ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14644-12— 2020

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ СРЕДЫ

Часть 12

Требования к текущему контролю чистоты воздуха по концентрации частиц с размерами в нанодиапазоне

(ISO 14644-12:2018, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН ООО «Чистые технологии» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 184 «Обеспечение промышленной чистоты»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2020 г. № 395-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14644-12:2018 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 12. Требования к текущему контролю чистоты воздуха по концентрации частиц с размерами в нанодиапазоне» (ISO 14644-12:2018 «Cleanrooms and associated controlled environments — Part 12: Specifications for monitoring air cleanliness by nanoscale particle concentration», IDT).

Международный стандарт подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 209 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды» Международной организации по стандартизации (ISO)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2018 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2020

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
3.1 Общие термины 1
3.2 Размеры частиц 2
3.3 Аэрозольные частицы 2
3.4 Состояния чистого помещения 2
3.5 Средства контроля 2
4 Текущий контроль 3
4.1 Общие положения 3
4.2 Принцип контроля 3
4.3 Методы контроля 3
5 Протокол испытаний 3
Приложение А (справочное) Стандартный метод текущего контроля (мониторинга) с помощью счетчика ядер конденсации 5
Приложение В (справочное) Эффективность счета частиц и отсечка частиц по размерам 7
Библиография 9

Введение

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды обеспечивают защиту от загрязнений исходя из требований видов деятельности, чувствительных к загрязнениям. Продукты и процессы, требующие защиты от загрязнений, применяются в аэрокосмической, электронной, фармацевтической, медицинской, пищевой промышленности и здравоохранении.

Нормативные требования первых изданий стандартов ИСО 14644-1 и ИСО 14544-3 были ограничены классификацией по частицам с размерами более 100 нм. Однако в оба стандарта был включен справочный материал, относящийся к аэрозольным частицам с размерами менее 100 нм. На период разработки указанных стандартов для частиц с размерами менее 100 нм в большей степени использовался термин «ультрамелкие частицы», чем «наночастицы».

Во вторых изданиях стандартов ИСО 14644-1 и ИСО 14644-3* разделы, относящиеся к «ультрамелким частицам», были из них изъяты и перенесены в измененном виде в данный стандарт. Дополнительная информация была получена из других источников, включая документы, разработанные ИСО/ТК 229 «Нанотехнологии».

В рамках долгосрочной тенденции развития технологических процессов в сторону работы с очень мелкими частицами, ряд отраслей, такие как микроэлектроника и здравоохранение, выпускают продукцию, требующую контроля в нанодиапазоне.

Наночастицы созданы человеком. Другие частицы в диапазоне наноразмеров могут возникать как выбросы побочных продуктов технологического процесса или дополнительно как встречающиеся в природе частицы. Чистое помещение с нанотехнологическим процессом может содержать наночастицы из всех трех источников

Наночастицы или ультрамелкие частицы отличаются от субмикронных частиц и макрочастиц по своей природе, химическим свойствам и поведению во время движения. Большинство субмикронных частиц и макрочастиц связаны с деятельностью человека. Наночастицы образуются при электростатическом разряде и химических реакциях, таких как окисление и образование ядер в газовой фазе. Предполагается, что свойства материала наночастиц отличаются от более крупных образований потенциально большей химической активностью и иногда повышенной токсичностью. Частицы движутся, в основном, в потоке воздуха, так же как субмикронные частицы. Однако диффузия и подвижность наночастиц в электрическом поле быстро возрастают с уменьшением размера. Следствием этого являются более высокие коагуляция в воздухе и интенсивность осаждения на поверхности, чем для более крупных частиц. Поэтому не предполагается, что кривые классификации, приведенные в ИСО 14644-1, могут быть просто экстраполированы на частицы с размерами, меньшими указанного нижнего предела.

ULPA фильтры (сверхвысокоэффективные фильтры или фильтры с ультранизких проскоком частиц) удерживают наночастицы с высокой эффективностью, предупреждая их попадание в помещений из атмосферы или с рециркуляционным воздухом. Поэтому большинство наночастиц в чистых помещениях относятся к процессу. Во многих чистых помещениях субмикронные частицы и макрочастицы имеют сходный состав. Что касается наночастиц, то наночастицы в каждом чистом помещении связаны со специфическим процессом. Поэтому определение концентрации наночастиц имеет смысл только для «эксплуатируемого» состояния чистого помещения. В «построенном» или «оснащенном» состояниях частицы, связанные с процессом, отсутствуют, что ведет к несоответствию с реальными данными.

В библиографии [1]—[18] указаны источники, содержащие основополагающую информацию о характеристиках и свойствах частиц в зависимости от размеров.

Настоящий стандарт подготовлен Техническим комитетом ИСО/ТК 209 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды».

Перечень всех частей комплекса стандартов ИСО 14644 приведен на сайте ИСО.

---

* Находится на стадии разработки (стадия на дату публикации ISO/DIS 14644-3).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ СРЕДЫ

Часть 12

Требования к текущему контролю чистоты воздуха по концентрации частиц с размерами в нанодиапазоне

Cleanrooms and associated controlled environments. Part 12.
Specifications for monitoring air cleanliness by nanoscale particle concentration

Дата введения — 2020—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к текущему контролю чистоты воздуха по концентрации аэрозольных частиц в нанодиапазоне.

Для целей настоящего стандарта используются только частицы с пороговым размером 0,1 мкм (100 нм) и ниже — «нанодиапазон».

Текущий контроль, представленный в настоящем стандарте, применим, в основном, для эксплуатируемого состояния.

Примечания

1 Для целей настоящего стандарта термин «наночастица» относится ко всем объектам, имеющим один (нанопластина), два (нановолокно) или три (наночастица) размера в нанодиапазоне.

2 Как следствие, требования к текущему контролю чистоты воздуха по концентрации наночастиц в чистом помещении в эксплуатируемом состоянии учитывают также специфику процесса, например, используемое оборудование, поведение персонала и др.

3 Стандарт не рассматривает требования к охране здоровья и безопасности.

2 Нормативные ссылки

Нормативные ссылки в данном стандарте отсутствуют.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК (IEC) предоставляет базу данных терминов для целей стандартизации по следующим адресам:

- ISO Online browsing platform — доступно по адресу gost.e-ecolog.ru
- IEC Electropedia — доступно по адресу gost.e-ecolog.ru

3.1 Общие термины

3.1.1 **чистое помещение** (cleanroom): Помещение, в котором контролируется концентрация аэрозольных частиц и которое спроектировано, построено и эксплуатируется так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц в нем.

Примечания

1 Следует задать класс чистоты по концентрации аэрозольных частиц.

2 Могут также задаваться и контролироваться другие параметры, например, концентрации химических, биологических загрязнений и загрязнений с размерами в нанодиапазоне (3.2.1) в воздухе, а также чистота поверхностей по частицам, химическим, биологическим загрязнениям и загрязнениям с размерами в нанодиапазоне.

Издание официальное

3 При необходимости могут задаваться и другие физические параметры, например, температура, влажность, давление, уровень вибрации и электростатические характеристики.

[ИСО 14644-1:2015, 3.1.1]

3.1.2 **чистая зона** (clean zone): Определенное пространство, в котором контролируется концентрация аэрозольных частиц и которое построено и эксплуатируется так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц в нем.

Примечания

1 Следует задать класс чистоты по концентрации аэрозольных частиц.

2 Могут также задаваться и контролироваться другие параметры, например, концентрации химических, биологических загрязнений и загрязнений с размерами в нанодиапазоне (3.2.1) в воздухе, а также чистота поверхностей по частицам, химическим, биологическим загрязнениям и загрязнениям с размерами в нанодиапазоне.

3 Чистая зона может находиться внутри чистого помещения (3.1.1) или представлять собой изолирующее устройство. Такое устройство может быть установлено как в чистом помещении, так и вне него.

4 При необходимости могут задаваться и другие физические параметры, например, температура, влажность, давление, уровень вибрации и электростатические характеристики.

[ИСО 14644-1:2015, 3.1.2]

3.2 Размеры частиц

3.2.1 **нанодиапазон** (nanoscale): Диапазон линейных размеров приблизительно от 1 нм до 100 нм.

Примечание — Уникальные свойства нанообъектов, не являющиеся экстраполяцией свойств больших размеров, проявляются преимущественно в пределах данного диапазона.

[ISO/TS 80004-2:2015, 2.1]

3.2.2 **отсечка частиц по размерам D_{50}** (particle size cutoff, D_{50}): Размер частиц, при котором эффективность счета равна 50 %.

Примечание — По эффективности счета см. приложение В.

3.3 Аэрозольные частицы

3.3.1 **наночастица** (nanoparticle): Нанообъект, внешние размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне (3.2.1), 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, 4.4]

3.3.2 **распределение частиц по размерам** (particle size distribution): Кумулятивное распределение концентрации частиц в зависимости от их размеров.

[ИСО 14644-1:2015, 3.2.4]

3.3.3 **аэрозоль** (aerosol): Система, состоящая из твердых и жидких частиц, взвешенных в газе.

[ИСО 15900:2009, 2.1]

3.4 Состояния чистого помещения

3.4.1 **эксплуатируемое** (operational): Состояние, в котором чистое помещение (3.1.1) или чистая зона (3.1.2) функционирует установленным образом с работающим оборудованием и заданным числом персонала.

[ИСО 14644-1:2015, 3.3.3]

3.5 Средства контроля

3.5.1 **счетчик ядер конденсации** (condensation particle counter, CPC): Прибор для определения концентрации частиц в аэрозоле (3.3.3).

Примечания

1 Размеры обнаруживаемых частиц обычно находятся в пределах от нескольких нанометров до нескольких сот нанометров.

2 Счетчик ядер конденсации является одним из возможных детекторов для использования совместно с анализатором дифференциальной электрической подвижности (DEMC).

3 В некоторых случаях счетчик ядер конденсации, «condensation particle counter, CPC» может иметь наименование «condensation nucleus counter, CNC».

[ИСО 15900:2009, 2.5]

3.5.2 **эффективность счета** (counting efficiency): Отношение полученной концентрации частиц в определенном диапазоне размеров к действительной концентрации таких частиц.

[ИСО 14644-3:2005, 3.6.5]

4 Текущий контроль

4.1 Общие положения

Для целей контроля частиц представляет интерес только их характеристика «эквивалентный диаметр».

4.2 Принцип контроля

Проверка предельных значений для текущего контроля и требований, указанных заказчиком, выполняется с помощью заданных методов испытаний с оформлением документации, отражающей результаты испытаний и условия их проведения, в соответствии с соглашением между заказчиком и исполнителем. Требования к программе контроля, основанные на оценке риска при использовании по назначению, приведены в приложении А к ИСО 14644-2:2015.

4.3 Методы контроля

Наиболее эффективным прибором для целей текущего контроля концентрации частиц с размерами в нанодиапазоне является счетчик ядер конденсации. Базовый метод для такого контроля приведен в приложении А. Контроль чистоты воздуха по концентрации наночастиц должен выполняться по программе, четко определенным инструкциям и с указанием порядка выполнения оценки. Как правило, уровни предупреждения и действия следует определять с помощью анализа рисков. При отсутствии требований к заказчику и исполнителю пределы могут устанавливаться по соглашению.

К критериям выбора метода счета частиц относятся:

- размеры наночастиц;
- время, необходимое для отбора проб и анализа;
- объем пробы;
- точки отбора проб;
- число проб;
- критичность по отношению к продукту или процессу;
- конструкция или план чистый зоны.

По согласованию между заказчиком и исполнителем могут использоваться альтернативные методы и приборы, обеспечивающие, по крайней мере, получение результатов, сравнимых со счетчиком ядер конденсации. Если альтернативный метод не задан, то следует применять стандартный метод.

Следует использовать калиброванные приборы.

5 Протокол испытаний

Результаты испытаний каждой чистой зоны должны быть оформлены документально и быть представлены в виде протокола, содержащего полную информацию. В заключение должны быть включены обзор данных контроля с указанием отрицательных тенденций, рабочих параметров, а также требования к проведению анализа в соответствии с программой контроля по 4.2.

Протокол испытаний должен включать:

a) наименование и адрес испытательной организации и дату проведения испытаний;

b) ссылку на данный стандарт: ИСО 14644-12;

c) ясное обозначение места расположения испытуемой чистой зоны (включая указание на соседние зоны, если это необходимо) с нанесением всех точек отбора проб;

d) заданные критерии оценки чистой зоны с указанием ее состояния(й) и размера(ов) частиц;

e) данные о методе испытаний с указанием специальных условий и приборов или отклонений от метода со ссылкой на действующие сертификаты калибровки:

1) идентификацию счетчика ядер конденсации (CPC) и устройства для отсечки размера частиц, если используется, и данных о калибровке,

2) нижний предел размеров частиц, для которого выполнен контроль концентрации наночастиц,

3) результат нулевого счета при использовании CPC,

4) данные об устройстве для отсечки размера частиц, если требуется,

5) вид контроля: определение установление концентрации наночастиц или текущий контроль*,

6) данные о пробоотборном устройстве системы контроля наночастиц и скорости отбора проб;

f) результаты испытаний, включая данные о концентрации частиц для всех точек отбора проб.

---

* Имеются в виду два вида контроля:

- при первоначальных и периодических испытаниях (аттестации) и
- при текущем контроле (*примечание ТК 184*).

Приложение А
(справочное)

Стандартный метод текущего контроля (мониторинга) с помощью счетчика ядер конденсации

А.1 Общие положения

Счетчик ядер конденсации служит для определения концентрации аэрозольных наночастиц с размерами равными и большими заданного порогового размера в требуемых точках отбора проб.

А.2 Требования к приборам

А.2.1 Счетчик ядер конденсации

Счетчик должен иметь средства для отображения или записи результатов счета частиц в воздухе с разделением по размерам, достаточным для определения общей концентрации наночастиц в заданном диапазоне размеров для рассматриваемого класса.

А.2.2 Требования к счетчику ядер конденсации (CPC)

Счетчик считает все капельки, образованные при конденсации пересыщенного пара на ядрах отобранных частиц. Ведется кумулятивный счет всех частиц с размерами равными или большими наименьшего предела размеров частиц счетчика. Требования к счетчикам ядер конденсации приведены в таблице А.1. Технические характеристики прибора должны быть предоставлены поставщиком и приняты заказчиком.

Таблица А.1 — Технические характеристики счетчиков ядер конденсации

Показатель	Требования
Верхний предел концентрации	> 3,5 × 10^8/м^3
Отсечка частиц по размерам (D_{50})	Зависит от области применения, например, D_{50} = 0,01 мкм
Точность счета частиц	+/– 10 % ниже верхнего предела концентрации
Условия окружающей среды для стабильной работы	Температура: от 10 °С до 35 °С Относительная влажность: от 0 % до 90 % при отсутствии конденсации Внешнее давление: от 75 кПа до 105 кПа (от 0,75 атм. до 1,1 атм.)
Стабильность потока воздуха	+/– 10 % от заданной скорости потока при температуре, относительной влажности и давлении во время проведения испытаний
Периодичность калибровки	Не более 12 мес
Ошибка счета	Ошибка счета должна быть менее 1/3 от максимально допустимой концентрации по согласованию с заказчиком
Эффективность счета	50 % +/– 10 % от наименьшего порогового размера, > 85 % для пятикратного значения наименьшего порогового размера и < 25 % от половины этого размера (рисунок В.1) при использовании наночастиц сахарозы или серебра

А.2.3 Калибровка прибора

Прибор должен иметь действующий сертификат калибровки. Периодичность и методика калибровки должна соответствовать общепринятой практике (ИСО 27891).

А.3 Эффективность счета частиц и отсечка частиц по размерам

Эффективность счета частиц и отсечка частиц по размерам рассматриваются в приложении В.

А.4 Условия до проведения испытаний

А.4.1 Подготовка к проведению испытаний

Перед началом испытаний следует убедиться в том, что чистая зона или связанные с нею контролируемые среды готовы к испытаниям и работают в соответствии с заданными требованиями. Такая проверка выполняется по ИСО 14644-3 и включает в себя, например, следующее:

a) контроль потока воздуха (например, расход воздуха, скорость потока воздуха или однородность однонаправленного потока);

b) контроль перепадов давления;

c) проверку на герметичность;
d) контроль целостности установленных фильтров.

А.4.2 Установка оборудования перед испытаниями

Установить оборудование согласно инструкции изготовителя. До проверки класса чистоты убедиться в том, что расход воздуха и нулевой счет счетчика ядер конденсации соответствуют таблице А.1.

А.5 Отбор проб

А.5.1 Определение точек отбора проб

Расположение точек отбора проб должно быть согласовано между заказчиком и исполнителем.

А.5.2 Метод отбора проб для счетчика ядер конденсации (CPC)

А.5.2.1 Установить счетчик частиц (А.2) согласно инструкции изготовителя с соблюдением требований изготовителя к условиям эксплуатации. Персонал, выполняющий эту работу, должен пройти обучение работе с прибором.

А.5.2.2 Пробоотборник должен быть расположен навстречу потоку воздуха. Если направление потока воздуха не контролируется или непредсказуемо (например, поток является неоднонаправленным), то пробоотборник должен быть направлен вертикально вверх.

А.5.2.3 При необходимости следует до начала отбора проб выдержать некоторое время для стабилизации условий. Следует отобрать пробы по А.4.2, как минимум, для каждой точки отбора проб. Следует выбрать пробоотборную трубку, пригодную для эффективного транспортирования заряженных частиц. Длина трубки должна быть минимальной.

А.5.2.4 Если при отборе проб в нескольких точках наблюдается необычно высокий счет в отобранной пробе, то в этой точке может быть проведено дальнейшее исследование для установления того, соответствует ли точка требованиям пользователя. Если требуются данные о стабильности концентрации наночастиц, то следует выполнить три или более отборов проб в заданных точках с интервалами времени, согласованными заказчиком и исполнителем.

А.6 Оформление результатов: средние концентрации частиц в каждой точке отбора проб

А.6.1 Записать результаты для каждой точки как число частиц в каждом отдельном объеме пробы для каждого заданного размера(ов) частиц, относящиеся к соответствующей спецификации пользователя.

А.6.2 Если в точке отбираются два и более объемов пробы, вычислить и записать среднее число частиц в точке для каждого размера частиц по индивидуальным значениям концентраций частиц (А.6.1) согласно формуле (А.1):

$$x_i = [x_{i,1} + x_{i,2} + \ldots + x_{i,n}]/n, \quad (А.1)$$

где x_i — среднее число частиц в точке i;
от $x_{i,1}$ до $x_{i,n}$ — число частиц в отдельных пробах;
n — число проб в точке i.

А.6.3 Вычислить концентрацию частиц в 1 м^3 (формула А.2):

$$C_i = x_i \times 1000/V_t, \quad (А.2)$$

где x_i — среднее число частиц в точке i;
V_t — объем проб в каждой точке, л.

А.7 Интерпретация результатов — требования

Чистая зона считается соответствующей заданным требованиям текущего контроля, если средние концентрации частиц в каждой точке, выраженные в числе частиц в 1 м^3, не превышают предельных значений концентрации, заданных заказчиком или согласованных поставщиком и заказчиком.

Приложение В
(справочное)

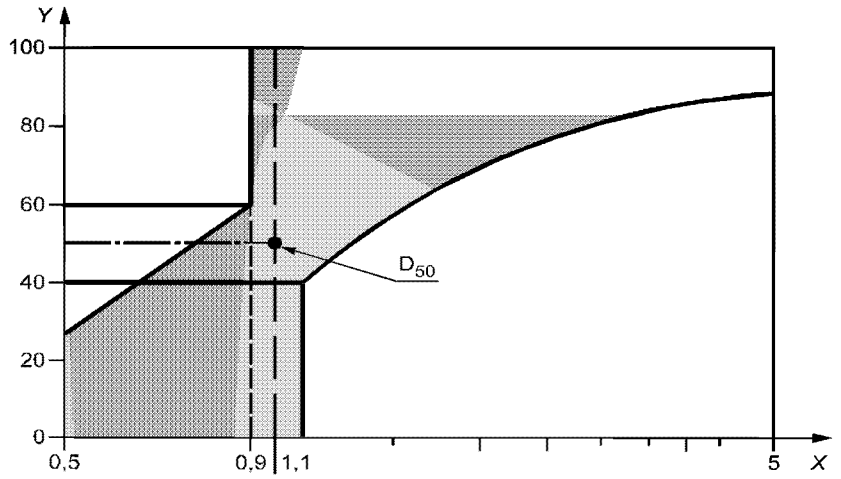
Эффективность счета частиц и отсечка частиц по размерам

В.1 Эффективность счета

На эффективность счета с помощью счетчика ядер конденсации влияет, в основном, размер частиц и в определенной степени концентрация частиц. В редких случаях состав материала частиц может привести к снижению эффективности счета для очень гидрофобных материалов, когда конденсирующейся жидкостью оказывается вода.

Эффективность счета системы для определения концентрации наночастиц должна находиться в пределах затененной зоны на рисунке В.1. Центр этой зоны приходится на эффективность счета 50 % для определенного размера наночастицы (D_{50}). Величина X представляет собой частное от деления величин D на D_{50} (D/D_{50}). Она включает область разброса ± 10 % от нормализованного размера наночастицы X как X = 1,1 и X = 0,9 (рисунок В.1). Показаны допустимые значения минимальной и максимальной эффективности для частиц с размерами выше и ниже ± 10 % от нормализованного размера наночастицы. Это указывает, что при X = 5 эффективность счета должна быть не менее 85 %, а при X = 0,5 — менее 25 %. Стандартными частицами для подтверждения эффективности являются частицы сахарозы или серебра.

Если кривая эффективности счетчика ядер конденсации падает в правой части затененной зоны (рисунок В.1), то счетчик не следует использовать для контроля концентрации наночастиц. Если кривая падает в левой части затененной зоны, то эффективность счета может быть снижена путем модификации счетчика с помощью устройства отсечки частиц по размерам согласно В.2. В этом случае эффективность счета модифицированного счетчика ядер конденсации зависит от эффективности счета немодифицированного счетчика ядер конденсации и фракционного проникания устройства отсечки частиц по размерам.



ПРИМЕР D_{50} = 5 нм

X	***0,5***	***0,9***	***1***	***1,1***	***5***
D, нм	***2,5***	***4,5***	***5***	***5,5***	***25***

ПРИМЕР D_{50} = 10 нм

X	***0,5***	***0,9***	***1***	***1,1***	***5***
D, нм	***5***	***9***	***10***	***11***	***50***

ПРИМЕР D_{50} = 50 нм

X	***0,5***	***0,9***	***1***	***1,1***	***5***
D, нм	***25***	***45***	***50***	***55***	***250***

X — нормализованный диаметр частицы, D/D_{50}; Y — эффективность счета, %

Рисунок В.1 — Зона допустимых значений эффективности счета для выбранного прибора

Отсечка частиц по размерам (D_{50}) зависит от применяемого прибора.

В.2 Устройство отсечки частиц по размерам

Устройства отсечки частиц по размерам удаляют частицы с размерами, меньшими заданной величины, снижая проникание частиц определенным и воспроизводимым образом. Существует множество устройств отсечки частиц по размерам с разными конфигурациями и размерами, которые обладают разными характеристиками проникания. В качестве устройства для отсечки частиц по размерам могут использоваться элементы диффузионных батарей и виртуальные импакторы.

Проникание является функцией физических свойств, конфигурации устройства и расхода воздуха. Устройства отсечки частиц по размерам должны использоваться только при значениях расходов воздуха, предусмотренных конструкцией, и должны быть установлены так, чтобы на них не накапливался электростатический заряд. Накопление заряда может быть сведено к минимуму за счет заземления. Устройство для отсечки частиц по размерам, как правило, устанавливается перед входом счетчика частиц.

Требования к устройствам отсечки частиц по размерам приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Технические характеристики устройств отсечки частиц по размерам

Наименование	Значение
Неопределенность оценки	(50 ± 10) % удаления частиц с заданными размерами
Периодичность калибровки	Зависит от вида устройства и составляет обычно 12 мес
Расход воздуха	Расход воздуха через устройство отсечки частиц по размерам должен быть постоянным, ±10 %, и быть равным или большим, чем у счетчика частиц

В.3 Распределение наночастиц по размерам

Анализатор дифференциальной подвижности (АДП) и счетчик ядер конденсации (CPC) могут использоваться совместно для получения распределения частиц по размерам, образуя систему (САДП). АДП классифицирует заряженные аэрозольные частицы по размерам, пропуская одновременно частицы с размерами в заданном узком диапазоне. После этого ведется счет частиц счетчиком ядер конденсации. Для чистых помещений, учитывая то, что АДП работает по принципу сканирования, и эффективность сообщения заряда частицам ограничена, требуется постоянный источник частиц и достаточное время для построения достоверного и значимого распределения наночастиц по размерам. САДП не предназначена мониторинга (текущего контроля) чистоты воздуха в чистых помещениях. Но она может использоваться для получения распределения наночастиц по размерам в целях диагностики, если концентрация частиц является достаточно высокой и постоянной, а время отбора достаточно продолжительным.

Библиография

[1] ISO 14644-1 Cleanrooms and associated controlled environments — Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration

[2] ISO 14644-2 Cleanrooms and associated controlled environments — Part 2: Monitoring to provide evidence of cleanroom performance related to air cleanliness by particle concentration

[3] ISO 14644-3 Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3: Test methods

[4] ISO 15900 Determination of particle size distribution — Differential electrical mobility analysis for aerosol particles

[5] ISO 21501-4 Determination of particle size distribution — Single particle light interaction methods — Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces

[6] ISO/TS 80004-2 Nanotechnologies — Vocabulary — Part 2: Nano-objects

[7] ISO 27891 Aerosol particle number concentration — Calibration of condensation particle counters

[8] ISO/TS 80004-1 Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms

[9] Ensor D.S., Dixon A.M. Aerosol Measurements in Cleanrooms. In: Aerosol Measurements, (Kulkarni P., ed.). Van Nostrand Reinhold, New York, 2011

[10] IEST-G-CC1002 Determination of the Concentration of Airborne Ultrafine Particles. IEST, Schaumburg, IL, 1996

[11] Ensor D.S., Foarde K.K. The Behavior of Particles in Cleanrooms. In: Environmental Monitoring, (Dixon A.M., Informa Healthcare U.S.A., eds.). New York, 2006, pp. 1—22

[12] Hinds W.C. Aerosol Technology. John Wiley and Sons, New York, 1982

[13] Sem G.J. Ultrafine (< 0.1 μm Diameter) Particles. In: Particle control for Semiconductor Manufacturing, (Donovan R.P., ed.). Marcel Dekker, Inc, New York, 1990, pp. 79—103

[14] Wen H.Y., Kasper G. On the Kinetics of Particle Reentrainment for Surfaces. J. Aerosol Sci. 1989, 20 pp. 483—498

[15] Ensor D.S., Donovan R.P., Locke B.R. Particle Size Distributions in Clean Rooms. J. IEST. 1987, 30 (6) pp. 44—49

[16] Ensor D.S., Viner A.S., Johnson E.W., Donovan R.P., Keady P.B., Weyrauch K.J.. Measurement of Ultrafine Aerosol Particle Size Distributions at Low Concentrations by Parallel Arrays of a Diffusion Battery and a Condensation Nucleus Counter in Series. J. Aerosol Sci. 1989, 20 pp. 471—475

[17] Ahonen L.R. Kangasluoma, J. Lammi, J. Lehtipalo, K. Hämeri, K. Petäjä, T.& Kulmala M. First measurements of the number size distribution of 1-2 nm aerosol particles released from manufacturing processes in a cleanroom environment. Aerosol Sci. & Tech. 2017, 51 pp. 685—693| DOI: 10.1080/02786826.2017.1292347

[18] ISO/TR 18401 Nanotechnologies — Plain language explanation of selected terms from the ISO/IEC 80004 series

УДК 620.3:006.354

ОКС 13.040.35
19.020
07.030

Ключевые слова: чистые помещения, контролируемые среды, наночастица, нанодиапазон, классификация чистоты, счетчик частиц

БЗ 9—2020

Редактор *Е.В. Яковлева*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 27.07.2020. Подписано в печать 31.07.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,50.
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

gost.e-ecolog.ru