ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56467— 2015

Системы космические

МАТЕРИАЛЫ ПОРОШКОВЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ

Классификация. Номенклатура показателей

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Композит» (ОАО «Композит»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 321 «Ракетно-космическая техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2015 г. № 705-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2019 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, 2015, 2019

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 3
4 Классификация 3
5 Номенклатура показателей 4
6 Классификация методов испытаний 6
7 Отбор проб и образцов для испытаний 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы космические

МАТЕРИАЛЫ ПОРОШКОВЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ

Классификация. Номенклатура показателей

Space systems. Powder metal and metal composite materials. Classification. Nomenclature of indices

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на порошковые металлические и металлические композиционные материалы (с металлической матрицей), получаемые методами порошковой (гранульной) металлургии (далее — порошковые материалы), и устанавливает критерии их классификации, номенклатуру показателей свойств и классификацию методов испытаний в зависимости от назначения и применения в космических системах.

Настоящий стандарт не распространяется на покрытия.

Требования настоящего стандарта предназначены для применения конструктором космических систем при выборе материалов.

Настоящий стандарт может быть использован при разработке стандартов на конкретные материалы, заготовки и полуфабрикаты, изготавливаемые методами порошковой (гранульной) металлургии.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.909 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы испытаний на климатических испытательных станциях

ГОСТ 25.502 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость

ГОСТ 25.505 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытаний на малоцикловую усталость при термомеханическом нагружении

ГОСТ 1497 (ИСО 6892—84) Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 3248 Металлы. Метод испытания на ползучесть

ГОСТ 6130 Металлы. Методы определения жаростойкости

ГОСТ 7512 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 9391 Сплавы твердые спеченные. Методы определения пористости и микроструктуры

ГОСТ 9454 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 9651 (ИСО 783—89) Металлы. Методы испытаний на растяжение при повышенных температурах

ГОСТ 10145 Металлы. Метод испытания на длительную прочность

ГОСТ 11150 Металлы. Методы испытания на растяжение при пониженных температурах

Издание официальное

ГОСТ 17359 Порошковая металлургия. Термины и определения

ГОСТ 17535 Детали приборов высокоточные металлические. Стабилизация размеров термической обработкой. Типовые технологические процессы

ГОСТ 18227 (ИСО 2740—86) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Образцы для испытания на растяжение

ГОСТ 18228 (ИСО 3325—75) Материалы металлические спеченные, кроме твердых сплавов. Определение предела прочности при поперечном изгибе

ГОСТ 18318 Порошки металлические. Определение размера частиц сухим просеиванием

ГОСТ 18442 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 19440 (ИСО 3923-1—79, ИСО 3923-2—81) Порошки металлические. Определение насыпной плотности. Часть 1. Метод с использованием воронки. Часть 2. Метод волюмометра Скотта

ГОСТ 20017 (ИСО 3738-1—82) Сплавы твердые спеченные. Метод определения твердости по Роквеллу

ГОСТ 20018 (ИСО 3369—75) Сплавы твердые спеченные. Метод определение плотности

ГОСТ 20019 (ИСО 3327—82) Сплавы твердые спеченные. Метод определение предела прочности при поперечном изгибе

ГОСТ 20426 Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения

ГОСТ 20899 (ИСО 4490—78) Порошки металлические. Определение текучести с помощью калиброванной воронки (прибора Холла)

ГОСТ 22706 Металлы. Метод испытания на растяжение при температурах от минус 100 до минус 269 °С

ГОСТ 22838 Сплавы жаропрочные. Методы контроля и оценки макроструктуры

ГОСТ 22848 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при температурах от минус 100 до минус 269 °С

ГОСТ 23148 (ИСО 3954—77) Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб

ГОСТ 23401 Порошки металлические. Катализаторы и носители. Определение удельной поверхности

ГОСТ 23402 Порошки металлические. Микроскопический метод определения размеров частиц

ГОСТ 24054 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования

ГОСТ 24507 Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии

ГОСТ 24916 Сплавы твердые спеченные. Метод определения коэрцитивной силы

ГОСТ 25095 (ИСО 3312—75) Сплавы твердые спеченные. Метод определения модуля упругости (модуля Юнга)

ГОСТ 25172 (ИСО 3878—83) Сплавы твердые спеченные. Метод определения твердости по Виккерсу

ГОСТ 25279 (ИСО 3953—85) Порошки металлические. Определение плотности после утряски

ГОСТ 25280 (ИСО 3927—85) Порошки металлические. Метод определения уплотняемости

ГОСТ 25281 Металлургия порошковая. Метод определения плотности формовок

ГОСТ 25283 (ИСО 4022—87) Материалы спеченные проницаемые. Определение проницаемости жидкостей

ГОСТ 25698 (ИСО 4498-1—90) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Определение кажущейся твердости материалов в основном с равномерной твердостью по сечению

ГОСТ 25849 Порошки металлические. Метод определения формы частиц

ГОСТ 25947 Сплавы твердые спеченные. Метод определения удельного электрического сопротивления

ГОСТ 26007 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Методы испытания на релаксацию напряжений

ГОСТ 26528 (ИСО 5754—78) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Метод испытания на ударный изгиб

ГОСТ 26614 Материалы антифрикционные порошковые. Метод определения триботехнических свойств

ГОСТ 26849 (ИСО 4003—77) Материалы порошковые. Метод определения величины пор

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 17359, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **гранульная металлургия:** Процесс производства изделий из быстрозакристаллизованных или механически легированных металлических частиц — микрослитков (гранул) прессованием или другим способом с одновременным или последующим нагревом.

3.2 **процесс быстрой кристаллизации:** Процесс диспергирования, при котором тепло удаляется из расплавленного металла со скоростью охлаждения 104 °С/с или выше, образуя микрослитки с новыми микроструктурой, химическим или фазовым составами.

3.3 **механическое легирование:** Процесс высокоэнергетического измельчения для производства композиционных металлических порошков с мелкозернистой микроструктурой частиц посредством измельчения смесей элементарных порошков в течение длительного времени.

3.4 **горячее изостатическое прессование;** ГИП: Способ одновременного воздействия нагрева и давления, созданного газом, приложенного к порошковой заготовке, помещенной в герметизированную капсулу, в едином цикле уплотнения.

3.5 **плазменное напыление:** Процесс свободного формообразования, при котором порошок вводят в струю (факел) плазмы, где он расплавляется и в виде жидких капель расплава переносится на поверхность заготовки-подложки, где капли расплава кристаллизуются и образуют слои металлического композиционного материала.

4 Классификация

4.1 Классификация порошковых материалов устанавливается по следующим критериям:

- назначению применительно к космическим системам;
- функциональному назначению;
- элементу основы (матрицы);
- структуре материала;
- термической обработке;
- способу изготовления заготовок.

4.1.1 Порошковые материалы по назначению применительно к космическим системам подразделяются на материалы:

- для деталей и конструкций, несущих силовые нагрузки;
- для деталей двигательных установок;
- для деталей приборов и оптических систем.

4.1.2 По функциональному назначению порошковые материалы подразделяются:

- на высокопрочные для работы при комнатной (нормальной) температуре (около 20 °С);
- материалы, работающие при повышенных температурах;
- материалы, работающие при пониженных температурах;
- высокомодульные;
- коррозионно-стойкие;
- размеростабильные в условиях термоциклирования.

Примечание — Для порошковых материалов для работы при повышенных и пониженных температурах диапазоны температур указываются в нормативных или технических документах на конкретные материалы.

4.1.3 Порошковые материалы по элементу основы (матрицы) подразделяются на материалы:
- на основе алюминия,
- на основе бериллия;
- на основе железа;
- на основе магния;
- на основе никеля;
- на основе титана;
- на основе ниобия;
- на основе хрома;
- на основе меди;
- на основе серебра;
- на основе цинка;
- на основе свинца;
- на основе тугоплавких металлов;
- на интерметаллидной основе.

4.1.4 Порошковые материалы по структуре подразделяются на материалы, приведенные на рисунке 1.



Рисунок 1 — Классификация порошковых материалов по структуре

4.1.5 По влиянию термической обработки порошковые материалы подразделяются:
- на упрочняемые термической обработкой;
- неупрочняемые термической обработкой;
- отожженные.

4.1.6 По способу изготовления заготовок порошковые материалы подразделяются:
- на спеченные;
- прессованные;
- напыленные;
- наплавленные;
- формованные;
- получаемые методом ГИП;
- комбинированные.

5 Номенклатура показателей

Номенклатура показателей свойств порошковых материалов приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Номенклатура показателей свойств порошковых материалов

Наименование показателя	Обозначение	Единица измерения	Метод испытания
1 Основные свойства			
при комнатной температуре для всех материалов			
1.1 Плотность	ρ	г/см^3	По ГОСТ 20018

Продолжение таблицы 1

Наименование показателя	Обозначение	Единица измерения	Метод испытания
1.2 Твердость	*HB*, *HR*, *HV*	МПа	По ГОСТ 25698, ГОСТ 20017, ГОСТ 25172
1.3 Временное сопротивление (предел прочности на растяжение)	$\sigma_в$	МПа	По ГОСТ 1497
1.4 Предел текучести условный	$\sigma_{0,2}$	МПа	По ГОСТ 1497
1.5 Относительное удлинение после разрыва	δ	%	По ГОСТ 1497
1.6 Коэффициент теплопроводности	λ	Вт/(м · К)	По нормативному или техническому документу
1.7 Удельная теплоемкость	c	Дж/(кг · К)	По нормативному или техническому документу
1.8 Удельное электрическое сопротивление	ρ	Ом · м	По ГОСТ 25947
для порошковых механически легированных материалов			
1.9 Предел прочности при поперечном изгибе	$\sigma_{изг}$	МПа	По ГОСТ 18228
2 Специальные свойства			
для высокопрочных			
2.1 Ударная вязкость	*KC*	Дж/см^2	По ГОСТ 26528, ГОСТ 9454
для материалов, работающих при повышенных температурах			
2.2 Временное сопротивление (предел прочности на растяжение)	$\sigma_в$	МПа	По ГОСТ 9651
2.3 Предел текучести условный	$\sigma_{0,2}$	МПа	По ГОСТ 9651
2.4 Относительное удлинение после разрыва	δ	%	По ГОСТ 9651
2.5 Предел длительной прочности	σ_t^T 1)	МПа	По ГОСТ 10145
2.6 Предел ползучести	$\sigma_{0,2/t}^T$ 2) $\sigma_{1 \cdot 10^{-5}}^T$	МПа	По ГОСТ 3248
для материалов, работающих при пониженных температурах			
2.7 Временное сопротивление (предел прочности на растяжение)	$\sigma_в$	МПа	По ГОСТ 11150, ГОСТ 22706
2.8 Предел текучести условный	$\sigma_{0,2}$	МПа	По ГОСТ 11150, ГОСТ 22706
2.9 Относительное удлинение после разрыва	δ	%	По ГОСТ 11150, ГОСТ 22706
для высокомодульных материалов			
2.10 Модуль упругости (модуль Юнга)	*E*	МПа	По ГОСТ 25095, ГОСТ 1497
для коррозионно-стойких материалов			
2.11 Коррозия под напряжением (при воздействии климатических факторов и напряжения $0,9 \cdot \sigma_{0,2}$)	—	сут	По ГОСТ 9.909

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Обозначение	Единица измерения	Метод испытания
для размеростабильных материалов			
2.12 Температурный коэффициент линейного расширения	α	K^{-1}	По нормативному или техническому документу
2.13 Критерий температурной стабильности	α/λ	м/Вт	По нормативному или техническому документу
2.14 Условный предел упругости (прецизионный предел упругости)	$\sigma_{0,005}$ [3]	МПа	По нормативному или техническому документу
2.15 Условный предел релаксации	$\sigma_R(\sigma^t_{0,001})$ [4]	МПа	По ГОСТ 26007

[1] Длительная прочность за время t, ч, испытания при температуре T, °С.

[2] Предел ползучести при допуске на деформацию 0,2 % за время t, ч, испытания при температуре T, °С. При этом необходимо дополнительное указание суммарной или остаточной деформации, по которой определялся предел ползучести;

предел ползучести при скорости ползучести $1 \cdot 10^{-5}$ %/ч испытания при температуре T, °С. При этом необходимо дополнительное указание времени испытания, за которое была достигнута заданная скорость ползучести.

[3] Напряжение, которое (при кратковременном нагружении) вызывает остаточную деформацию 0,005 % при растяжении согласно ГОСТ 17535.

[4] Напряжение, вызывающее остаточную деформацию 0,001 % в условиях релаксационных испытаний в интервале времени t от 500 до 3000 ч (или в условиях установившейся ползучести в том же интервале) согласно ГОСТ 17535.

6 Классификация методов испытаний

6.1 Методы испытаний порошковых материалов подразделяют:

- на методы контроля физических свойств;
- методы контроля механических свойств:

а) при комнатной температуре;

б) при повышенных температурах;

в) при пониженных температурах;

- методы испытаний при циклических нагрузках;
- методы металлографического контроля;
- методы неразрушающего контроля.

6.2 Методы контроля физических свойств:

- определение плотности — по ГОСТ 20018;
- определение коэффициента проницаемости — по ГОСТ 25283;
- определение величин пор — по ГОСТ 26849;
- определение коэффициента теплопроводности — по нормативному или техническому документу на материал;
- определение теплоемкости — по нормативному или техническому документу на материал;
- определение температурного коэффициента линейного расширения — по нормативному или техническому документу на материал;
- определение удельного электрического сопротивления — по ГОСТ 25947;
- определение коэрцитивной силы — по ГОСТ 24916;
- определение коэффициента трения — по ГОСТ 26614;
- определение герметичности (натекание гелия) — по ГОСТ 24054.

6.3 Методы контроля механических свойств:

6.3.1 При комнатной температуре:

- определение предела пропорциональности — по ГОСТ 1497;
- определение модуля упругости (модуля Юнга) — по ГОСТ 25095 или ГОСТ 1497;
- определение условного предела текучести — по ГОСТ 1497;

- определение временного сопротивления (предела прочности при растяжении) — по ГОСТ 1497;
- определение относительного удлинения после разрыва — по ГОСТ 1497;
- определение относительного сужения поперечного сечения после разрыва — по ГОСТ 1497;
- определение предела прочности при поперечном изгибе — по ГОСТ 18228, ГОСТ 20019;
- определение твердости — по ГОСТ 25698, ГОСТ 25172, ГОСТ 20017;
- определение ударной вязкости — по ГОСТ 26528 или ГОСТ 9454.

6.3.2 При повышенных температурах:

- определение модуля упругости — по ГОСТ 9651;
- определение условного предела текучести — по ГОСТ 9651;
- определение временного сопротивления (предела прочности при растяжении) — по ГОСТ 9651;
- определение относительного удлинения после разрыва — по ГОСТ 9651;
- определение относительного сужения поперечного сечения после разрыва — по ГОСТ 9651;
- испытание на длительную прочность — по ГОСТ 10145;
- испытание на ползучесть — по ГОСТ 3248;
- определение ударной вязкости — по ГОСТ 9454;
- определение жаростойкости — по ГОСТ 6130.

6.3.3 При пониженных температурах:

- определение предела пропорциональности — по ГОСТ 22706;
- определение модуля упругости — по ГОСТ 22706;
- определение условного предела текучести — по ГОСТ 11150 или ГОСТ 22706;
- определение временного сопротивления (предела прочности) — по ГОСТ 11150;
- определение относительного удлинения после разрыва — по ГОСТ 11150;
- определение относительного сужения поперечного сечения после разрыва — по ГОСТ 11150;
- определение ударной вязкости — по ГОСТ 9454 ил ГОСТ 22848.

6.4 Методы испытаний при циклических нагрузках:

- испытания на усталость — по ГОСТ 25.502;
- испытания на малоцикловую усталость — по ГОСТ 25.505.

6.5 Металлографические методы контроля:

- оценка макроструктуры — по ГОСТ 22838;
- оценка микроструктуры — по ГОСТ 9391;
- фрактографические методы — по нормативному или техническому документу.

6.6 Методы неразрушающего контроля:

- радиографический метод — по ГОСТ 20426, ГОСТ 7512;
- ультразвуковой метод — по ГОСТ 24507;
- цветная дефектоскопия (капиллярный метод — по ГОСТ 18442);
- компьютерная томография — по нормативному или техническому документу.

7 Отбор проб и образцов для испытаний

7.1 Для обеспечения достоверности получаемых результатов испытаний свойств порошковых материалов необходимо соблюдать правила отбора проб и образцов, определяющие:

- число проб и образцов, отбираемых для проведения испытаний;
- места отбора и размеры проб, ориентацию образцов по отношению к направлению волокна (в деформированных полуфабрикатах);
- способы термической обработки проб и образцов, вырезки и механической обработки образцов, установленные в нормативных или технических документах на конкретные виды испытаний.

7.2 Дополнительные требования

7.2.1 Образцы испытывают в термически обработанном состоянии (после спекания; ГИП и т. д.).

7.2.2 Образцы испытывают в механически обработанном состоянии.

7.2.3 Если заготовки порошковых материалов обладают анизотропией свойств, то следует различать в деформированных полуфабрикатах продольные (вдоль волокна), поперечные (поперек волокна) и высотные (по толщине заготовки) образцы.

7.3 Для получения порошковых материалов, соответствующих требованиям нормативных или технических документов, должны быть проконтролированы их исходные порошки (гранулы).

7.4 Методы контроля характеристик металлических порошков (гранул):
- отбор и подготовка проб и образцов — по ГОСТ 23148, ГОСТ 18227;
- определение текучести — по ГОСТ 20899;
- определение удельной поверхности — по ГОСТ 23401;
- определение формы частиц — по ГОСТ 25849;
- определение насыпной плотности — по ГОСТ 19440;
- определение уплотняемости — по ГОСТ 25280;
- определение плотности порошков после утряски — по ГОСТ 25279;
- определение размера частиц (гранулометрического состава) сухим просеиванием — по ГОСТ 18318, микроскопическим методом — по ГОСТ 23402;
- определение плотности формовок — по ГОСТ 25281.

УДК 621.762:006.354 ОКС 49.025.99

Ключевые слова: металлургия порошковая, материалы порошковые металлические, композиционные, классификация, номенклатура показателей, свойства, методы испытаний

Редактор *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *А.В. Софейчук*

Сдано в набор 07.10.2019. Подписано в печать 25.11.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru @mail.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru