ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54848— 2011

НАНОПОРОШКИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общие технические требования. Методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт химии и механики» (ФГУП «ЦНИИХМ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 105 «Взрывчатые вещества и изделия на их основе»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2011 г. № 1548-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 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, 2012, 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 2
4 Общие технические требования 3
4.1 Общие положения 3
4.2 Основные показатели 3
4.3 Упаковка 5
4.4 Маркировка 5
4.5 Требования безопасности 6
4.6 Требования охраны окружающей среды 7
5 Методы испытаний 7
5.1 Определение размера частиц и состояния поверхности НЭМ 7
5.2 Определение содержания чистого (активного) вещества в НЭМ 7
5.3 Определение удельной поверхности НЭМ 8
5.4 Обработка результатов 8
5.5 Требования безопасности при проведении испытаний НЭМ 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАНОПОРОШКИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общие технические требования. Методы испытаний

Nano-powders of energy saturated materials. General specifications. Test methods

Дата введения — 2012—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на нанопорошки энергонасыщенных материалов, применяемые для получения наноструктурированных источников концентрированной энергии, выделяющейся в режиме управляемого горения и детонации.

Стандарт распространяется на нанопорошки следующих типов:

- неорганические горючие;
- органические горючие;
- окислители;
- различные смеси из указанных выше компонентов (композиты).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.047 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения

ГОСТ 12.4.010 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия

ГОСТ 12.4.023 Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые. Общие технические требования и методы контроля

ГОСТ 12.4.041 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования

ГОСТ 12.4.137 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия

ГОСТ 12.4.183 Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств защиты рук. Технические требования

ГОСТ 12.4.296 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические условия

ГОСТ 1126 Одежда форменная. Куртки хлопчатобумажные утепленные с кокеткой. Технические условия

ГОСТ 5007 Изделия трикотажные перчаточные. Общие технические условия

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 19433 Грузы опасные. Классификация и маркировка

ГОСТ 20010 Перчатки резиновые технические. Технические условия

Издание официальное

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

ГОСТ 28507 Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия

ГОСТ 25828—83 Гептан нормальный эталонный. Технические условия

ГОСТ 33756 Упаковка потребительская полимерная. Общие технические условия

Р 50.2.038 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений

ГОСТ Р ИСО 14644-6 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 6. Термины

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **агломерат** (agglomerate): Группа (скопление) слабо связанных частиц или их совокупностей, или их двух смесей, общая внешняя поверхность которой равна суммарной поверхности отдельных ее компонентов.

Примечание 1 — Силы, скрепляющие группу в одно целое, — слабые силы, например силы Ван-дер-ваальсового взаимодействия, или просто частицы, физически переплетенные друг с другом.

Примечание 2 — Агломераты также называют вторичными частицами, а их исходные составляющие называют первичными частицами.

3.2 **агрегат** (aggregate): Частица, состоящая из совокупности частиц, скрепленных сильными связями, или из сплавленных частиц, общая внешняя поверхность которой может быть значительно меньше суммы расчетной поверхности отдельных ее компонентов.

Примечание 1 — Силы, скрепляющие агрегат вместе, — сильные взаимодействия, например ковалентные связи или те, которые образуются в результате спекания или сложной физической запутанности.

Примечание 2 — Агрегаты также называют вторичными частицами, а их исходные составляющие называют первичными частицами.

3.3 **базовые нанопорошки энергонасыщенных материалов** (basic nano-powder of energy saturated materials): Представительные нанопорошки энергонасыщенных материалов, технологии создания которых в настоящее время наиболее освоены, принятые за основу для распространения на другие нанопорошки энергонасыщенных материалов.

3.4 **монотопливо** (monofuel): Топливо, содержащее в своем составе одновременно горючее и окислитель.

3.5 **наномасштаб** (nanoscale): Размер диапазона приблизительно от 1 нм до 100 нм.

Примечание 1 — Верхний предел этого диапазона принято считать приблизительным, т. к. в основном уникальные свойства нанообъектов за ним не проявляются.

Примечание 2 — Нижний предел в этом определении (приблизительно 1 нм) введен для того, чтобы исключить из рассмотрения в качестве нанообъектов или элементов наноструктур отдельные атомы или небольшие группы атомов.

Примечание 3 — Наномасштабный — находящийся в пределах наномасштаба.

3.6 **нанообъект** (nano-object): Материал с одним, двумя или тремя измерениями внешних размеров в наномасштабе.

Примечание — Данный термин распространяется на все дискретные объекты наномасштаба.

3.7 **нанопорошок** (nano-powder): Твердый дисперсный материал искусственного происхождения, содержащий наночастицы и обладающий качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

3.8 **нанопорошки энергонасыщенных материалов** (nano-powders of energy saturated materials): Нанопорошки, содержащие частицы энергонасыщенных материалов, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.

3.9 **наночастица** (nanoparticle): Частица вещества с наномасштабными внешними размерами во всех трех измерениях.

3.10 **частица** (particle): Мельчайшая частица вещества с определенными физическими границами.

3.11 **энергонасыщенные материалы** (energy saturated materials): Источники концентрированной энергии, выделяющейся в режиме управляемого горения и/или взрыва (детонации).

4 Общие технические требования

4.1 Общие положения

Нанопорошки энергонасыщенных материалов (далее — НЭМ) следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке.

При изготовлении выделяют ряд общих требований, которые являются характерными для всех методов получения НЭМ и отличают их от методов получения обычных порошков:

- высокая скорость образования центров зарождения частиц;
- малая скорость роста частиц,
- наибольший размер получаемых частиц не более 100 нм,
- узкий диапазон распределения частиц по размерам,
- стабильность получения частиц заданного размерного диапазона,
- воспроизводимость химического и фазового состава частиц,
- повышенные требования к контролю и управлению параметрами процесса получения, в том числе связанные с пирофорностью НЭМ.

Основными методами получения НЭМ являются:

- химические;
- физические;
- механические;
- комплексные.

4.2 Основные показатели

По физико-химическим показателям нанопорошки характеризуют:

- средним размером частиц и распределением частиц по размерам;
- средним размером кристаллитов и распределением кристаллитов по размерам;
- степенью агломерации частиц;
- удельной площадью поверхности;
- химическим составом объема частиц;
- составом по сечению частиц для частиц неоднородного состава типа «ядро — оболочка»;
- морфологией частиц;
- химическим составом поверхности;
- кристаллической структурой наночастиц;
- пирофорностью;
- содержанием влаги и других адсорбатов;
- сыпучестью (текучестью);
- насыпной плотностью;
- цветом.

Требования и нормы, предъявляемые к физико-химическим показателям нанопорошков, определяются их типами и составами.

Общей особенностью наночастиц НЭМ, полученных любым методом, является их способность к объединению в агрегаты и агломераты. В результате необходимо учитывать не только размеры отдельных наночастиц, но и размеры их объединений, которые также включают в основные показатели.

Требования и нормы, предъявляемые к физико-химическим показателям базовых НЭМ, указаны в таблице 1.

Таблица 1 — Требования и нормы к физико-химическим показателям базовых НЭМ

Наименование показателя	Норма показателя	Метод испытания
Неорганические горючие нанопорошки		
Нанопорошок бора		
1 Внешний вид, форма и средний размер частиц	Порошок черного цвета без видимых инородных включений, с частицами сферической формы размером не более 80 нм. Допускается присутствие агломератов размером до 1 мкм в количестве не более 15 %	Визуальный, электронная микроскопия
2 Содержание общего бора, % масс., не менее	99,0	Титрометрический
3 Удельная площадь поверхности, $м^2/г$, не менее	25—30	По ГОСТ 23401
Нанопорошок алюминия		
1 Внешний вид, форма и средний размер частиц	Порошок от серого до темно-серого цвета без видимых включений, с размером частиц не более 100 нм	Визуальный, электронная микроскопия
2 Содержание активного алюминия, % масс., не менее	85,0	Разложение навески порошка 20 %-ным раствором гидроокиси натрия и газоволюметрическое измерение выделившегося водорода
3 Удельная площадь поверхности, $м^2/г$, не менее	5—15	По ГОСТ 23401
Нанопорошок пальмитированного алюминия		
1 Внешний вид, форма и средний размер частиц	Порошок серого цвета, сильно агломерирован. Средний арифметический размер частиц 113 нм. Содержание: - пальмитиновой кислоты 8 % — 10 %, не более; - оксида алюминия 5 % — 7 %, не более	Визуальный, электронная микроскопия
2 Содержание активного алюминия, % масс., не менее	85—87	Разложение навески порошка 20 %-ным раствором гидроокиси натрия и газоволюметрическое измерение выделившегося водорода
3 Удельная площадь поверхности, $м^2/г$, не менее	10—15	По ГОСТ 23401
Органические горючие нанопорошки		
Нанопорошок гексогена		
1 Внешний вид, форма и средний размер частиц	Насыпной порошок с частицами размером порядка 20 нм	Просвечивающая электронная микроскопия

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Норма показателя	Метод испытания
2 Содержание гексогена, %	100	Рентгенограмма, ИК-спектроскопия
3 Диаметр кристаллитов, нм, не более	35	Расчетный по показателю уширения пиков
Окислители		
Нанопорошок нитрата аммония		
1 Внешний вид, форма и средний размер частиц	Насыпной порошок с частицами размером порядка 50 нм	Просвечивающая электронная микроскопия
2 Содержание нитрата аммония, %	100	Рентгенограмма, ИК-спектроскопия
3 Диаметр кристаллитов, нм, не более	55	Расчетный по показателю уширения пиков

4.3 Упаковка

4.3.1 Неорганические горючие НЭМ

Нанопорошок бора упаковывают в двойные полиэтиленовые пакеты, предварительно продутые аргоном, которые помещают в стальные емкости в соответствии с нормативными документами, утвержденными в установленном порядке, или в полиэтиленовые канистры и банки аналогичной емкости, изготовленные по ГОСТ 33756, диаметром горловины не менее 190 мм и объемом от 3 до 10 л, продутые аргоном.

Стальные или полиэтиленовые емкости являются транспортной тарой.

Нанопорошок алюминия в пассивирующем растворителе упаковывают в двойные полиэтиленовые пакеты объемом до 10 л, предварительно заполненные аргоном для удаления воздуха. Пакеты тщательно запечатывают и помещают в жесткую тару.

Нанопорошок пальмитированного алюминия упаковывают в двойные полиэтиленовые пакеты производителя. Пакеты тщательно запечатывают и помещают в жесткую тару (металлические короба с уплотнительными крышками), предназначенную для дальнейшей транспортировки.

Нанопорошки алюминия по ГОСТ 19433 классифицируются как подклассы 4.1 и 4.2 опасных грузов.

4.3.2 Органические горючие НЭМ

Нанопорошок гексогена хранится в соответствии с нормами, установленными для хранения взрывчатых веществ по ГОСТ 19433, подкласс 1.1.

4.3.3 НЭМ окислители

Нанопорошок нитрата аммония хранится в соответствии с нормами хранения окисляющих веществ по ГОСТ 19433, подкласс 5.1.

4.4 Маркировка

4.4.1 Маркировка должна содержать:

- знак опасности по ГОСТ 19433;
- условный номер в равностороннем треугольнике. Размер сторон треугольника в зависимости от габарита грузового места может быть 50, 80 или 150 мм;
- манипуляционный знак по ГОСТ 14192, если это предусмотрено нормативной документацией (НД) на конкретный вид продукции.

4.4.2 Маркировку, указанную в 4.4.1, наносят:

- на боковую и торцовую стенки грузового места. Если на боковой и торцовой стенках не представляется возможным разместить маркировку, то ее допускается наносить на крышке. В этом случае в дверном проеме вагона вывешивают таблицу с маркировкой по 4.4.1;
- на решетчатой цилиндрической таре маркировку наносят на свободное от маркировки дно.
- для грузов, упакованных в футляры и уложенных на поддоны, знак опасности и условный номер наносят на футляры, а манипуляционный знак — на поддоны.

4.4.3 Допускается на знаке опасности, наносимом на малогабаритную упаковку, приводить надпись «Взрыв.».

На каждую упаковочную единицу (полиэтиленовую банку, стальную емкость) наклеивают этикетку с указанием:

- наименования предприятия-изготовителя или его товарного знака;
- наименования продукции;
- обозначения нормативной документации;
- номера места;
- номера партии;
- массы нетто одного места, кг;
- массы брутто одного места, кг;
- даты изготовления;
- гарантийного срока хранения;
- юридического адреса предприятия-изготовителя;
- манипуляционные знаки по ГОСТ 14192: «Герметичная упаковка», «Беречь от солнечных лучей», «Беречь от излучения», «Беречь от нагрева» и предупредительной надписи «Не бросать».

4.5 Требования безопасности

4.5.1 Требования безопасности при работе с неорганическими горючими НЭМ

Нанопорошок бора вызывает раздражение слизистых оболочек глаз, носа и верхних дыхательных путей.

Аэрозоли нанопорошка бора — преимущественно фиброгенного действия.

Нанопорошок бора по степени воздействия на организм человека относится к классу опасности III (вещества умеренно опасные) в соответствии с ГОСТ 12.1.007.

Предельно допустимая концентрация в воздухе производственных помещений по ГОСТ 12.1.005 составляет 4 мг/м^3.

При длительном вдыхании поражает легкие, при попадании на кожу вызывает дерматиты.

Нанопорошок бора взрывопожароопасен.

Температура самовоспламенения аэрозоля нанопорошка бора в воздухе плюс 470 °С. Нижний концентрационный предел воспламенения — 40 г/м^3. В соответствии с ГОСТ 12.1.007 помещения, в которых проводятся работы с нанопорошком бора, относятся к категории «Б».

Нанопорошок алюминия вызывает раздражение слизистых оболочек глаз, носа и верхних дыхательных путей. Нанопорошок алюминия горюч, и на воздухе происходит его самовоспламенение (пирофорность).

Для обеспечения безопасного хранения нанопорошок алюминия пассивируют нефрасом С2 или гептаном по ГОСТ 25828 в количестве от 30 % до 100 % массы порошка. Готовый продукт следует хранить в плотно закрытой таре.

Нанопорошок алюминия по степени воздействия на организм человека по ГОСТ 12.1.007 относят к классу опасности III. Предельно допустимая концентрация в воздухе производственных помещений составляет 2 мг/м^3. При длительном вдыхании дисперсный нанопорошок алюминия поражает легкие, вызывая алюминоз, при попадании на кожу вызывает дерматиты. В соответствии с ГОСТ 12.1.007 помещения, в которых проводятся работы с дисперсным нанопорошком алюминия, относят к категории «Б».

4.5.2 Требования безопасности при работе с НЭМ окислителями и органическими горючими

При работе с НЭМ окислителями и органическими горючими соблюдают требования ГОСТ 19433 и проводят проверку на совместимость компонентов.

4.5.3 Общие требования безопасности при работе с НЭМ

Все работы, связанные с НЭМ, должны проводиться в соответствии с требованиями действующих правил предприятия, правил эксплуатации производств, правил защиты от статического электричества в производствах отрасли, утвержденных в установленном порядке, а также инструкций по охране труда для работников профессий, связанных с разработкой и производством НЭМ.

Производственные помещения для изготовления нанопоршков должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией; должны соблюдаться требования, утвержденные в установленном порядке, соответствующие гигиеническим требованиям к организации технологических про-

цессов по ГОСТ Р ИСО 14644-6, производственному оборудованию и рабочему инструменту; должны соблюдаться требования пожарной безопасности, помещения должны быть обеспечены средствами пожаротушения по ГОСТ 12.2.047.

Для каждого работника, связанного с разработкой и производством НЭМ, должны быть предусмотрены следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм хлопчатобумажный, куртка на утепляющей прокладке по ГОСТ 1126;
- брезентовые рукавицы по ГОСТ 12.4.010;
- резиновые перчатки по ГОСТ 20010;
- хлопчатобумажные перчатки по ГОСТ 12.4.183 и ГОСТ 5007;
- ботинки на кожаной подошве по ГОСТ 28507 и ГОСТ 12.4.137;
- противоаэрозольный респиратор по ГОСТ 12.4.296;
- противогаз по ГОСТ 12.4.041;
- защитная маска по ГОСТ 12.4.041 или щиток по ГОСТ 12.4.023.

4.6 Требования охраны окружающей среды

Охрану окружающей среды обеспечивают герметизацией технологического оборудования.

Газовые выбросы и жидкие стоки при производстве нанопорошков отсутствуют.

Отходы производства утилизируют в соответствии с требованиями, утвержденными в установленном порядке, соответствующими гигиеническим требованиям к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.

5 Методы испытаний

Методы испытаний должны определять соответствие НЭМ требованиям и нормам, предъявляемым к их физико-химическим показателям:

- внешний вид, форма и размер частиц НЭМ;
- содержания чистого (активного) вещества в НЭМ;
- удельной поверхности вещества, $м^2/г$ (диаметр кристаллитов).

У НЭМ существует особая специфика, которая заключается в предъявлении повышенных требований к разрешающей способности методов, а именно: должна быть предусмотрена возможность исследовать участки поверхности образцов размерами менее 100 нм. Также специфика, заключающаяся в наличии избыточной концентрированной энергии, которая может привести к возгоранию и взрыву образцов, предъявляет повышенные требования к безопасности испытаний.

Выделяют ряд методов структурного и химического анализа, применение которых позволяет учесть специфику нанопорошков.

Методы определения основных физико-химических показателей НЭМ указаны в 5.1, 5.2 и 5.3.

5.1 Определение размера частиц и состояния поверхности НЭМ

Методика исследования нанопорошков заключается в визуальном и фотографическом исследовании на электронном микроскопе. Растровой электронной микроскопией определяют размеры частиц в пределах от 10 мм до 10 нм. Для определения размера частиц меньше 10 нм используют метод просвечивающей электронной микроскопии или атомно-силовой микроскопии.

Для предотвращения эффекта подзарядки в специальных напылительных установках на нанопорошок может быть нанесен тонкий слой проводящего металла (Au, Pt).

5.2 Определение содержания чистого (активного) вещества в НЭМ

5.2.1 НЭМ неорганические горючие

5.2.1.1 Нанопорошок бора

Методом определения массовой доли бора в наноборе является титрометрический метод.

Метод титрометрического измерения основан на окислении бора азотной кислотой до образования борной кислоты, которую выявляют титрованием 0,1 Н раствором гидроокиси натрия в присутствии маннита с фенолфталеином индикатором. Загрязняющие примеси должны отсутствовать.

Массовую долю бора X, %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot 0{,}001082 \cdot 250}{M \cdot 50} \cdot 100, \quad (1)$$

где V — объем 0,1 Н раствора гидроокиси натрия, пошедший на титрование, мл;

0,001082 — количество бора, соответствующее 1 мл 0,1 Н раствора гидроокиси натрия, г;

250 — объем, в котором растворена навеска испытуемого продукта, мл;

50 — объем испытуемого раствора, взятый для титрования, мл;

M — навеска испытуемого продукта, г.

За результат измерения принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных наблюдений, расхождение между которыми не должно превышать 0,1 % относительно большего значения. Доверительные границы суммарной погрешности результата анализа составляют ± 0,55 % при доверительной вероятности P = 0,95 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50.2.038.

5.2.1.2 Нанопорошок алюминия

Метод определения содержания активного алюминия в полученном дисперсном нанопорошке алюминия основан на разложении навески порошка (около 0,2 г) раствором 20 %-ной гидроокиси натрия и газоволюметрическом измерении выделившегося при этом водорода в количестве, эквивалентном содержанию активного алюминия.

Массовую долю активного алюминия X, %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(P - P_1)K \cdot 0{,}000216 \cdot V}{(273 + T)M}, \quad (2)$$

где P — атмосферное давление, мм. рт. ст.;

P_1 — упругость водяных паров над дистиллированной водой при данных температуре и давлении, мм. рт. ст.;

K — поправочный коэффициент для перевода давления в Па, равен 33,32;

0,000216 — коэффициент пересчета водорода на алюминий;

V — объем выделившегося водорода, мм;

T — температура охлаждающей воды в момент замера, °С;

M — навеска анализируемого порошка, г.

За результат принимают округленное до первого десятичного знака среднее арифметическое значение двух последовательных определений, расхождение между которыми не превышает 1 % относительно большего значения.

5.2.2 НЭМ окислители и органические горючие

Содержание чистого вещества определяют методами структурного и химического анализа исследуемого вещества, в том числе:

а) спектральными методами, основанными на электронном облучении, облучении фотонами и ионном облучении;

б) методами электронной микроскопии: просвечивающими, растровыми (сканирующими), эмиссионными и отражательными.

5.3 Определение удельной поверхности НЭМ

5.3.1 Определение удельной поверхности металлических НЭМ

Удельную поверхность НЭМ определяют по ГОСТ 23401.

5.3.2 Определение удельной поверхности НЭМ окислителей и органических горючих

Удельную поверхность НЭМ определяют косвенными (расчетными) методами по результатам исследований образца спектральными методами и методами электронной микроскопии.

5.4 Обработка результатов

За результат испытания принимают среднеарифметическое трех определений. Допустимое расхождение между наиболее отличающимися результатами, полученными одним оператором при одинаковых условиях испытаний, не должно отличаться более чем на 15 %.

В протоколе испытаний указывают:

- дату, наименование вещества и ТУ на продукцию, химическую формулу, наименование предприятия-изготовителя и т. п.;
- массу НЭМ на всех стадиях испытаний;
- условия испытаний;
- результаты испытаний на всех стадиях;
- класс (подкласс) и степень опасности.

5.5 Требования безопасности при проведении испытаний НЭМ

При проведении испытаний НЭМ должны соблюдаться общие требования по безопасности при работе с НЭМ, предъявленные в 4.5.

Кроме того:

- в процессе подготовки вещества и проведения испытаний применяют средства индивидуальной защиты, выбираемые в соответствии со свойствами исследуемых веществ, с обязательным применением защитных очков или защитных масок с прозрачным экраном;
- оператор должен быть осторожен при проведении испытаний во избежание взрыва газовоздушной смеси, особенно на первой стадии испытаний, так как НЭМ обладают способностью мгновенно выделять большие количества воспламеняющихся и взрывоопасных газов;
- оператор должен быть защищен прозрачным защитным экраном;
- рабочее место оператора должно соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по ГОСТ 12.1.005.

УДК 662.2-022.532:006.354 ОКС 71.100.30

Ключевые слова: наномасштаб, наночастица, нанопорошок, метод, показатель, энергонасыщенный материал

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

Сдано в набор 05.04.2019. Подписано в печать 30.05.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,20.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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