классификации предусматривает средства идентификации и систематизации разных композитов SiC-SiC на основании типа волокна, класса структуры, уплотнения матрицы, физических и механических свойств. Эта система представляет собой систему идентификации самого высокого уровня для группировки разных типов композитов SiC-SiC по классам и обеспечивает возможность идентификации общей структуры и свойств данного композита SiC-SiC. Она предназначена для оказания помощи специалистам, занимающимся керамикой, в разработке, выборе и использовании композитов SiC-SiC с нужным составом, конструкцией и свойствами для конкретной области применения.

1.3 Система классификации позволяет составить код классификации для данного композита SiC-SiC, который включает в себя тип волокна, структуру армирующего наполнителя, тип матрицы, объемную долю волокна, плотность, пористость, предел прочности и модуль упругости при растяжении (комнатная температура).

1.3.1 Например, код классификации композитов SC2-A2C-4D10-33: композитный материал/компонент из SiC-SiC(SC2) с волокном из карбида кремния на основе полимерного прекурсора в количестве более 95 % в двумерной (2) структуре волокон с матрицей, полученной методом CVI (C), объемной долей волокна 45 % (4 = 40 %—45 %), насыпной плотностью 2,3 г/см^3 (D = 2,0—2,5 г/см^3), кажущейся пористостью 12 % (10 = 10 %—15 %), средним пределом прочности при растяжении 350 МПа (3 = 300—399 МПа) и средним модулем упругости на растяжение 380 ГПа (3 = 300—399 ГПа).

1.4 Эта система классификации является средством идентификации самого высокого уровня, в котором используется ограниченное количество свойств композитов для классификации высокого уровня. Она не претендует на то, чтобы быть полными, детальными техническими условиями, так как не охватывает всего спектра требований к составу, структуре, физическим и механическим свойствам, способу изготовления и долговечности, обычно определяемых в полных технических требованиях на проектирование. В стандарте АСТМ С1793 приводятся подробные указания и рекомендации по подготовке полных технических условий на материал для данного элемента из композита SiC-SiC.

1.5 Единицы измерения: величины, указанные в единицах СИ, считаются стандартными. Никакие другие единицы измерения в настоящем стандарте не предусмотрены.

1.6 Данный стандарт не претендует на полноту описания всех проблем безопасности, связанных с его использованием, если таковые имеются. Ответственность за установление соответствующих мер по технике безопасности и охране труда, а также определение применимости нормативных ограничений до начала использования данного стандарта возлагают на его пользователя.

ДБ.2 Значимость и применение

4.1 Композитные материалы по определению состоят из армирующих фаз в фазах матрицы. Состав и структура этих составляющих в композитах, как правило, адаптируются к конкретной области применения в соответствии с детальными требованиями к эксплуатационным характеристикам. У армированных волокном керамических композитов адаптация под технические требования подразумевает выбор волокон армирующего наполнителя (состав, свойства, морфология, межфазные покрытия и т. д.), матрицы (состав, свойства и морфология), структуры композита (доли компонентов, структура армирующего наполнителя, межфазные покрытия, структура пористости, микроструктура и т. д.) и условий изготовления (сборка, формование, уплотнение, отделка и т. д.). Окончательные технические свойства (физические, механические, теплотехнические, электрические и т. д.) можно адаптировать к техническим требованиям в широком диапазоне с анизотропией свойств в главных направлениях.

4.2 Эта система классификации помогает разработчикам/пользователям/производителям керамических композитов в идентификации и систематизации разных типов композитов карбид кремния — карбид кремния (SiC-SiC) (на основании данных о волокне, матрице, структуре, физических и механических свойствах), предназначенных для использования в качестве конструкционных материалов. Она предназначена для оказания помощи специалистам, занимающимся керамическими композитами, в разработке, выборе и использовании композитов SiC-SiC с нужным составом, структурой и свойствами для конкретной области применения.

4.3 Эта система классификации является средством идентификации самого высокого уровня, в котором используется ограниченное количество свойств композитов для классификации высокого уровня. Она не претендует на то, чтобы быть полными, детальными техническими условиями, так как не охватывает всего спектра требований к составу, структуре, физическим и механическим свойствам, изготовлению и долговечности, обычно определяемых в полных технических требованиях на проектирование. В стандарте АСТМ С1793 приведены указания и рекомендации по подготовке полных технических условий на материал для данного элемента из композита SiC-SiC.

ДБ.3

5 Композиты карбид кремния — карбид кремния

5.1 Композиты карбид кремния — карбид кремния формируются из армирующего наполнителя, представляющего собой волокно из карбида кремния в матрице из карбида кремния. Для получения нужных эксплуатационных свойств композита разрабатывают химический и фазовый составы, микроструктуру и свойства волокна из SiC и матрицы из карбида кремния, структуру волокон (форма и морфология волоконной заготовки, многомерное распределение волокна и объемное содержание армирующего наполнителя из волокна), плотность и пористость композита. В случае волокон из SiC, как правило, имеется межфазное покрытие волокна для контроля сцепления и проскальзывания между волокном из SiC и матрицей из SiC.

5.2 Физические, механические и теплотехнические свойства композитов SiC-SiC определяются комплексным взаимодействием составляющих (волокно, межфазное покрытие, матрица, пористость) в том, что касается химического состава составляющих, фазового состава, микроструктуры, свойств и долевого содержания, структуры волокон, сцепления волокна с матрицей и влияния изготовления на свойства, морфологию составляющих и их физическое взаимодействие. Эти факторы можно адаптировать к техническим требованиям заказчика с синергическим эффектом при производстве конструкции/элемента с нужными механическими, физическими и теплотехническими свойствами. Свойства композитов SiC-SiC можно адаптировать к техническим требованиям заказчика к свойствам в различных направлениях путем создания анизотропной структуры волокна армирующего наполнителя из карбида кремния.

5.3 В волокне из карбида кремния, полученном путем прохождения технологического маршрута полимерным прекурсором, обычно бывает маленький диаметр (5—20 микрон) непрерывных элементарных нитей. Механические и теплотехнические свойства волокна из карбида кремния сильно зависят от стехиометрии карбида кремния, содержания кислорода и примесей, фазового состава и долей фаз, размера кристаллических частиц и ориентации волокон. Эти факторы определяются химическим составом прекурсора и условиями процесса изготовления.

5.4 Волокна из карбида кремния обычно объединяются в жгуты из большого количества элементарных нитей, эти жгуты могут наматываться, оборачиваться или наслаиваться в виде одномерных структур, тканые/выложенные/плетеные/вязаные — двумерных структур или тканые/плетеные/вязаные/прошитые — трехмерных структур. Каждая из этих волоконных структур изготовляется в соответствии с определенными видами структуры волокна с объемным содержанием волокна в широком диапазоне значений. У разных видов структуры волокна может отчетливо проявляться анизотропия армирующего наполнителя в зависимости от относительного содержания волокна в каждом ортогональном направлении.

Примечание — Многие имеющиеся на рынке композиты SiC-SiC состоят из собранных в пакеты наложением слоев ткани с двумерной структурой тканого материала. Композит SiC-SiC уплотняется до плотности >90 %, при этом получается окончательная конструкция с ортотропными или квазиизотропными механическими и теплотехническими свойствами.

5.5 Матрицу из карбида кремния в композитах SiC-SiC обычно получают одним из четырех способов: (1) процесс химического пропитывания из паровой фазы, (2) повторяющийся процесс пропитывания/пиролиза жидким прекурсором, (3) процесс пропитывания расплавом кремния или (4) горячее прессование и спекание порошков SiC. В четырех процессах формирования матрицы используются разные прекурсоры и разные условия обработки, вследствие чего получают различия в химическом составе, фазовом составе и долях составляющих, кристалличности, морфологии и микроструктуре (плотность, поры и трещины) в матрице из карбида кремния. Могут сочетаться два и более из этих процессов уплотнения матрицы, при этом получается матрица из карбида кремния смешанного типа.

5.6 В некоторых областях применения композитов SiC-SiC неорганическое поверхностное изоляционное покрытие наносится на наружную поверхность композита для защиты от высокотемпературного окисления и коррозионного воздействия или для повышения стойкости к износу и истиранию. Эти покрытия обычно представляют собой твердые непроницаемые керамические покрытия.

5.7 При взаимодействии этих наборов четырех переменных факторов [(1) тип и свойства волокна из карбида кремния, (2) межфазное покрытие волокна, (3) содержание волокна, структура и структура жгута, (4) состав и свойства матрицы, содержание фаз, кристалличность, плотность, морфология и пористость] можно получать композиты SiC-SiC в широком диапазоне механических и физических свойств, а также с адаптированными под технические требования анизотропными свойствами в главных направлениях.

ДБ.4

6.5 В таблице 1 обобщены коды классификации по типу, классу и марке композитов SiC-SiC.

Таблица 1 — Коды классификации композитов SiC-SiC, предназначенных для использования в качестве конструкционных материалов

Порядок	Свойство	Классификационный код				
1	Тип волокна	A — стехиометрическое волокно из SiC в количестве >95 %, полученное методом PP	B — стехиометрическое волокно из SiC в количестве 80 % —95 %, полученное методом PP	C — стехиометрическое волокно из SiC в количестве <80 %, полученное методом PP	D — волокно из SiC, полученное методом CVI	
2	Класс структуры волокон	1 — намотка элементарной нити или одномерный ламинат одноосных лент	2 — двумерные ламинаты одноосной ленты или двумерные слои тканого/плетеного/вязаного материала	3 — трехмерный тканый, плетеный или вязаный материал		
3	Марка типа матрицы	C — химическое пропитывание из паровой фазы (CVI)	P — пропитывание полимером и пиролиз (PP)	M — пропитывание расплавом кремния (MI)	S — горячее прессование и спекание	H — смешанный тип матриц C, P, M или S

ДБ.5

6.7.1 Эти свойства при растяжении измеряют методами испытаний, указанными в таблице 3. Средние значения можно рассчитать по результатам испытаний минимального количества испытательных образцов: десять образцов — для определения предела прочности при растяжении свойств и пять образцов — для определения модуля упругости при растяжении.

Приложение ДВ
(справочное)

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

Таблица ДВ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного стандарта АСТМ
ГОСТ 32794—2014	NEQ	ASTM D3878 «Композитные материалы. Терминология»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - NEQ — неэквивалентные стандарты.		

Приложение ДГ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем стандарта ASTM

Таблица ДГ.1

Структура настоящего стандарта			Структура стандарта ASTM C1835--16		
Разделы	Подразделы	Пункты	Разделы	Подразделы	Пункты
1	—	—	1	1.1	—
	—	—		1.2—1.6	—
2	—	—	2	2.1	—
3	—	—	3	3.1	3.1.1—3.1.18
				3.2	3.2.1—3.2.15
—			4	4.1—4.3	—
—			5	5.1—5.7	—
4	4.1	—	6	6.1	—
	4.2	—		6.2	6.2.1—6.2.4
	4.3	—		6.3	6.3.1—6.3.3
	4.4	—		6.4	6.4.1—6.4.5
	—	—		6.5	—
	4.5	—		6.6	6.6.1
	4.6	—		6.7	—
		—		—	6.7.1
	4.7	—		6.8	6.8.1
Приложения		ДА—ДГ	Приложения		—

Примечания

1 Структура настоящего стандарта изменена относительно примененного стандарта ASTM для приведения в соответствие с требованиями, установленными в ГОСТ 1.5—2001.

2 Внесены дополнительные приложения ДА—ДГ в соответствии с требованиями, установленными к оформлению национального стандарта, модифицированного по отношению к стандарту ASTM.

УДК 678.07:006.354 ОКС 01.040.71

Ключевые слова: керамические композиты, карбидкремниевые композиты, армированные карбидкремниевым волокном, классификация

Редактор *Е.В. Лукьянова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 13.08.2018. Подписано в печать 21.08.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86 Уч.-изд. л. 1,68.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru