ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14644-8— 2014

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ СРЕДЫ

Часть 8

Классификация чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений

ISO 14644-8:2013
Cleanrooms and associated controlled environments — Part 8: Classification of air cleanliness by chemical concentration (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Общероссийской общественной организацией «Ассоциация инженеров по контролю микрозагрязнений» (АСИНКОМ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4 при участии Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем (АО «НИЦ КД»)

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 14 октября 2014 г. №1406-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14644-8:2013 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 8. Классификация чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений» (ISO 14644-8:2013 «Cleanrooms and associated controlled environments — Part 8: Classification of air cleanliness by chemical concentration»).

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 14644-8–2008

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 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.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

Введение

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды обеспечивают контроль загрязнения воздуха аэрозольными частицами в целях поддержания допустимого уровня загрязнений в чувствительных к ним процессах. Продукты и процессы, требующие защиты от загрязнений, применяются в космической, электронной, фармацевтической, медицинской, пищевой и других отраслях промышленности.

В ряде случаев продукция или процесс может быть чувствительны (вплоть до разрушения) к содержащимся в воздухе химическим загрязнениям, источником которых могут быть наружный воздух, сам процесс и прочие факторы.

Настоящий стандарт рассматривает химические загрязнения в воздухе. В формировании химических загрязнений можно выделить три этапа. Первый этап – это выделение загрязнений внешними источниками, такими как сам процесс (утечки), строительные материалы или персонал. Второй этап – перенос химических загрязнений. Третий этап – оседание загрязнений на чувствительную поверхность, когда можно количественно определить загрязнение поверхности химическими веществами.

На уровень химических загрязнений также влияют исходные материалы и поверхности, на которые оседают эти загрязнения.

Настоящий стандарт устанавливает классификацию ИСО чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений (ACC) для чистых помещений и связанных с ними контролируемых средах, в которых этот вид загрязнений может представлять опасность для процесса или продукта.

Для целей классификации настоящий стандарт устанавливает пределы загрязнений химическими веществами с учетом их состава и методы испытаний с учетом фактора времени.

Стандарт содержит справочные приложения, относящиеся к:

- характеристике загрязнений (приложение А);
- описанию типичных загрязнений (приложение В);
- типовым методам испытаний (приложение С);
- специальным требованиям, относящимся к изолирующим устройствам (приложение D).

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов ИСО 14644 по чистым помещениям и контролю загрязнений. При проектировании чистых помещений, выборе оборудования, эксплуатации и контроле параметров чистых помещений следует учитывать и другие факторы, кроме химических загрязнений.

Международный стандарт ИСО 14644-8 подготовлен Техническим комитетом ИСО/ТК 209 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды».

Комплекс международных стандартов ИСО 14644 состоит из следующих частей:

- часть 1. Классификация чистоты воздуха;
- часть 2. Требования к контролю и мониторингу для подтверждения постоянного соответствия ИСО 14644-1;
- часть 3. Методы испытаний;
- часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию;
- часть 5. Эксплуатация;
- часть 6. Термины;
- часть 7. Изолирующие устройства (укрытия с чистым воздухом, боксы перчаточные, изоляторы и мини-окружения);
- часть 8. Классификация чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений;
- часть 9. Классификация чистоты поверхностей по концентрации частиц;
- часть 10. Классификация чистоты поверхностей по концентрации химических загрязнений.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды
Часть 8
Классификация чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений

Cleanrooms and associated controlled environments. Part 8.
Classification of air cleanliness by chemical concentration

Дата введения — 2015—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает классификацию чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений (ACC) для чистых помещений и связанных с ними контролируемых сред с учетом их химического состава, методов испытаний и анализа с учетом фактора времени.

Стандарт рассматривает концентрации химических загрязнений в воздухе в пределах от 10^{0} до 10^{-12} г/м^3.

Стандарт не предназначен для применения в случаях, когда химические загрязнения в воздухе не представляют опасности для продукции или процесса.

Настоящий стандарт не содержит описание природы химических загрязнений и не устанавливает классификацию чистоты поверхностей по концентрации химических загрязнений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 14644-6 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Термины и определения (ISO 14644-6 Cleanrooms and associated controlled environments — Part 6: Vocabulary).

Для датированных ссылок применяют только версию, приведенную в тексте. Для недатированных ссылок необходимо использовать последнее издание документа (включая любые поправки).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Общие термины

3.1.1 **химические загрязнения** (chemical contamination): Вещества (не частицы), которые могут оказать отрицательное влияние на продукт, процесс или оборудование.

3.1.2 **чистота воздуха по концентрации химических загрязнений**; ACC (air cleanliness by chemical concentration; ACC): Уровень, выраженный как ИСО класс N, равный максимально допустимой концентрации данного химического загрязнения или группы загрязнений, выраженной в граммах на кубический метр (г/м^3).

Примечание – Это определение не включает макромолекулы биологического происхождения, рассматриваемые как частицы.

3.1.3 **химические загрязнения воздуха** (air chemical contamination): Любое вещество в воздухе, которое может химическим путем негативно воздействовать на продукт, процесс или оборудование.

3.1.4 **чистота поверхности по концентрации химических загрязнений;** SCC (surface cleanliness by chemical concentration, SCC): Чистота поверхности, характеризуемая концентрацией химических загрязнений на ней.

3.1.5 **химическое загрязнение поверхности** (surface chemical contamination): Любое вещество на поверхности, которое может химическим путем негативно воздействовать на продукт, процесс или оборудование.

3.1.6 **вид загрязнения** (contaminant category): Общее наименование группы загрязнений, которые оказывают специфическое или отрицательное воздействие при оседании их на поверхность.

3.1.7 **выделение** (outgassing): Выделение материалом газов или паров.

3.1.8 **класс чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений** (air cleanliness by chemical concentration class): Классификационное число, соответствующее максимально допустимой концентрации химического загрязнения или группы загрязнений в г/м^3.

Примечания

1 Максимально допустимые концентрации определяют по таблице 1 или вычисляют по формуле для N, приведенной в 4.2.

2 Классификация согласно настоящему стандарту ограничена диапазоном от 0 (класс с наименьшим допустимым уровнем чистоты) до –12 (класс с самым высоким установленным уровнем чистоты).

3 АСС-класс имеет силу только вместе со специальным АСС-обозначением, которое указывает, относительно какого химического загрязнения или группы загрязнений данный АСС-класс определен.

4 Отрицательный знак перед числом класса чистоты воздуха по концентрации химических загрязнений (от –1 до –12) обозначает интегральную часть АСС-класса N и должен быть указан всегда. Обозначение АСС-класса N без отрицательного знака перед ним не допускается (за исключением класса 0).

5 Промежуточные классы ИСО могут быть заданы с минимальным допустимым приращением 0,1.

3.2 Виды загрязнений

3.2.1 **кислота** (acid): Вещество, которое при химической реакции образует новое соединение, выступая акцептором электронных пар.

3.2.2 **основание** (base): Вещество, которое при химической реакции образует новое соединение, выступая донором электронных пар.

3.2.3 **биотоксин** (biotoxic): Загрязняющее вещество, которое оказывает неблагоприятное воздействие на развитие и жизнедеятельность организмов, микроорганизмов, тканей или отдельных клеток.

3.2.4 **конденсирующееся загрязнение** (condensable): Вещество, которое может оседать на поверхности в чистом помещении в эксплуатируемом состоянии путем конденсации.

3.2.5 **коррозионно-опасное загрязнение** (corrosive): Вещество, оказывающее разрушающее химическое воздействие на поверхность.

3.2.6 **примесь** (dopant): Вещество, которое после осаждения и/или диффузии проникает в материал продукта и способно изменить свойства материала, даже если оно присутствует в виде следов (в малых количествах).

3.2.7 **органическое загрязнение** (organic): Вид загрязнения на основе углеродсодержащих соединений.

3.2.8 **окислитель** (oxidant): Вещество, которое после осаждения на поверхность или продукт приводит к образованию оксидов или участвует в реакции окисления.

4 Классификация

4.1 Общие положения

Для целей классификации молекулярных загрязнений используется обозначение по 4.2. Данное обозначение включает в себя аббревиатуру «ИСО-АСС» и задает максимально допустимую концентрацию химических загрязнений в воздухе для данного вида загрязнений, отдельного вещества или группы веществ.

4.2 Обозначение при классификации молекулярных загрязнений (ИСО-АМС)

АСС-класс имеет силу только в сочетании со специальным АСС-обозначением, которое указывает, относительно какого химического загрязнения или группы загрязнений данный АСС-класс определен. Обозначение дается в следующей форме:

Класс ИСО-АСС ***N (X)***,

где *X* – химическое загрязнение или группа загрязнений, к которым относятся по крайней мере:

- кислоты (ac);
- основания (ba);
- биотоксины (bt);
- конденсирующиеся загрязнения (cd);
- коррозионно-опасные загрязнения(cr),
- примеси (dp);
- органические загрязнения (or);
- оксиды (ox);
- загрязнение несколькими веществами или отдельным веществом.

N – класс ИСО-АСС, представляющий собой десятичный логарифм концентрации загрязнения c_X, г/м^3, и находящийся в пределах от 0 до –12.

$N = \log_{10}[c_X]$

Промежуточные классы могут быть заданы с шагом 0,1.

Примеры

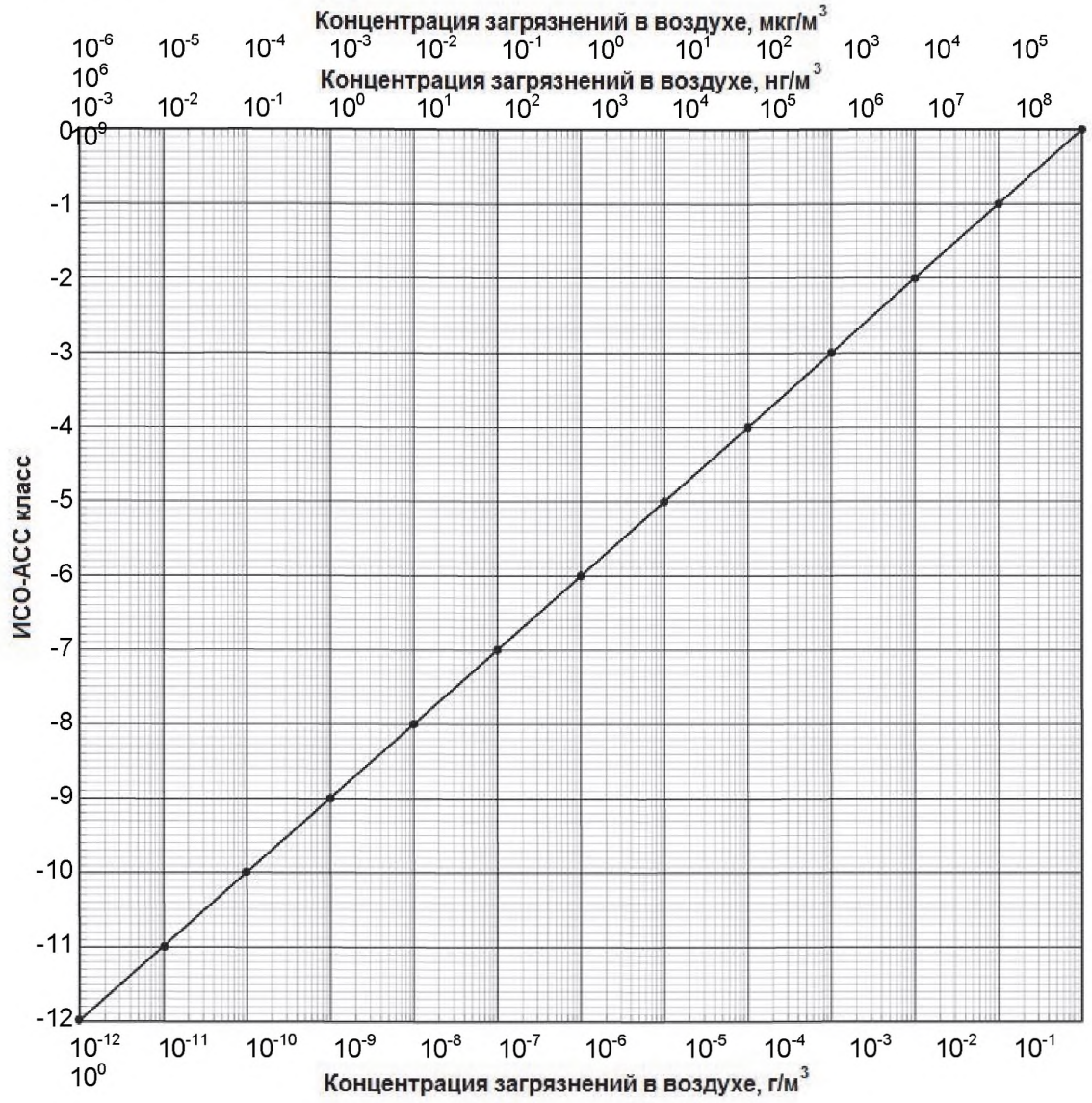
1 Для образца N-метилпирролидона (NMP) измеренное значение его концентрации (загрязнение) составило $8 \cdot 10^{-7}$ г/м^3 < 10^{-6}. Концентрация соответствует пределу класса –6, который составляет 10^{-6} г/м^3. Данному случаю соответствует обозначение «ИСО-АСС класс –6 (NMP)».

2 Для образца органического соединения измеренное значение составило $6 \cdot 10^{-5}$ г/м^3 по общему органическому углероду (TOC). Оно соответствует классу –4 с пределом класса 10^{-4} г/м^3. Обозначение: «ИСО-АСС класс –4 (TOC)».

Зависимость классов ИСО-АСС от концентрации загрязнений приведена в таблице 1 и на рисунке 1.

Т а б л и ц а 1 – Классификация по ИСО-АСС

ИСО-АСС класс	Концентрация загрязнений	Концентрация загрязнений	Концентрация загрязнений
	г/м^3	мкг/м^3	нг/м^3
0	10^0	10^6 (1 000 000)	10^9 (1 000 000 000)
–1	10^{-1}	10^5 (100 000)	10^8 (100 000 000)
–2	10^{-2}	10^4 (10 000)	10^7 (10 000 000)
–3	10^{-3}	10^3 (1 000)	10^6 (1 000 000)
–4	10^{-4}	10^2 (100)	10^5 (100 000)
–5	10^{-5}	10^1 (10)	10^4 (10 000)
–6	10^{-6}	10^0 (1)	10^3 (1 000)
–7	10^{-7}	10^{-1} (0,1)	10^2 (100)
–8	10^{-8}	10^{-2} (0,01)	101 (10)
–9	10^{-9}	10^{-3} (0,001)	100 (1)
–10	10^{-10}	10^{-4} (0,000 1)	10^{-1} (0,1)
–11	10^{-11}	10^{-5} (0,000 01)	10^{-2} (0,01)
–12	10^{-12}	10^{-6} (0,000 001)	10^{-3} (0, 001)



X1 – концентрация (нг/м^3), *X2* – концентрация (г/м^3), *Y* – класс ИСО-АСС.

Рисунок 1 – Классы ИСО-АСС в зависимости от концентрации загрязнений

5 Подтверждение соответствия

5.1 Общие положения

Соответствие заданному ИСО-АСС классу подтверждается по методике испытаний, согласованной заказчиком и исполнителем с оформлением протокола испытаний, в котором указываются условия их проведения.

5.2 Испытания

Примеры методов испытаний приведены в приложении С. Данные примеры не являются исчерпывающими. По соглашению между заказчиком и исполнителем могут быть применены другие методы испытаний, имеющие сопоставимую точность.

Примечание 1 — Испытания, выполненные по разным методикам, могут дать различные результаты.

Испытания, проводимые с целью подтверждения соответствия, должны выполняться по предназначенным для этого методикам с помощью калиброванного (поверенного) оборудования.

Точки отбора проб определяются по соглашению между заказчиком и исполнителем.

Рекомендуется проводить повторные отборы проб.

Примечание 2 – При измерениях не всегда удается исключить влияние загрязнений частицами.

Примечание 3 – Для анализа следов загрязнений с помощью мазков в анализируемую выборку образцов следует включить чистый образец, приготовленный и проверенный так же, как и другие образцы из серии, для оценки загрязнений от процесса (отбор проб воздуха в данном случае не рассматривается).

Продолжительность испытаний должна быть согласована между заказчиком и исполнителем (А.4.3).

5.3 Протокол испытаний

Результаты испытаний для каждого чистого помещения или контролируемой среды следует оформлять в виде протокола, в котором дается заключение о соответствии или несоответствии помещения или среды заданному ИСО-АСС классу.

В протокол испытаний следует включать:

a) фамилию и инициалы лица, проводившего испытания, наименование и адрес организации, проводившей испытания, дату испытаний, время и продолжительность отбора проб;

b) номер и год публикации данной части ИСО 14644, например ИСО 14644-8: XXXX;

c) место расположения испытуемого чистого помещения или контролируемой среды, включая данные о прилегающих зонах (если необходимо) и данные о местах расположения всех точек отбора проб;

d) заданные показатели для чистого помещения или контролируемой среды, включая их состояние, ИСО-АСС класс, наименование методики испытаний и, где требуется, данные о загрязнениях, группах загрязнений, видах загрязнений, продолжительности испытаний и класса чистого помещения (по частицам);

e) подробную методику испытаний, условия проведения испытаний, данные об используемых приборах и их калибровке (поверке);

f) результаты испытаний, включая данные о концентрациях химических загрязнений для всех точек отбора проб.

Приложение А
(справочное)

Данные о загрязнениях

А.1 Общие положения

В настоящем приложении представлено руководство по формированию данных о химических загрязнениях в воздухе чистых помещений или контролируемых сред. Эти данные следует определять на ранних стадиях проектирования и задания требований к величине загрязнений с учетом специфики работы помещения.

А.2 Рекомендации по определению данных о загрязнениях

При определении данных, влияющих на химические загрязнения в воздухе, следует:

a) установить, оказывают ли химические загрязнения влияние на продукт или процесс (во многих областях деятельности химические загрязнения не оказывают значительного влияния);

b) установить виды загрязнений, влияющих на продукт или процесс, а также определить загрязнения или группы загрязнений в, требующие особого внимания;

c) установить предельно допустимые концентрации загрязнений для продукта или процесса и задать класс ИСО-АСС с обозначением согласно 4.2;

d) установить источники химических загрязнений и их уровни, включая:

1) наружный воздух, подаваемый в чистое помещение;

2) материалы чистого помещения, особенно те, которые соприкасаются с потоками рециркуляционного воздуха или воздуха, подаваемого системой вентиляции и кондиционирования;

3) возможные перекрестные загрязнения внутри помещения;

4) порядок эксплуатации и технического обслуживания помещения;

5) персонал, одежду для чистых помещений и вспомогательные материалы;

6) технологические среды и оборудование;

e) задать требования к проекту с целью предотвращения или уменьшения химических загрязнений (согласно перечислению d) для обеспечения необходимого класса ИСО-АСС.

А.3 Наружный воздух

А.3.1 В случаях, когда наружный воздух подается в помещение, в котором продукт или процесс находится в открытом виде, следует учитывать качество наружного воздуха и его сезонные колебания с учетом их воздействия на концентрацию загрязнений, влияющих на продукт или процесс. Следует также учитывать влияние материалов, из которых изготовлено оборудование систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

А.3.2 Анализ наружного воздуха следует проводить в течение периода времени достаточного для того, чтобы учесть его возможные изменения. Следует также учесть любую планируемую в будущем деятельность, которая может оказать влияние на качество наружного воздуха.

А.3.3 В отдельных случаях при наличии преобладающего направления ветра можно снизить влияние источников химических загрязнений за счет выбора мест забора воздуха.

А.3.4 Воздух, поступающий в здание, может включать в себя различные загрязнения, содержащиеся в выбросах самого здания, выбросах из соседний зданий, а также загрязнения от других источников, таких как фермерские хозяйства, канализационные станции, мусорные свалки, шоссе, аэропорты, железнодорожные станции, промышленные заводы и пр. Уровень этих загрязнений может значительно варьироваться в зависимости от направления и скорости ветра, времени суток, осадков, температуры, солнечного излучения и других факторов. В связи с этим важно применять непрерывный контроль, где это возможно, наиболее значимых параметров или выполнять периодический отбор проб в разные дни и время суток таким образом, чтобы можно было достоверно оценить средний или максимальный уровень.

Средние значения для большого промежутка времени полезны для определения времени жизни химических фильтров, а данные, полученные в реальном масштабе времени, позволяют оценить максимальный уровень загрязнений и определить, влияют ли данные загрязнения на наиболее чувствительный продукт.

А.4 Материалы строительных конструкций

А.4.1 Материалы строительных конструкций помещения могут выделять химические загрязнения. Примеры строительных материалов, которые рекомендуется использовать для чистых помещений, представлены в [1] (приложение Е).

А.4.2 На выделение загрязнений может оказывать влияние температура, относительная влажность и давление воздуха в помещении или контролируемой среде. Это влияние следует учесть при проектировании помещения.

А.4.3 Выделения от строительных конструкций могут во многих случаях снижаться экспоненциально и асимптотически с течением времени. Материалы с небольшой толщиной (например, покрытия) и легколетучие соединения (например, растворители), как правило, распадаются быстро, но материалы с большей толщиной (например, напольная плитка, изоляция, герметики ULPA фильтров) и вещества с высокой температурой плавления (пластификаторы, антиоксиданты, органо-фосфорные антипирены, высокомолекулярные силиконы) могут распадаться намного медленнее и уровень химических загрязнений от них может оставаться значительным на протяжении многих лет.

А.4.4 В помещениях, защищаемых от химических загрязнений в воздухе, следует оценивать химический состав всех материалов строительных конструкций с учетом назначения помещения. Результаты этого анализа могут быть сведены в таблицу.

А.5 Перекрестные загрязнения

А.5.1 Химические загрязнения могут распространяться при перемещениях между помещениями и зонами (процессами), а также за счет перепадов давления.

А.5.2 Степень влияния загрязнений следует учитывать при разработке концепции проекта.

А.5.3 В некоторых случаях можно избежать или уменьшить перекрестные загрязнения за счет применения изолирующей (барьерной) технологии, защищающей продукцию или процесс.

Примеры таких решений представлены в [1] (приложение А) и [3].

А.5.4 Значительным источником перекрестных загрязнений могут быть выбросы от оборудования или поверхностные процессы. Поддержания выбросов, например ниже установленных нормативных пределов, может быть недостаточно для защиты поступающего воздуха, особенно в безветренный день, для процессов, чувствительных к уровню химических загрязнений воздуха существенно ниже, чем установлено нормами. В то же время некоторые не подлежащие контролю соединения могут крайне отрицательно влиять на чувствительный процесс.

А.6 Эксплуатация и техническое обслуживание

Химические загрязнения, образуемые при эксплуатации и техническом обслуживании, могут быть предотвращены или снижены за счет организационных мер по [2]. К таким мерам относятся:

- применение при работе масок для лица или вентилируемых (снабженных фильтрами) шлемов;
- химический анализ одежды, перчаток и упаковочных материалов;
- химический анализ моющих жидкостей и других материалов для уборки;
- химический анализ упаковочных материалов, учитывая такие операции, как удаление газов от термической сварки упаковочных мешков;
- порядок работы, сводящий к минимуму выделение химических загрязнений от передвижного оборудования или материалов для временного пользования;
- использование временных изолирующих барьеров на период технического обслуживания или ремонта оборудования;
- методы работы, сводящие к минимуму химические загрязнения;

Для зон, наиболее чувствительных к воздействию химических загрязнений, требуется поддержание положительного перепада давления или строго контролируемых потоков воздуха. Следует обеспечить отрицательный перепад давления относительно чистого помещения во всех линиях вбросов для предотвращения проникания химических загрязнений из более загрязненной зоны (например, камерах статического давления, каналах, вентиляционных отверстиях, полых стенах, тоннелях и трубопроводах).

А.7 Персонал

Химические загрязнения, обусловленные персоналом, могут быть исключены или уменьшены за счет ограничения (запрещения):

- использования косметики, дезодорантов, лосьонов для рук, парфюмированного мыла и средств для волос;
- курения;
- доступа лиц, проходящих определенный курс лечения;
- употребления продуктов питания и лекарственных средств

и контроля за:

- порядком входа и выхода;
- использованием моющих и дезинфицирующих материалов.

Данный перечень не является исчерпывающим.

Примечание – Степень контроля зависит от защищаемого процесса. Меры защиты указаны в [2].

А.8 Другие источники

К другим источникам загрязнений относятся:

- расходные материалы;

- оборудование;
- химические вещества;
- побочные продукты реакции, особенно от реакций травления или химического осаждения из паровой фазы (реакция CVD);
- нагреватели, изоляция, компьютеры, дисплеи, принтеры, электроника;
- утечки химических веществ, охлаждающих жидкостей, отходы, испарения канализационных стоков, антистатическая обработка.

А.9 Подготовка воздуха с целью уменьшения химических загрязнений

Для контроля или уменьшения отдельных видов химических загрязнений можно использовать процессы:

- сорбции определенными материалами (активированный уголь, обработанный активированный уголь, ионообменная смола, цеолиты и пр.);
- фотоэлектронной ионизации и электростатического удаления ионов;
- каталитического фотоокисления;
- обработки воздуха с применением воды и/или химических веществ с применением сруббероов и др.

Приложение В
(справочное)

Типичные загрязнения

В.1 Общие положения

Химические загрязнения в воздухе имеют сложную природу. Многие соединения имеют разнообразные химические свойства и для их описания следует учитывать влияние на продукт химической реакции, в которую они вступают. В таблице В.1 приведены типичные примеры химических загрязнений, которые могут влиять на продукт или процесс. Пользователям следует определить специфичные загрязняющие вещества для каждого конкретного случая.

Таблица В.1 дает только общее представление и не является исчерпывающей.

Т а б л и ц а В.1 — Типичные примеры химических загрязнений

CAS №	Вещество	Химическая формула	Вид загрязнения[a]									
			ac	ba	or	bt	cd			cr	dp	ox
							H	M	L			
7664-41-7	Аммиак	NH_3		x		x		x		x		
141-43-5	2-Аминоэтанол	$H_2NCH_2CH_2OH$		x	x				x	x		
35320-23-1	2-Аминопропанол	$CH_3(NH_2)CHCH_2OH$		x	x			x				
7782-50-5	Хлор	Cl_2				x				x		x
128-37-0	2,6-Ди-трет-бутил-п-крезол (БГТ)	$CH_3C_6H_2(t\text{-}C_4H_9)_2OH$			x	x		x				
85-68-7	Бутилбензилфталат	$H_9C_4OCOC_6H_4COOCH_2C_6H_5$			x		x					
7637-07-2	Трифторид бора	BF_3	x						x	x	x	
1303-86-2	Оксид бора	B_2O_3				x					x	
108-91-8	Циклогексиламин	$C_6H_{11}NH_2$		x	x			x				
-	Циклополидиметилсилоксаны	$(\text{-}Si(CH_3)_2O\text{-})_n$			x		x	x				
106-46-7	п-Дихлорбензол	ClC_6H_4Cl			x	x		x				
100-37-8	2-Диэтиламиноэтанол	$(C_2H_5)_2NCH_2CH_2OH$		x	x			x				
117-84-0	Диоктилфталат	$C_6H_4(C{=}OOC_8H_{17})_2$			x		x					

Продолжение таблицы В.1

CAS №	Вещество	Химическая формула	Вид загрязнения[a]									
			ac	ba	or	bt	cd			cr	dp	ox
							H	M	L			
84-66-2	Диэтилфталат	$C_6H_4(C{=}OOC_2H_5)_2$			x		x					
84-74-2	Дибутилфталат	$C_6H_4(C{=}OOC_4H_9)_2$			x		x					
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	$C_6H_4(C{=}OOCH_2CHC_2H_5C_4H_9)_2$			x		x					
84-61-7	Дициклогексил-фталат	$C_6H_4(C{=}OOC_6H_{11})_2$			x		x					
103-23-1	Ди(2-этилгексил)адипат	$C_4H_8(C{=}OOCH_2CHC_2H_5C_4H_9)_2$			x		x					
84-76-4	Динонилфталат	$C_6H_4(C{=}OOC_9H_{19})_2$			x		x					
84-77-5	Дидецилфталат	$C_6H_4(C{=}OOC_{10}H_{21})_2$			x		x					
541-02-6	Декаметилцикло-пентасилоксан	$(\text{-}Si(CH_3)_2O\text{-})_5$			x		x					
540-97-6	Додекаметилцикло-гекса-силоксан	$(\text{-}Si(CH_3)_2O\text{-})_6$			x		x					
104-76-7	2-Этилгексанол	$CH_3(CH_2)_3C_2H_5CHCH_2OH$			x			x				
75-21-8	Этиленоксид	C_2H_4O				x			x			
50-00-0	Формальдегид	HCHO			x	x			x			
142-82-5	Гептан	C_7H_{16}			x				x			
66-25-1	Гексаналь (альдегид капроновый)	$C_6H_{12}OH$			x	x			x			
7647-01-0	Соляная кислота	HCl	x			x			x	x		
766-39-3	Фтороводородная кислота	HF	x			x			x	x		
10035-10-6	Бромоводородная кислота	HBr	x			x			x	x		

Продолжение таблицы В.1

CAS №	Вещество	Химическая формула	Вид загрязнения[a]									
			ac	ba	or	bt	cd			cr	dp	ox
							H	M	L			
7783-06-4	Сероводород	H_2S	x			x			x	x		
999-97-3	Гексаметилдисилазан	$(CH_3)_3SiNHSi(CH_3)_3$		x	x			x				
541-05-9	Гексаметилциклотрисилоксан	$(-Si(CH_3)_2O-)_3$			x			x				
67-63-0	Изопропиловый спирт	$(CH_3)_2CHOH$			x	x			x			
10102-43-9	Оксид азота	NO	x			x			x	x		
10102-44-0	Диоксид азота	NO_2	x			x			x	x		
872-50-4	N-Метилпирролидон	$-(NCH_3)(C=O)(CH_2)_3-$		X	x			x				
644-31-5	Озон	O_3				x				x		x
556-67-2	Октаметилциклотетрасилоксан	$(-Si(CH_3)_2O-)_4$			x			x				
7803-51-2	Фосфин	PH_3				x			x		x	
7446-09-5	Диоксид серы	SO_2	x			x			x	x		
75-50-3	Триметиламин	$(CH_3)_3N$		X	x					x		
121-44-8	Триэтиламин	$(C_2H_5)_3N$		X	x				x	x		
45-40-0	Триэтилфосфат	$(C_2H_5O)_3P=O$			x		x				x	
6145-73-9	Трис(2-хлор-1-пропил)фосфат	$(CH_3ClCHCH_2O)_3P=O$			x			x		x	x	
13674-73-9	Трис(1-хлор-2-пропил)фосфат	$((CH_3)(ClCH_2)CH-O-)_3P=O$			x			x		x	x	
78-30-8	Три-о-крезилфосфат	$(CH_3C_6H_4O)_3P=O$			x		x				x	

Продолжение таблицы В.1

CAS №	Вещество	Химическая формула	Вид загрязнения[a]									
			ac	ba	or	bt	cd			cr	dp	ox
							H	M	L			
126-73-8	Три(n-бутил)фосфат	$(C_4H_9O)_3P=O$			x		x				x	
306-52-5	2, 2, 2-трихлорэтилфосфат	$Cl_3CCH_2O(OH)_2P=O$			x		x				x	
115-96-8	Трис(2-хлорэтил)фосфат	$(ClC_2H_4O)_3P=O$			x		x			x	x	
75-59-2	Тетраметиламмоний гидроксид	$(CH_3)_4N^+OH^-$		X	x		x					
95-47-6	о-Ксилол	$(CH_3)_2C_6H_4$			x	x		x				
57-13-6	Мочевина	$C=O(NH_2)_2$		X								
	Фталаты	$R_1OCOC_6H_4COOR_2$			x		x					
	Фосфаты	$(RO)_3P=O$			x		x				x	
	Силоксаны, линейные и циклические				x		x	x	x			
	Кремнийсодержащие соединения, органические и неорганические				x		x	x	x			
	Серосодержащие соединения		x		x	x	x	x	x	x		
	Циклосилоксаны	$(-Si(CH_3)_2O-)_n$			x		x					

Окончание таблицы В.1.

CAS №	Вещество	Химическая формула	Вид загрязнения[a]									
			ac	ba	or	bt	cd			cr	dp	ox
							H	M	L			
	Производные углеводородов	$C_mH_nO_pX_y$ (где X – любой другой элемент)			x		x	x	x			
	Производные неметановых углеводородов	$C_mH_nO_pX_y$, кроме CH_4 (где X – любой другой элемент)			x		x	x	x			
	Производные ненасыщенных углеводородов	$C_mH_nO_pX_y$ (где X – любой другой элемент, $n \leq 2m$ и C=O)			x		x	x	x			

[a] ac – кислота; ba – основание; or – органическое загрязнение; bt – биотоксин; cd – конденсирующееся загрязнение; cr – коррозионно-опасное загрязнение; dp – примесь; ox – окислитель.

В таблице использованы обозначения:

H – Вещества с высокой температурой кипения, температура кипения $T_b > 200$ °C;

M – Вещества со средней температурой кипения 100 °C $\leq T_b \leq$ 200 °C;

L – Вещества с низкой температурой кипения, температура кипения $T_b < 100$ °C.

Приложение С
(справочное)

Типовые методы испытаний

С.1 Общие положения

С.1.1 Данное приложение содержит руководство по методам испытаний и анализа химических загрязнений с учетом их ожидаемых концентраций.

С.1.2 Перечень приборов для проведения испытаний, приведенный в таблице С.1, не является исчерпывающим и содержит примеры, отражающие современное состояние техники.

С.2 Принципы построения методов испытаний

С.2.1 Методы могут быть разделены на две группы:

- методы прямого анализа, включая контроль на линии и непрерывный контроль;
- методы, в которых место проведения анализа удалено от точек отбора проб.

С.2.2 Прямой анализ позволяет относительно быстро получить результаты испытаний. Устройства отбора проб могут показывать значения, относящиеся ко всему периоду испытаний.

С.2.3 Устройства отбора проб могут быть пассивными и активными (имеющими насос).

С.2.4 Пассивные диффузионные устройства отбора проб (DIFF) имеют специально подготовленную поверхность, которая избирательно удерживает молекулы одного или более видов газов. Данный метод требует длительного времени отбора проб при низких концентрациях химических загрязнений в воздухе.

С.2.5 В активных устройствах отбора проб предусматривают принудительную подачу определенного объема пробы через адсорбирующую среду. Данный метод позволяет оценивать уровень химических загрязнений при их низкой концентрации в течение короткого периода времени. Устройства активного отбора проб могут быть сложными, требующими соблюдения правил работы с ними.

С.2.6.Типовыми методами отбора проб могут быть:

- сорбционные трубки (SOR), в состав которых входит стальная или стеклянная трубка с требуемым адсорбентом, например Тенаксом[1)], активированным древесным углем, силикагелем и пр.;
- удерживающие фильтры со специальным покрытием, химический состав которого позволяет избирательно адсорбировать загрязнения определенного вида;
- импинджер (IMP), содержащий один или несколько последовательно расположенных и продуваемых газом сосудов, которые наполнены деионизованной водой или соответствующим жидким реагентом;
- пакет для отбора проб (SB), применяемый при высоких уровнях загрязнения воздуха химическими веществами, когда отбор проб может выполняться контрольным прибором. Для точного анализа при отборе проб в такой пакет (SB) должны быть учтены следующие факторы: стабильность пробы внутри пакета по отношению к диффузии анализируемого загрязнения в материал или из материала пакета, адсорбции анализируемого загрязнения поверхностью пакета, реакциям между анализируемыми загрязнениями, а также загрязнение образца остатками предыдущих проб. Данный метод не применяют для соединений с высокой температурой кипения, которые адсорбируются на поверхности полимерных пакетов.
- пробоотборная емкость (контейнер) или цилиндр. Для отбора пробы применяют вакуумированную емкость с клапаном, который открывают непосредственно в точке отбора пробы. В этом случае насос не требуется. Для линий сжатого воздуха применяют пробоотборные цилиндры с клапанами на концах. Пробоотборные цилиндры после продувки герметизируют при атмосферном или более высоком, если требуется, давлении. Поверхность пробоотборных сосудов должна быть инертна, чтобы избежать потери анализируемых загрязнений во время между отбором пробы и ее анализом.

С.3 Выбор устройств для отбора проб и методов анализа

С.3.1 Типовые средства отбора проб

К типовым средствам отбора проб относятся:

- пассивные диффузионные устройства отбора проб (DIFF);
- удерживающие фильтры (FC);
- импинджеры (IMP), установленные последовательно и заполненные соответствующим растворителем, высокоочищенной водой или другими улавливающими жидкостями, которые также могут содержать реагенты;
- пакеты для отбора проб (SB), емкости/контейнеры (CAN) для направленного отбора проб воздуха;

[1)] Тенакс (Tenax) является примером адсорбента, имеющегося на рынке. Данная информация носит лишь справочный характер и не служит целям рекламы данного вещества.

- сорбционные трубки (SOR);
- контрольные пластины (WW);
- устройства экстракции со сканированием капель (DSE);
- диффузионные трубки (DT).

Данный перечень не является исчерпывающим.

С.3.2 Типовые методы анализа

С.3.2.1 Методы анализа, проводимого вне оборудования

К типовым методам анализа относятся:

- атомная абсорбционная спектроскопия (AA-S);
- атомная абсорбционная спектроскопия с графитовой печью (AA-GF);
- атомная эмиссионная спектроскопия (AES), или, более широко, оптическая эмиссионная спектрометрия (OES);
- разложение паровой фазы, рентгенофлуоресцентная спектроскопия с полным внешним отражением (TXRF);
- разложение паровой фазы, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS);
- экстракция со сканированием капель, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS);
- определение приращения массы (MGD) с помощью резонаторов, включая кварцевые микровесы (QCM), датчик на поверхностных акустических волнах (SAW) и подобные устройства;
- хемолюминесценция (CL);
- капиллярный зональный электрофорез (CZE);
- газовая хроматография с детектором ионизации в пламени (GC-FID);
- газовая хроматомасс-спектроскопия (GC-MS);
- ионная хроматография (IC);
- масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS);
- инфракрасная (ИК) спектроскопия (IR);
- масс-спектроскопия (MS);
- ультрафиолетовая (УФ) спектроскопия (UVS);
- инфракрасная (ИК) Фурье-спектроскопия (FTIR);
- рентгенофлуоресцентная спектроскопия с полным внешним отражением (TXRF);
- рентгенофлуоресцентная спектроскопия с полным внешним отражением с разложением парами плавиковой кислоты (VPD-TXRF);
- времяпролетная масс-спектрометрия вторичных ионов (TOF-SIMS);
- масс-спектроскопия с ионизацией при атмосферном давлении (API-MS).

Данный перечень не является исчерпывающим.

С.3.2.2 Методы анализа, проводимого непосредственно в оборудовании

К типовым методам анализа относятся:

- колориметрическое детектирование анализатором рулонного типа с помощью бумаги, пропитанной химическим составом (CPR);
- спектроскопия подвижности ионов (IMS);
- детектор приращения массы (MGD) (конденсируемых органических веществ) с использованием различных типов пьезоэлектрических резонаторов;
- портативные газовые хроматографы (PGC);
- электрохимические сенсоры (ECS);
- системы мониторинга на основе ионной хроматографии (ICS);
- системы мониторинга на основе хемолюминисценции (CLS);
- датчик ионов фтора (FIM);
- датчик на поверхностных акустических волнах (SAW);
- кварцевые микровесы (QCM);
- внутрирезонаторная лазерная спектроскопия (CRDS).

Данный перечень не является исчерпывающим.

Пользователь должен установить пределы обнаружения загрязнений и обеспечивать их. Повторяемость результатов должна быть в интервале от 75 % до 125 %.

В таблице С.1 приведены рекомендации по выбору указанных выше методов измерений.

Примечание – Выбор метода анализа для данной концентрации загрязнений зависит от скорости и продолжительности отбора пробы.

Таблица С.1 – Рекомендации по выбору методов анализа в зависимости от предполагаемых концентраций химических загрязнений в воздухе

Таблица С.1

ИСО - АСС класс N 10^n г/м^3	Виды загрязнений						
	Кислота	Основание	Органическое загрязнение	Биотоксин	Конденсирующееся загрязнение	Коррозионноопасное загрязнение	Примесь
0	IMP, IC, UVS, DIFF, ECS	IMP, IC, UVS, DIFF, ECS	DIFF, SOR, SB, GC-FID, GC-MS, IR	IMP, IC, UVS, SB, DIFF, SOR, GC-FID, GC-MS, IR, CPR, ECS	SOR, GC-FID, GC-MS, IR	IMP, IC, UVS, DIFF, SOR, GC-FID, GC-MS, IR, ECS	SOR, GC-FID, GC-MS, IR, IMP, IC, ICP-MS, GF-AAS, UVS
-1							
-2							
-3							
-4	IMP, IC, UVS, CLS, IR, CPR, DIFF	IMP, IC, UVS, CLS, IR, CPR, DIFF		IMP, IC, UVS, CLS, IR, CPR, DIFF		IMP, IC, UVS, CLS, IR, CPR, DIFF	
-5							
-6	IMP, IC, UVS, IR, CLS, CPR, DIFF	IMP, IC, UVS, IR, CLS, CPR, DIFF	SOR, GC-FID, GC-MS, IMS	IMP, IC, UVS, IR, CLS, CPR, DIFF, SOR, GC-MS, ICP-MS	SOR, GC-FID, GC-MS, MGD	IMP, IC, UVS, IR, CLS, CPR, DIFF, SOR, GC-FID, GC-MS	IC, SOR, GC-MS, IMP-ICP-MS
-7							
-8	IMP, IC	IMP, IC, IMS		IMP, IC, SOR, GC-MS, ICP-MS		IMP, IC, SOR, GC-MS	
-9	IMP, IC, CZE, IMS		SOR, GC-MS	IMP, IC, CZE, IMS, SOR, GC-MS, ICP-MS	SOR, GC-MS	IMP, IC, CZE, IMS, SOR, GC-MS	
-10	IMP, CZE	IMP, IC, CZE		IMP, CZE, SOR, GC-MS, ICP-MS		IMP, CZE, SOR, GC-MS	
-11							
-12							

Примечание – Методы анализа, соответствующие сокращенным обозначениям, приведены в С.3 и С.4.

Приложение D
(справочное)

Требования к изолирующим устройствам

D.1 Общие положения

D.1.1 Настоящее приложение содержит требования к изолирующим устройствам с учетом защиты от химических загрязнений воздуха. Подробная информация о таких устройствах и областях их применения дана в ИСО 14644-7.

D.1.2 Следует учесть возможность выделения химических загрязнений изолирующим устройством.

В отдельных случаях, когда невозможно организовать прямой контроль химических загрязнений в воздухе (например, когда объем устройства слишком мал), единственным методом оценки чистоты воздуха является определение концентрации химических загрязнений на поверхности.

Примечание – Как правило, соотношение между концентрацией химических загрязнений на поверхности (количество вещества на единице площади поверхности) и в воздухе (количество вещества в единице объема воздуха) неизвестно. В случаях, когда это соотношение установлено экспериментально (или другим способом), данные о концентрации химических загрязнений на поверхности (SCC) могут использоваться для оценки концентрации химических загрязнений в воздухе (ACC) и, следовательно, для классификации.

D.2 Специальные требования

D.2.1 Особенности конструкции изолирующего устройства могут налагать ограничения на методы отбора проб для оценки концентрации химических загрязнений в воздухе. В связи с этим метод отбора проб должен быть согласован заказчиком и исполнителем с учетом конструкции устройства и возможности доступа внутрь устройства.

D.2.2 Требования к материалам изолирующего устройства указаны в приложении А настоящего стандарта. Во многих случаях в изолирующих устройствах используются гибкие экраны или барьеры в сочетании с эластичными перчатками, боксами и манипуляторами. Следует учитывать возможность выделения химических загрязнений этими материалами.

D.2.3 Следует учитывать возможность выделения химических загрязнений при внесении изменений в материалы или конструкцию изолирующего устройства.

D.2.4 При высокой чувствительности продукции к загрязнениям рекомендуется провести испытания изолирующего устройства в реальном процессе и оценить концентрацию химических загрязнений на поверхностях продукции (D.1.2).

В случаях, когда оценка концентрации химических загрязнений в воздухе проводится путем анализа концентрации химических загрязнений на поверхности, следует учесть время, в течение которого продукт находится в изолирующем устройстве, что может оказать решающее влияние на величину загрязнений.

D.2.5 При отборе проб с помощью насоса из изолирующих устройств с малым объемом газ, подаваемый для компенсации отобранного воздуха, может значительно снизить концентрацию химических загрязнений в воздухе при начале отбора пробы, особенно если объем отбираемой пробы намного больше внутреннего объема оборудования. Это может привести к искусственному занижению концентрации загрязнений, вычисляемой на основе объема отобранной пробы, по сравнению с начальной концентрацией загрязнений.

D.2.6 Хотя настоящий стандарт распространяется на контроль химических загрязнений в воздухе, аналогичный подход может применяться для других видов оборудования, в т. ч. очищаемого чистым сухим воздухом, азотом, инертными газами или смесями газов. Такой подход может использоваться и для точек отбора проб, находящихся под давлением (в настоящем стандарте не рассматривается).

D.2.7 Различные отрасли промышленности могут иметь специальные рекомендуемые методы испытаний, требования или руководства по контролю химических загрязнений в воздухе.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 14644-6:2007	IDT	ГОСТ Р ИСО 14644-6–2010 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 6. Термины и определения»
Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT – идентичный стандарт.		

Библиография

[1]	ISO 14644-4:2001	Cleanrooms and associated controlled environments – Part 4: Design, construction and start-up
[2]	ISO 14644-5:2004	Cleanrooms and associated controlled environments – Part 5: Operations
[3]	ISO 14644-7:2004	Cleanrooms and associated controlled environments – Part 7: Separative devices (clean air hoods, glove boxes, isolators and mini-environments)
[4]	ISO 14698 (все части)	Cleanrooms and associated controlled environments – Biocontamination control
[5]	SEMI F21-1102	Classification of Airborne Molecular Contaminant Levels in Clean Environments
[6]		Technology Roadmap for Semiconductors, Yield Enhancement Groups, Section on Wafer Environmental Contamination Control
[7]	IEST-G-CC035.1	Design Considerations for AMC Filtration Systems in Cleanrooms
[8]	ASTM D5127-99	Standard Guide for Ultra Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industry
[9]	JACA No. 34-:2000	Standard for Evaluation of Airborne Molecular Contaminants Emitted from Construction/Composition Materials for Clean Room
[10]	JACA No. 35A-2003	Standard for Classification of Air Cleanliness for Airborne Molecular Contaminant (AMC) Level in Cleanrooms and Associated Controlled Environments and its Evaluation Methods
[11]	JACA No 43-2006	Standard for Evaluation Methods on Substrate Surface Contamination in Cleanrooms and Associated Controlled Environments
[12]	SEMI E108-0307	Test Method for the Assessment of Outgassing Organic Contamination from Minienvironments using Gas Chromatography/Mass Spectrometry
[13]	IEST-RP-CC031.2	Method for Characterising Outgassed Compounds from Cleanroom Materials and Components
[14]	IDEMA Standard M11-99	General Outgas Test Procedure by Dynamic Headspace Analysis
[15]	JIS B9917-8:2010	Standard for Classification of Air Cleanliness for Airborne Molecular Contaminants (AMC) Level in Cleanrooms and Associated Controlled Environments and its Evaluation Methods
[16]		Airborne Molecular Contamination. Fujimoto.T, Takeda, K and Nonaka, T. – 'Developments in Surface Contamination and Cleaning' – William Andrew Publishing 2007
[17]	SEMI E45-1101	Test Method for the Determination of Inorganic Contamination from Minienvironments Using Vapour Phase Decomposition-Total Reflection X-Ray Spectroscopy (VPD-TXRF), VPD-Atomic Absorption Spectroscopy (VPD-AAS), or VPD/Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (VPD/ICP-MS)
[18]	SEMI E460307	Test Method for the Determination of Organic Contamination from Minienvironments Using Ion Mobility Spectrometry (IMS)
[19]		K. Takeda, A. Mochizuki, T. Nonaka, I. Matsumoto, T. Fujimoto, T. Nakahara. "Evaluation of Outgassing Compounds from Cleanroom Construction Materials". Journal of the IEST, 44, No. 1, pp.28-32 (2001)
[20]		H. Tamura, S. Fujii, K. Yuasa and N. Kagi. "Evaluation Method of VOC Emissions from Cleanroom Materials using the Double Cylinder Chamber". Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering, No. 520, pp. 55-59 (1999)
[21]		Hajime Tamura, Shuji Fujii and Naoki Kagi; "Estimate of the Time Change of the Gas Emission Flux". Proceedings of the 48th IEST Annual Technical Meeting and the 16th International Symposium on Contamination Control, ESTECH 2002 Proceedings, pp 7-15, Anaheim, California U.S. (2002), BUEE 2001, Seoul, Korea (2001)

УДК 543.275.083:628.511:006. 354 ОКС 13.040.01; 19.020 ОКП 63 1000 94 1000

Ключевые слова: чистые помещения, контролируемые среды, классификация чистоты, химические загрязнения

Подписано в печать 01.12.2014. Формат 60х84 1/8.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 36 экз. Зак. 5212.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru