ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 17200— 2024

Нанотехнологии

ПОРОШКИ, СОДЕРЖАЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ

Основные характеристики и методы их определения

(ISO 17200:2020, Nanotechnology — Nanoparticles in powder form — Characteristics and measurements, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 441 «Нанотехнологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 июня 2024 г. № 814-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17200:2020 «Нанотехнологии. Наночастицы в форме порошка. Характеристики и измерения» (ISO 17200:2020 «Nanotechnology — Nanoparticles in powder form — Characteristics and measurements», IDT).

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 57909—2017/ISO/TS 17200:2013

*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

© ISO, 2020
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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 Сокращения 3
5 Основные характеристики нанопорошков и методы измерений 3
6 Отбор и подготовка образцов 6
7 Протокол испытаний 6
Приложение А (справочное) Нанопорошки химических соединений и металлов, на которые распространяется настоящий стандарт 7
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 8
Библиография 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нанотехнологии

ПОРОШКИ, СОДЕРЖАЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ

Основные характеристики и методы их определения

Nanotechnologies. Powders containing technical nanoparticles. Basic characteristics and methods for determination

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на порошки, содержащие технические наночастицы (далее — нанопорошки), и устанавливает перечень основных характеристик нанопорошков, включая размеры наночастиц, химический состав и удельную площадь поверхности, и соответствующих методов измерений, применяемых для их определения.

Настоящий стандарт предназначен для обеспечения взаимопонимания и взаимодействия между потребителями, регулирующими органами и представителями различных отраслей промышленности по вопросам определения характеристик нанопорошков.

Настоящий стандарт не устанавливает значения характеристик нанопорошков, включая характеристики, относящиеся к воздействиям нанопорошков на окружающую среду, здоровье и безопасность человека, и конкретные методы измерений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 9276-1, Representation of results of particle size analysis — Part 1: Graphical representation (Представление результатов гранулометрического анализа. Часть 1. Графическое представление)

ISO/TS 80004-1, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms (Нанотехнологии. Словарь. Часть 1. Основные термины)

ISO/TS 80004-2, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 2: Nano-objects (Нанотехнологии. Словарь. Часть 2. Нанообъекты)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO/TS 80004-1 и ISO/TS 80004-2, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru .

3.1 **диаметр, эквивалентный по площади** (area equivalent diameter): Диаметр круга, площадь которого равна площади изображения проекции частицы.

[ИСО 13322-1:2014, пункт 3.1.1. Терминологическая статья изменена — исключено примечание]

Издание официальное

3.2 **кристаллит** (crystallite): Небольшой кристаллический домен в материале.

3.3 **техническая наночастица** (engineered nanoparticle): Наночастица (3.6), предназначенная для определенной цели или функции.

Примечание — В настоящем стандарте к техническим наночастицам в форме порошка, проба которых отобрана для измерений, применен термин «образец нанопорошка» или «образец».

[ISO/TS 80004-1:2015, статья 2.8. Терминологическая статья изменена — термин «наноматериал» заменен на термин «наночастица»; добавлено примечание]

3.4 **образец нанопорошка** (engineered nanoparticles sample): Образец в форме порошка, содержащий технические наночастицы (3.3).

3.5

диаметр Фере (Feret diameter): Расстояние между двумя параллельными касательными, проведенными к противоположным сторонам изображения частицы.

[ИСО 13322-1:2014, пункт 3.1.5]

3.6

наночастица (nanoparticle): Нанообъект, линейные размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне, а размеры длин в направлении самой короткой и самой длинной из осей не имеют существенных отличий.

Примечание — Если по одному или двум измерениям размеры нанообъекта значительно больше, чем по третьему измерению (как правило, более чем в три раза), то вместо термина «наночастица» можно использовать термины «нановолокно» или «нанопластина».

[ISO/TS 80004-2:2015, статья 4.4]

3.7 **распределение частиц по размерам** (particle size distribution): Распределение частиц в зависимости от их размеров.

3.8 **первичная частица** (primary particle): Исходная частица для формирования агломератов, агрегатов или их смеси.

Примечание — Частицы-компоненты агломератов и агрегатов обычно являются агрегатами, но иногда могут быть отнесены к первичным частицам.

[ISO/TS 80004-2:2015, статья 3.2. Терминологическая статья изменена — исключено примечание 2]

3.9

растровая электронная микроскопия; РЭМ (Нрк. *сканирующая электронная микроскопия; СЭМ*) (scanning electron microscopy; SEM): Метод исследования структуры, состава и формы объекта с помощью микроскопа, формирующего изображение объекта путем сканирования его поверхности электронным зондом (электронным пучком) и регистрации характеристик вторичных процессов, индуцируемых электронным зондом (например, вторичная электронная эмиссия, обратное рассеяние электронов и рентгеновское излучение).

[ISO/TS 80004-6:2013, статья 3.5.5]

3.10

просвечивающая растровая электронная микроскопия; ПРЭМ (scanning transmission electron microscopy; STEM): Метод исследования объекта с помощью микроскопа, формирующего изображение объекта или его дифракционной картины сфокусированным электронным пучком (электронным зондом), проходящим сквозь этот объект и взаимодействующим с ним.

Примечания

1 Диаметр сфокусированного электронного пучка (электронного зонда) должен быть менее 1 нм.

2 С помощью ПРЭМ получают изображение поверхности и внутренней микроструктуры тонких образцов (или мелких частиц) объекта с высоким разрешением, а также исследуют особенности химических и структурных характеристик участков микронных или субмикронных размеров объекта путем регистрации, например спектров рентгеновского излучения, и формирования дифракционной картины.

[ISO/TS 80004-6:2013, статья 3.5.7]

3.11 **удельная площадь поверхности** (specific surface area): Отношение общей (внутренней и внешней) площади поверхности вещества к его массе.

Примечание — В настоящем стандарте общую площадь поверхности вещества определяют по количеству адсорбированного газа методом Брунауэра, Эммета и Теллера (метод БЭТ).

[ИСО 9277:2010, пункт 3.11. Терминологическая статья изменена — добавлено примечание]

3.12

просвечивающая электронная микроскопия; ПЭМ (transmission electron microscopy; TEM): Метод исследования объекта с помощью микроскопа, формирующего изображение объекта или его дифракционной картины электронным пучком (электронным зондом), проходящим сквозь этот объект и взаимодействующим с ним.

[ISO/TS 80004-6:2013, статья 3.5.6]

3.13 **дифракция рентгеновского излучения;** ДРИ (X-ray diffraction; XRD): Явление рассеяния рентгеновского излучения в результате взаимодействия с электронами вещества, лежащее в основе метода рентгеноструктурного анализа, в котором из сформированной дифракционной картины получают информацию о структуре исследуемого объекта.

[ISO/TS 80004-6:2013, статья 5.2.1. Терминологическая статья изменена — исключено примечание]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ДРИ — дифракция рентгеновского излучения;

ИСП-ОЭС — оптико-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой;

метод БЭТ — метод Брунауэра, Эммета и Теллера;

МСВИ — масс-спектрометрия вторичных ионов;

ПРЭМ — просвечивающая растровая электронная микроскопия;

ПЭМ — просвечивающая электронная микроскопия;

РФ — рентгеновская флуоресценция;

РФЭС — рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия;

РЭМ — растровая электронная микроскопия;

ТГ — термогравиметрия;

УФС-Вид-БИК — абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра;

ЭДРС — энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия;

ЯМР — ядерный магнитный резонанс.

5 Основные характеристики нанопорошков и методы измерений

5.1 Общие положения

Основные характеристики нанопорошков, которые необходимо определять, приведены в таблице 1. Для определения этих характеристик применяют соответствующие методы измерений, указанные в таблице 1.

При представлении результатов измерений единицы измерений должны быть выражены единицами Международной системы единиц (СИ), либо их кратными или дольными единицами в соответствии с ИСО 80000-1. Вместо «10^{-9} м» и «10^{-3} кг» допускается применять единицы измерений «нм» и «г».

Нанопорошки, на которые распространяется настоящий стандарт, приведены в приложении А.

Таблица 1 — Основные характеристики нанопорошков и методы измерений

Характеристика		Метод измерений
Химический/кристаллический состав	Химический состав	Методы химического анализа (см. 5.2)
	Содержание кристаллографических компонентов	Методы на основе ДРИ (см. 5.3)
Удельная площадь поверхности	Удельная площадь поверхности	Метод по адсорбции газа (см. 5.4)
Размеры	Диаметр первичной частицы	Методы ПЭМ, РЭМ или ПРЭМ (см. 5.5)
	Размеры кристаллита	Методы на основе ДРИ (см. 5.6)

5.2 Химический состав

Образец нанопорошка может состоять из конкретных химических соединений. Содержание химических соединений определяют как отношение массы химических соединений, содержащихся в образце нанопорошка, к массе высушенного образца. В образце нанопорошка определяют содержание основного химического соединения, результаты, как правило, представляют как массовую долю, выраженную в процентах (%).

Для определения данной характеристики нанопорошка применяют соответствующий метод измерений, который рекомендуется выбирать из приведенного ниже перечня. Указанные стандарты и документы содержат информацию о методах измерений. Методы измерений:

- титриметрия;
- гравиметрия;
- РФ (см. ИСО 9516-1:2003 и ISO/TS 80004-6:2013);
- ИСП-ОЭС (см. ISO/TS 80004-6:2013);
- метод на основе ЯМР (см. ISO/TS 80004-6:2013);
- РФЭС (см. ИСО 10810:2019 и ISO/TS 80004-6:2013);
- МСВИ (см. ISO/TS 80004-6:2013);
- ЭДРС (см. ISO/TS 80004-6:2013);
- УФС-Вид-БИК (см. ISO/TS 10868:2017 и ISO/TS 80004-6:2013);
- ТГ (см. ISO/TS 11308:2020 и ISO/TS 80004-6:2013).

Стандарты, устанавливающие требования к определению химического состава конкретных материалов и соответствующие методы измерений, приведены в библиографии. Другие источники информации о методах измерений также указаны в библиографии.

Для измерений следует применять соответствующие сертифицированные стандартные образцы (при наличии).

5.3 Содержание кристаллографических компонентов

Образец нанопорошка может состоять из различных кристаллографических компонентов химического соединения. Содержание кристаллографических компонентов химического соединения определяют как отношение массы кристаллографических компонентов к массе всего химического соединения. Содержание кристаллографических компонентов определяют, если образец нанопорошка состоит из различных кристаллографических компонентов. Результаты содержания конкретных кристаллографических компонентов выражают в граммах на граммы (г/г) или килограммах на килограммы (кг/кг).

Содержание кристаллографических компонентов в образце определяют методами на основе ДРИ. Методы измерений, применяемые для определения кристаллической структуры материалов, приведены в EN 13925-1:2003 и JIS K 0131:1996. Полученные значения длины волны характеристического рентгеновского излучения должны соответствовать значениям, указанным в соответствующей базе данных, значения, полученные при определении периода кристаллической решетки, — значениям, указанным в базе данных или в сертификате на сертифицированный стандартный образец.

Если при измерениях невозможно получить четкой дифракционной линии (например, образец нанопорошка имеет аморфную или поликристаллическую структуру), то содержание кристаллографических компонентов не определяют и данную характеристику исключают из перечня характеристик, подлежащих измерениям.

5.4 Удельная площадь поверхности

Удельная площадь поверхности образца нанопорошка зависит от размеров содержащихся в нем частиц. Измеряют удельную площадь поверхности образца и результаты выражают в квадратных метрах на грамм ($м^2/г$) или других единицах измерений.

Удельную площадь поверхности образца нанопорошка определяют методом БЭТ по адсорбции газа. При проведении измерений методом БЭТ рекомендуется применять соответствующие сертифицированные стандартные образцы (при наличии). Метод определения удельной площади поверхности различных материалов приведен в ИСО 9277, конкретных материалов — в ИСО 18757.

5.5 Диаметр первичной частицы

Диаметр первичной частицы определяют как среднее значение самого длинного и самого короткого диаметров Фере или диаметр круга, эквивалентного по площади двухмерному изображению проекции первичной частицы, полученному методами ПЭМ, РЭМ или ПРЭМ. Применяемый диаметр указывают в протоколе испытаний.

Диаметр первичной частицы определяют путем измерения диаметра неагломерированной отдельной дискретной частицы или диаметров частиц, находящихся внутри агрегата или агломерата. Примененную процедуру указывают в протоколе испытаний, который оформляют в соответствии с разделом 7.

Результат измерений распределения частиц по размерам представляют в виде диаграммы или таблицы, в которой в соответствии с ИСО 9276-1 по вертикальной оси указывают число частиц в определенном диапазоне диаметров и по горизонтальной оси — диаметры частиц. В протоколе испытаний приводят сведения о том, по какому показателю выполнены измерения: диаметру Фере или диаметру, эквивалентному по площади. Средний диаметр частицы определяют как медиану диаметров частиц. Диаметр первичной частицы выражают в метрах (м) или нанометрах (нм).

Диаметр первичной частицы определяют методом ПЭМ. Допускается применять метод РЭМ или ПРЭМ, если точность измерений этих методов достаточна для определения диаметров частиц. В ИСО 14488, ИСО 14887 и ИСО 2859 (все части) приведены методы отбора и подготовки образцов нанопорошка, в ИСО 13322-1 — методы анализа полученных изображений. При анализе изображений выявляют первичные частицы и определяют их размеры. Калибровку увеличений (для режима изображений) просвечивающего электронного микроскопа и растрового электронного микроскопа выполняют с применением сертифицированных стандартных образцов или сведений из базы данных, содержащей информацию о размерах, таких как период кристаллической решетки или размеры материалов, определенные методами микроскопии. Полученные число и размеры частиц регистрируют в протоколе. При этом следует учитывать, что число частиц будет зависеть от диапазона размеров частиц и точности измерений.

Стандартизованные методы ПЭМ, РЭМ и ПРЭМ, применяемые для определения размеров наночастиц и распределения их по размерам, приведены в ИСО 19749 и ИСО 21363, которые также допускается применять для определения размеров первичных частиц и распределения их по размерам.

При выборе метода измерений для определения размеров первичной частицы (см. 3.8) учитывают химический состав образца и метод его подготовки, связанный с процессом диспергирования. Процедуру подготовки образцов приводят в протоколе испытаний.

Если изображение первичной частицы нанопорошка невозможно получить методом микроскопии, т. е. в агрегатах частицы сильно сплавлены между собой, то определяют размеры агрегатов или агломератов.

5.6 Размеры кристаллита

Следует учитывать, что при измерениях ширина дифракционной линии зависит от среднего размера кристаллитов, вычисленного по формуле Шеррера. Средний диаметр кристаллитов определяют методами на основе ДРИ, результаты выражают в метрах (м) или нанометрах (нм).

Если при измерениях невозможно получить четкой дифракционной линии (например, образец нанопорошка имеет аморфную или поликристаллическую структуру), то размеры кристаллитов не определяют и данную характеристику исключают из перечня характеристик, подлежащих измерениям. Если измерения размеров первичных частиц образца нанопорошка выполнены с приемлемым уровнем точности, то допускается не определять размеры кристаллитов.

Методы измерений, применяемые для определения размеров кристаллитов, приведены в EN 13925-1:2003 и JIS K 0131:1996. Для определения размеров кристаллитов и содержания кристаллографических компонентов нанопорошка допускается применять одни и те же методы отбора и подготовки образцов и оборудование.

6 Отбор и подготовка образцов

Для определения характеристик нанопорошка отбирают репрезентативные образцы. Процедуры отбора и деления образцов для определения характеристик частиц приведены в ИСО 14488.

При отборе и подготовке образцов следует учитывать воздействие различных факторов на результаты определения характеристик нанопорошка. Следует применять соответствующие поправки и неопределенности.

Примечание — Общая информация о процедурах отбора образцов приведена в ИСО 28591.

При подготовке образца следует применять метод диспергирования (см. ИСО 14887).

7 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

a) идентификационные данные образца (наименование материала, химическое наименование, наименование изготовителя и другие данные, при наличии);

b) качественные данные о наличии материалов покрытия на поверхностях частиц, содержащихся в нанопорошке;

c) ссылку на настоящий стандарт;

d) результаты измерений;

e) данные о подготовке образцов и методах измерений, применяемых для определения каждой характеристики;

f) дату проведения измерений, наименование испытательной лаборатории и информацию о наличии в ней действующей системы менеджмента качества;

g) неопределенность результатов измерений;

h) любую другую информацию, подтверждающую достоверность результатов измерений;

i) любое отклонение от методов измерений; при наличии отклонений от настоящего стандарта — наименование и подробные сведения об используемых методах измерений и обоснование их выбора.

Приложение А
(справочное)

Нанопорошки химических соединений и металлов, на которые распространяется настоящий стандарт

Настоящий стандарт распространяется на нанопорошки следующих химических соединений и металлов:

- оксиды металлов [оксид алюминия (Al_2O_3), оксид висмута (Bi_2O_3), оксид церия (CeO_2), оксид кобальта (CoO), оксид меди (CuO), оксиды железа (Fe_2O_3, Fe_3O_4), оксид гольмия (Ho_2O_3), оксид индия (InO), оксид титана (TiO_2), оксид цинка (ZnO), оксид циркония (ZrO_2), оксид олова (SnO_2), оксид марганца (Mn_3O_4), оксид иттрия (Y_2O_3), оксид кремния (SiO_2), оксид самария (SmO_3), оксид лантана (La_2O_3), оксид тантала (Ta_2O_5), оксид тербия (Tb_2O_3), оксид европия (Eu_2O_3), оксид неодима (Nd_2O_3)];
- карбонаты [карбонат кальция ($CaCO_3$), карбонат серебра (Ag_2CO_3), карбонат кобальта ($CoCO_3$), карбонат циркония ($ZrCO_3$), карбонат стронция ($SrCO_3$), карбонат никеля ($NiCO_3$), карбонат бария ($BaCO_3$), карбонат магния ($MgCO_3$)];
- карбиды [карбид кремния (SiC), карбид титана (TiC)];
- нитриды [нитрид кремния (Si_3N_4), нитрид алюминия (AlN), нитрид хрома (CrN), нитрид циркония (ZrN), нитрид тантала (TaN), нитрид титана (TiN), нитрид ниобия (NbN), нитрид ванадия VN, нитрид бора (BN)];
- углеродные материалы (фуллерены, производные фуллеренов);
- полимеры (полистирол);
- фториды [фторид магния (MgF_2)];
- соли оксидов металлов [титанат бария ($BaTiO_3$)];
- металлы [никель (Ni), золото (Au), серебро (Ag), алюминий (Al), медь (Cu), кремний (Si)].

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 9276-1	—	*
ISO/TS 80004-1	IDT	ГОСТ ISO/TS 80004-1–2017 «Нанотехнологии. Часть 1. Основные термины и определения»
ISO/TS 80004-2	IDT	ГОСТ ISO/TS 80004-2–2017 «Нанотехнологии. Часть 2. Нанообъекты. Термины и определения»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] ISO 2859 (all parts), Sampling procedures for inspection by attributes [Процедуры выборочного контроля по качественным признакам (все части)]

[2] ISO 9277:2010, Determination of the specific surface area of solids by gas adsorption — BET method [Определение удельной площади поверхности твердых тел по адсорбции газа с применением метода Брункера, Эммета и Теллера (метод БЭТ)]

[3] ISO 9516-1:2003, Iron ores — Determination of various elements by X-ray fluorescence spectrometry — Part 1: Comprehensive procedure (Руды железные. Определение содержания различных элементов с помощью рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Часть 1. Единая методика)

[4] ISO 10810:2019, Surface chemical analysis — X-ray photoelectron spectroscopy — Guidelines for analysis (Химический анализ поверхности. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Руководство по анализу)

[5] ISO/TS 10868:2017, Nanotechnologies — Characterization of single-wall carbon nanotubes using ultraviolet-visible-near infrared (UV-Vis-NIR) absorption spectroscopy (Нанотехнологии. Описание характеристик одностеночных углеродных нанотрубок с использованием инфракрасной, почти видимой в ультрафиолете (UV-Vis-NIR), абсорбционной спектрометрии)

[6] ISO/TS 11931, Nanotechnologies — Nanoscale calcium carbonate in powder form — Characteristics and measurement (Нанотехнологии. Наноразмерный карбонат кальция в виде порошка. Характеристики и измерения)

[7] ISO/TS 11937, Nanotechnologies — Nanoscale titanium dioxide in powder form — Characteristics and measurement (Нанотехнологии. Наноразмерный диоксид титана в виде порошка. Характеристики и измерения)

[8] ISO/TS 11308:2020, Nanotechnologies — Characterization of carbon nanotube samples using thermogravimetric analysis (Нанотехнологии. Определение характеристик образцов углеродных нанотрубок с использованием термогравиметрического анализа)

[9] ISO 13322-1:2014, Particle size analysis — Image analysis methods — Part 1: Static image analysis methods (Анализ размеров частиц. Методы анализа изображений. Часть 1. Методы анализа статических изображений)

[10] ISO 14887, Sample preparation — Dispersing procedures for powders in liquids (Подготовка образца. Процедуры диспергирования порошков в жидкостях)

[11] ISO 14488, Particulate materials — Sampling and sample splitting for the determination of particulate properties (Материалы на основе твердых частиц. Отбор и деление проб для определения характеристик частиц)

[12] ISO 18757, Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of specific surface area of ceramic powders by gas adsorption using the BET method [Керамика тонкая (высококачественная керамика, высококачественная техническая керамика). Определение удельной поверхности керамических порошков по адсорбции газа методом БЭТ]

[13] ISO 19749, Nanotechnologies — Measurements of particle size and shape distributions by scanning electron microscopy (Нанотехнологии. Измерение распределения частиц по размерам и форме с помощью сканирующей электронной микроскопии)

[14] ISO 21363, Nanotechnologies — Measurements of particle size and shape distributions by transmission electron microscopy (Нанотехнологии. Определение распределения частиц по размерам и форме с помощью просвечивающей электронной микроскопии)

[15] ISO 28591, Sequential sampling plans for inspection by attributes (Последовательные планы выборочного контроля по качественным признакам)

[16] ISO 80000-1, Quantities and units — Part 1: General (Величины и единицы. Часть 1. Общие положения)

[17] ISO/TS 80004-6:2013, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 6: Nano-object characterization (Нанотехнологии. Словарь. Часть 6. Определение характеристик нанообъектов)

[18] EN 13925-1:2003, Non-destructive testing — X-ray diffraction from polycrystallite and amorphous materials — Part 1: General principles (Неразрушающий контроль. Дифракция рентгеновских лучей на поликристаллитных и аморфных материалах. Часть 1. Общие принципы)

[19] JIS K 0131:1996, General rules for X-ray diffractometric analysis (Общие правила рентгенодифрактометрического анализа)

УДК 661:006.354 ОКС 07.120

Ключевые слова: нанотехнологии, порошки, содержащие технические наночастицы, основные характеристики, методы измерений

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 20.06.2024. Подписано в печать 27.06.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 0,93.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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