ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 15202-1— 2023

ВОЗДУХ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой

Часть 1

Отбор проб

(ISO 15202-1:2020, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха» (АО «НИИ Атмосфера») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 457 «Качество воздуха»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 августа 2023 г. № 752-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 15202-1:2020 «Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 1. Отбор проб» (ISO 15202-1:2020 «Workplace air — Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry — Part 1: Sampling», IDT).

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 15202-1—2014

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

© ISO, 2020
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 Основные принципы 2
5 Общие требования 2
6 Оборудование для отбора проб 2
7 Оценка воздействия на персонал 4
8 Метод отбора проб 5
9 Протокол испытаний 8
Приложение А (справочное) Осаждение на стенках пробоотборного устройства 10
Приложение В (справочное) Руководство по выбору фильтра 12
Приложение С (справочное) Поправка измеренного значения объемного расхода на температуру и атмосферное давление 14
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских стандартов национальным стандартам 15
Библиография 16

Введение

Настоящий стандарт устанавливает метод определения массовой концентрации ряда металлов и металлоидов, используемых в промышленности. Метод, приведенный в стандарте, применяют специалисты учреждений, работающих в области промышленной гигиены и охраны труда, аналитических лабораторий, промышленных предприятий — потребителей металлов и металлоидов и т. д.

Настоящий стандарт устанавливает общий метод отбора проб для последующего определения массовой концентрации металлов и металлоидов в воздухе рабочей зоны с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Пробы, отобранные с использованием положений настоящего стандарта, могут быть проанализированы с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) или масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП).

В настоящем стандарте приведены требования соответствующих международных, европейских и национальных стандартов, которые устанавливают эксплуатационные характеристики, требования и методы испытаний оборудования для отбора проб. Он содержит дополнительные требования к методикам оценки измерений и устанавливает метод отбора проб твердых частиц аэрозоля для их последующего химического анализа.

В части ИСО 15202-2 приведены процедуры подготовки растворов проб металлов и металлоидов к последующему анализу методом АЭС-ИСП.

В части ИСО 15202-3 приведены требования к анализу растворов проб металлов и металлоидов методом АЭС-ИСП.

При разработке стандарта предполагалось, что выполнение его требований и интерпретацию полученных результатов будет осуществлять квалифицированный и опытный персонал.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЗДУХ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой

Часть 1

Отбор проб

Workplace air. Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Part 1. Sampling

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод отбора проб твердых частиц, взвешенных в воздухе для последующего определения металлов и металлоидов методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Пробы, отобранные с использованием положений настоящего стандарта, могут быть проанализированы с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) или масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП).

Метод не применяют в случае определения ртути, находящейся в парообразном состоянии при комнатной температуре; неорганических соединений металлов и металлоидов, относящихся к постоянным газам, например, арсин (AsH_3); и (или) неорганических соединений металлов и металлоидов, содержащихся в парообразном состоянии, например, триоксид мышьяка (As_2O_3).

Примечание — Для отбора неорганических соединений металлов и металлоидов, присутствующих в паровой фазе, используют резервный фильтр, например, бумажный, пропитанный карбонатом натрия, применяемый для отбора триоксида мышьяка (см. ИСО 11041 [2]).

Метод применяют для индивидуального отбора проб вдыхаемой, торакальной или респирабельной фракции взвешенных в воздухе частиц, в соответствии с ИСО 7708, а также для стационарного отбора проб.

Настоящий стандарт не устанавливает процедуру отбора проб с поверхностей или сыпучих материалов. Методика отбора проб с поверхности приведена в ASTM D7659 [7].

2 Нормативные ссылки

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

ISO 7708:1995, Air quality — Particle size fraction definitions for health-related sampling (Качество воздуха. Определение фракций по крупности частиц для отбора проб в целях охраны здоровья)

ISO 15202-2, Workplace air — Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry — Part 2: Sample preparation (Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в взвешенных частицах в воздухе с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 2. Подготовка проб)

Издание официальное

ISO 15202-3, Workplace air — Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry — Part 3: Analysis (Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в взвешенных частицах в воздухе с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 3. Анализ)

ISO 18158, Workplace air — Terminology (Воздух рабочей зоны. Терминология)

ISO 13137, Workplace atmospheres — Pumps for personal sampling of chemical and biological agents — Requirements and test methods (Воздух рабочей зоны. Насосы для индивидуального отбора проб химических и биологических факторов. Требования и методы испытаний)

ISO 21832, Workplace air — Metals and metalloids in airborne particles — Requirements for evaluation of measuring procedures (Воздух рабочей зоны. Металлы и металлоиды в частицах, находящихся в воздухе. Требования к оценке процедур измерения)

ISO 20581, Workplace air — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents (Воздух рабочей зоны. Общие требования к методам определения содержания химических веществ)

EN 13205-1, Workplace exposure — Assessment of sampler performance for measurement of airborne particle concentrations — Part 1: General requirements (Воздух рабочей зоны. Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля. Часть 1. Общие требования)

EN 13890, Workplace atmospheres — Procedures for measuring metals and metalloids in airborne particles — Requirements and test methods (Воздух рабочей зоны. Методы измерения содержания металлов и металлоидов в взвешенных в воздухе частицах. Требования и методы испытаний)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 18158.

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

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

4 Основные принципы

4.1 Взвешенные в воздухе частицы, содержащие металлы и металлоиды, отбирают путем прокачки измеренного объема воздуха через улавливающую подложку (например, фильтр или пластину из пенопласта), установленную в пробоотборнике, предназначенной для отбора соответствующей фракции твердых частиц (см. 8.1.1.1).

4.2 Пробу и улавливающую подложку затем обрабатывают для получения металлов и металлоидов в растворе с использованием одной или нескольких методик подготовки пробы, установленных в ИСО 15202-2.

4.3 Полученный раствор анализируют на содержание определяемых металлов и металлоидов методом АЭС-ИСП, как установлено в ИСО 15202-3.

5 Общие требования

Методика измерения должна соответствовать требованиям настоящего стандарта, ИСО 15202-2 и ИСО 15202-3, а также международным, европейским и национальным стандартам, устанавливающим эксплуатационные требования для измерения химических веществ в воздухе рабочей зоны (например, ИСО 20581, ИСО 21832 и ЕН 13890).

6 Оборудование для отбора проб

6.1 Пробоотборные устройства

6.1.1 Пробоотборные устройства, предназначенные для улавливания вдыхаемой фракции твердых частиц, применяют, когда предельные значения концентраций определяемых металлов и металлоидов соотносятся с вдыхаемой фракцией твердых частиц в соответствии с требованиями ЕН 13205-1.

Примечание 1 — Индивидуальные пробоотборники для отбора проб вдыхаемой фракции твердых частиц в зоне дыхания не обладают такой же селективностью к размеру частиц, как при их использовании для стационарного отбора проб.

Примечание 2 — Конструкцией некоторых пробоотборных устройств для вдыхаемой фракции предусмотрен отбор вдыхаемой фракции твердых частиц на фильтр, при этом частицы вещества, осевшие на внутренней поверхности пробоотборного устройства, не являются частью пробы. Конструкцией других пробоотборных устройств для вдыхаемой фракции предусмотрено то, что твердые частицы, проходящие через входное отверстие пробоотборного устройства, соответствуют нормативу по вдыхаемой фракции, при этом осевшие на внутренней поверхности пробоотборного устройства частицы составляют часть пробы. Во многих случаях твердые частицы, осевшие на внутренних поверхностях пробоотборника, включают в состав пробы. Дополнительная информация по вопросу осаждения частиц пробы на стенках пробоотборника приведена в приложении А.

6.1.2 Пробоотборные устройства, предназначенные для улавливания торакальной фракции взвешенных в воздухе частиц, применяют, когда предельные значения концентраций определяемых металлов и металлоидов соотносятся с торакальной фракцией твердых частиц, в соответствии с требованиями ЕН 13205-1.

6.1.3 Пробоотборные устройства, предназначенные для улавливания респирабельной фракции взвешенных в воздухе частиц, применяют, когда предельные значения концентраций определяемых металлов и металлоидов соотносятся с респирабельной фракцией твердых частиц, в соответствии с требованиями ЕН 13205-1.

Примечание 1 — Во многих случаях твердые частицы, осевшие на внутренних поверхностях пробоотборника, включают в состав пробы.

6.1.4 Многофракционные пробоотборные устройства, предназначенные для раздельного улавливания двух или более фракций взвешенных в воздухе частиц, применяют, когда предельные значения определяемых металлов и металлоидов соотносятся с двумя или более фракциями твердых частиц, в соответствии с требованиями ЕН 13205-1.

Для отбора частиц большего размера в многофракционных пробоотборных устройствах могут использоваться вставки из пенополиуретана. В таких случаях пенополиуретан должен быть совместим с выбранным методом подготовки проб (см. ИСО 15202-2) и иметь такое же низкое содержание металлов, как и фильтры (см. 6.2).

6.2 Фильтры

Используемые фильтры должны иметь подходящий диаметр, соответствующий пробоотборным устройствам (см. 6.1), эффективность улавливания не менее 99,5 % для частиц с диффузионным диаметром 0,3 мкм (см. ИСО 7708:1995, 2.2), очень низкое фоновое содержание металлов (обычно менее 0,1 мкг каждого определяемого металла или металлоида на фильтр) и быть совместимыми с выбранным методом подготовки проб (см. ИСО 15202-2).

Примечание 1 — Руководство по выбору фильтра приведено в приложении А.

Примечание 2 — Для отбора пробы могут использоваться и другие типы улавливающих подложек, например, изготовленные из пенопласта.

Примечание 3 — Доступны коммерческие продукты, которые объединяют фильтр и связанную с ним «оболочку», способные отбирать взвешенные в воздухе частицы без последующего осаждения пробы на внутренних стенках пробоотборника.

6.3 Насосы для отбора проб

Используют насосы с регулируемым расходом (на уровне от 1 до 5 дм^3/мин для отбора проб в зоне дыхания и от 5 до 400 дм^3/мин для насосов большой производительности) в пределах ±5 % номинального объема в течение всего периода отбора проб (см. 8.1.2). Насос для отбора проб в зоне дыхания прикрепляют к одежде рабочего таким образом, чтобы в ходе отбора проб не нарушалась его производственная деятельность.

6.4 Расходомер

Используют портативный расходомер с пределами допускаемой неопределенности для измерения объемного расхода ±5 % (см. 8.1.1.2).

Калибровка расходомера должна быть проверена по первичному эталону, то есть по эталонному расходомеру, точность которого прослеживается по национальным стандартам. При необходимости (см. 8.1.3) регистрируют значения окружающей температуры и давления, при которых была проверена калибровка расходомера.

Рекомендуется, чтобы используемый для калибровки расходомер имел пределы допускаемой погрешности для измерений объемного расхода не более ±2 %.

6.5 Вспомогательное оборудование

6.5.1 Гибкие шланги подходящего диаметра для герметичного соединения пробоотборных устройств (см. 6.1) с насосами для отбора проб (см. 6.3).

6.5.2 Ремни для крепления, с помощью которых прикрепляют насосы для отбора проб в зоне дыхания (не всегда насос для отбора проб может поместиться в карман рабочего).

6.5.3 Пинцеты с плоскими губками неметаллические (например, пластиковые или с пластиковым покрытием) для установки и выемки фильтров из пробоотборных устройств.

6.5.4 Контейнеры для транспортирования фильтров, используемые при необходимости (см. 8.5.1) для транспортирования проб в лабораторию.

6.5.5 Термометр с диапазоном значений от 0 °С до 50 °С, с ценой деления не менее 1 °С для измерения окружающей температуры, используемый при необходимости (см. 8.1.3).

6.5.6 Барометр для измерения атмосферного давления (см. 8.1.3).

7 Оценка воздействия на персонал

7.1 Общие положения

Область применения настоящего стандарта распространяется на индивидуальный и стационарный отбор проб. Положения по разработке методик оценки и выполнения измерений приведены в соответствующих международных, европейских или национальных стандартах (например, [3], [5]).

7.2 Индивидуальный отбор проб

Воздействие металлов и металлоидов на персонал следует определять путем отбора проб в зоне дыхания, так как концентрация металлов и металлоидов в зоне дыхания обычно выше, чем их фоновые концентрации в рабочей зоне.

7.3 Стационарный отбор проб

Стационарный отбор проводят для оценки воздействий на персонал тогда, когда отбор проб в зоне дыхания невозможен (пример подобной ситуации приведен в примечании, 8.1.2.1); для характеристики фоновых концентраций металлов и металлоидов в рабочей зоне с целью определения эффективности вентиляции; или для получения информации относительно местоположения и интенсивности источника загрязняющих веществ.

7.4 Выбор условий и типа измерений

7.4.1 Общие положения

7.4.1.1 Пробы отбирают таким образом, чтобы не нарушать производственную деятельность рабочего и обеспечивать получение представительных проб в нормальных рабочих условиях представительных проб, совместимых с методами, приведенными в ИСО 15202-2 и ИСО 15202-3.

7.4.1.2 Способ отбора проб следует определять в соответствии с задачей измерения, частотой и продолжительностью конкретных рабочих операций.

7.4.2 Скрининговые измерения изменений массовой концентрации во времени и (или) пространстве

Скрининговые измерения изменений массовой концентрации во времени и (или) пространстве проводят для получения информации о вероятном профиле массовой концентрации химических веществ. Его проводят для идентификации мест и периодов с повышенным воздействием веществ и для установления продолжительности и частоты отбора проб в рамках измерений, проводимых для сравнения с предельными значениями. Определяют точное местоположение источников загрязняющих веществ и оценивают эффективность вентиляции или других технических мер (см. ИСО 20581).

7.4.3 Скрининговые измерения усредненной по времени максимальной массовой концентрации

7.4.3.1 Скрининговые измерения усредненной по времени массовой концентрации химических веществ проводят для получения общей информации по уровню воздействия, на основании которой делают вывод о существовании и серьезности проблемы воздействия веществ на персонал. Их также проводят с целью сравнения уровня воздействия с предельным значением (см. ИСО 20581).

7.4.3.2 Скрининговые измерения усредненной по времени массовой концентрации химических веществ обычно проводят на начальных стадиях исследований для оценки эффективности мер по снижению загрязнений. Отбор проб проводят во время характерных рабочих операций для получения четкой информации об уровне и профиле воздействия, либо проводят мониторинг максимальной массовой концентрации.

Примечание 1 — Мониторинг усредненной по времени массовой концентрации, проводимый для четкого определения характерных рабочих операций, во время которых происходит максимальное воздействие, представляет собой мониторинг максимальной массовой концентрации [3].

7.4.4 Измерения вблизи источника загрязняющих веществ

Измерения вблизи источника загрязняющих веществ проводят для получения информации относительно его интенсивности и конкретной локализации. В комплексе с другой информацией она может позволить устранить предполагаемый источник загрязняющих веществ, который может вносить существенный вклад в общую величину воздействия (см. ИСО 20581).

7.4.5 Измерения для сравнения с предельными значениями и периодические измерения

7.4.5.1 Измерения для сравнения с предельными значениями

7.4.5.1.1 Измерения для сравнения с предельными значениями проводят для получения точной и достоверной информации или прогнозирования усредненной по времени массовой концентрации определенного химического вещества во вдыхаемом воздухе (см. ИСО 20581).

7.4.5.1.2 Для металлов и металлоидов с краткосрочным пределом воздействия время отбора проб должно по возможности максимально соответствовать базовому периоду, составляющему обычно 15 мин, но допускаемому в диапазоне от 5 до 30 мин.

7.4.5.1.3 Для металлов и металлоидов с долгосрочным пределом воздействия пробы отбирают в течение всего рабочего периода, если это практически осуществимо, либо в течение нескольких характерных рабочих операций (формула для вычисления минимальной продолжительности отбора проб приведена в 8.1.2.1).

Примечание 1 — Наиболее точную оценку долгосрочного воздействия получают при отборе проб в течение всего рабочего периода, однако часто это бывает практически неосуществимо (например, из-за перегрузки фильтра).

7.4.5.2 Периодические измерения

Периодические измерения выполняют для определения возможного изменения условий воздействия после проведения измерений для сравнения с предельными значениями или для оценки эффективности мер по снижению загрязнений (см. ИСО 20581).

8 Метод отбора проб

8.1 Общие положения

8.1.1 Выбор и использование пробоотборных устройств

8.1.1.1 Выбирают пробоотборное устройство (см. 6.1), предназначенное для улавливания торакальной или респирабельной фракций взвешенных в воздухе частиц в соответствии с ИСО 7708, согласно которому предельно допустимый уровень воздействия металлов и металлоидов соответствует определяемой фракции твердых частиц. При определении двух и более фракций твердых частиц отбирают большое число проб либо применяют многофракционное пробоотборное устройство.

Предельно допустимые уровни воздействия определяемых металлов и металлоидов могут соответствовать либо торакальной, либо респирабельной, либо обеим фракциям взвешенных в воздухе частиц. Следовательно, используемые пробоотборные устройства необходимо выбирать в соответствии с требованиями национальных стандартов.

Пробоотборные устройства должны быть изготовлены из электропроводящего материала, так как неэлектропроводящий материал имеет электростатические свойства, которые могут влиять на представительность отбора проб.

8.1.1.2 Пробоотборные устройства применяют при заданном значении расхода в соответствии с руководством по эксплуатации таким образом, чтобы они улавливали определяемую фракцию взвешенных в воздухе частиц. Подробная информация приведена в [4].

8.1.2 Продолжительность отбора проб

8.1.2.1 Продолжительность отбора проб выбирают таким образом, чтобы она соответствовала задаче измерения (см. 7.4) и была достаточной для определения металлов и металлоидов с допустимой расширенной неопределенностью. Например, определяют металл или металлоид с наименьшим предельным значением воздействия и вычисляют минимальную продолжительность отбора проб t_{min}, мин, необходимую для улавливания количества вещества выше нижнего предела диапазона измерений аналитического метода, когда содержание определяемого металла или металлоида в отбираемом воздухе соответствует его предельному значению, по следующей формуле

$$t_{min} = \frac{m_{min}}{q_V \cdot F \cdot \rho_{LV}}, \quad (1)$$

где t_{min} — минимальное время отбора, мин;

m_{min} — нижний предел диапазона измерений аналитического метода для определяемого металла или металлоида с наименьшим предельным значением, мкг;

q_V — заданный расход пробоотборного устройства, дм^3/мин;

F — соответствующее кратное предельное значение (например, 0,1-кратное для долгосрочного предельного значения за 8 часов или 0,5-кратное для краткосрочного предельного значения);

ρ_{LV} — предельное значение для определяемого металла или металлоида с наименьшим предельным значением, мг/м^3.

Примечание — Если минимальная продолжительность отбора проб недостаточна для количественного анализа, используемого в рамках данной задачи измерения, то возможно использование пробоотборного устройства с более высоким расходом или другого метода анализа с большей чувствительностью (например, МС-ИСП).

8.1.2.2 При ожидаемой высокой концентрации твердых частиц выбирают такую продолжительность отбора проб, чтобы не вызвать перегрузку фильтра твердыми частицами.

8.1.3 Влияние температуры и давления

Зависимость измеренного расходомером (см. 6.4) значения объемного расхода от температуры и давления определяют согласно руководству по эксплуатации расходомера. Если различие между атмосферными температурой и давлением во время калибровки расходомера и во время отбора проб достаточно большое, например, если отклонение более ±5 %, то для его учета необходимо ввести поправку. Для этого измеряют и записывают атмосферные температуру и давление, при которых была проверена калибровка расходомера (см. 6.4), и измеряют и записывают атмосферные температуру и давление в начале и конце периода отбора проб (см. 8.4.1 и 8.4.2).

Примечание — Пример поправки измеренного расходомером объемного расхода в зависимости от температуры и давления в случае постоянного перепада давления в рабочей области приведен в приложении С.

8.1.4 Обращение с фильтрами

Для минимизации риска повреждения или загрязнения фильтра его установку и выемку проводят с особой осторожностью (например, с использованием пинцета с плоскими губками), в чистом помещении с минимальным содержанием твердых частиц в воздухе.

8.2 Подготовка к отбору проб

8.2.1 Очистка пробоотборного устройства

Если не используются одноразовые кассетные фильтры, то проводят очистку пробоотборного устройства (см. 6.1) перед использованием. Пробоотборные устройства разбирают, выдерживают в моющем растворе, тщательно промывают водой, вытирают впитывающей тканью и дают высохнуть перед повторной сборкой. Альтернативой является использование лабораторной промывочной установки.

8.2.2 Установка фильтров в пробоотборные устройства

В чистые пробоотборные устройства (см. 8.2.1) вставляют фильтры (см. 6.2), затем маркируют каждое пробоотборное устройство и герметично закрывают крышкой или пробкой.

Примечание — В качестве альтернативы можно использовать кассетные фильтры выпускаемые серийно.

8.2.3 Установка объемного расхода

Действия выполняют в чистом помещении с минимальной массовой концентрацией твердых частиц в воздухе.

Для герметичного соединения пробоотборных устройств с установленными фильтрами (см. 8.2.2) и насосами для отбора проб (см. 6.3) используют гибкие шланги (см. 6.5.1). С каждого пробоотборного устройства снимают крышку или вынимают пробку, включают насос для отбора проб, для измерения потока присоединяют расходомер (см. 6.4) к входному отверстию(ям) пробоотборного устройства и устанавливают необходимый объемный расход (см. 8.1.1.2). Выключают насос для отбора проб и закрывают пробоотборное устройство крышкой или пробкой для предотвращения попадания загрязняющих веществ при транспортировании к месту отбора проб.

Установку параметров объемного расхода проводят после выхода насоса на рабочий режим.

Примечание — Дополнительная информация приведена в ИСО 13137.

8.2.4 Холостые пробы

Для отбора холостой пробы используют одно чистое пробоотборное устройство с установленным фильтром из каждой серии, состоящей от трех до десяти подготовленных пробоотборных устройств. Пробоотборные устройства, в случае холостых проб в реальном пробоотборе не используют.

8.3 Место отбора проб

8.3.1 Отбор проб в зоне дыхания

8.3.1.1 Пробоотборное устройство должно быть размещено в зоне дыхания рабочего так близко к его органам дыхания, как это практически осуществимо, например, прикреплено к воротнику. Насос для отбора проб закрепляют на одежде рабочего таким образом, чтобы он не нарушал производственную деятельность, например с помощью ремня (см. 6.5.2) вокруг талии, либо помещают его в карман.

8.3.1.2 Проверяют, влияет ли характер рабочего процесса на различие между фактическим воздействием металлов и металлоидов на рабочего и их содержанием в воздухе, которое измеряют пробоотборным устройством, прикрепленным к воротнику. При необходимости принимают специальные меры по прикреплению пробоотборного устройства максимально близко к носу и рту рабочего.

Примечание — Специальные меры по прикреплению пробоотборного устройства максимально близко к носу и рту рабочего необходимо принимать, например, в следующих случаях:

- при сварке и аналогичных процессах, когда использование маски сварщика обеспечивает степень защиты, так как происходит отклонение струи сварочного дыма от зоны дыхания, при этом пробоотборное устройство, прикрепленное к воротнику, может показать завышенное воздействие [1];
- при пайке, когда пробоотборное устройство, прикрепленное к воротнику, может показать значительно заниженное воздействие, так как характерная струя паяльного дыма проходит ближе к носу и рту, чем к пробоотборному устройству.

8.3.2 Стационарный отбор проб

8.3.2.1 Если для оценки воздействия на рабочего в случае, когда отбор проб в зоне дыхания невозможен (например, отбор проб необходимо проводить при объемном расходе, превышающем максимально возможный расход применяемых устройств для отбора проб в зоне дыхания), проводят стационарный отбор проб, то место отбора проб должно быть в непосредственной близости от рабочего на высоте дыхания. Место отбора проб должно быть выбрано в точке, где риск воздействия является наибольшим.

8.3.2.2 Если стационарный отбор проб проводят для оценки фоновой концентрации металлов и металлоидов в рабочей зоне, то выбирают место отбора проб, достаточно удаленное от рабочих процессов с тем, чтобы твердые частицы от источников загрязняющих веществ не оказывали непосредственного воздействия на результаты измерений.

8.4 Отбор проб

8.4.1 Если все подготовлено к отбору проб, то с пробоотборного устройства снимают крышку или пробку и включают насос для отбора проб. Регистрируют значения времени и объемного расхода в начале отбора проб. Если насос для отбора проб оснащен интегральным таймером, то проверяют установку нуля. При необходимости (см. 8.1.3) измеряют атмосферные температуру и давление в начале

отбора проб при помощи термометра (см. 6.5.5) и барометра (см. 6.5.6) и записывают измеренные значения.

Примечание — Если температура или давление в месте отбора проб отличаются от температуры и давления при установке объемного расхода (см. 8.2.3), то объемный расход может измениться и потребуется переустановка расхода перед началом отбора проб.

8.4.2 В конце периода отбора проб (см. 8.1.2) измеряют время и вычисляют продолжительность отбора проб. Проверяют показания индикатора неисправностей и (или) интегрального таймера (при наличии), и если очевидно, что насос для отбора проб не работал должным образом в течение всего периода отбора проб, то пробу отбраковывают. Измеряют объемный расход по окончании отбора проб при помощи расходомера (см. 6.4) и записывают измеренное значение. При необходимости (см. 8.1.3) измеряют атмосферные температуру и давление по окончании отбора проб при помощи термометра (см. 6.5.5) и барометра (см. 6.5.6) и записывают измеренные значения.

8.4.3 Проводят маркировку пробы и фиксируют параметры отбора (см. 9.1). Вычисляют средний объемный расход путем усреднения значений объемного расхода в начале и конце отбора проб и, при необходимости (см. 8.1.3) вычисляют средние атмосферные температуру и давление. Вычисляют объемный расход воздуха при отборе. Средний объемный расход должен соответствовать требованиям ИСО 13137.

8.5 Транспортировка пробы

8.5.1 По окончании отбора фильтр вынимают из пробоотборного устройства, помещают его в маркированный контейнер для транспортирования (см. 6.5.4) и закрывают крышкой. Проявляют особую осторожность в случае сильно загруженных фильтров для предотвращения потери отобранных твердых частиц. Альтернативой является транспортирование проб в лабораторию в пробоотборных устройствах, в которых они были отобраны. Для оценки степени осаждения пробы на внутренних стенках пробоотборного устройства, его следует направить в лабораторию.

8.5.2 Из каждого пробоотборного устройства с внутренним кассетным фильтром (п. 6.1.1, примечание 2) вынимают кассетный фильтр, закрывают его крышкой для транспортирования.

8.5.3 При работе с пробоотборными устройствами с одноразовыми фильтрами пробы транспортируют в лабораторию в пробоотборных устройствах, в которых они были отобраны.

8.5.4 Пробы (см. 8.5.1—8.5.3) для предотвращения их повреждения транспортируют в лабораторию в контейнере, маркированном соответствующим образом, чтобы обеспечить правильную подготовку проб.

8.5.5 Документация, сопровождающая пробы, должна предоставлять информацию о прослеживаемости пробы [6].

9 Протокол испытаний

9.1 Информация об отборе проб

Следует регистрировать всю информацию о проведении отбора проб. Если протокол измерений составляет другой человек, то эта информация должна быть доведена до его сведения:

a) указание о конфиденциальности полученной информации, при необходимости;

b) полное описание процедуры отбора пробы воздуха, включая дату и место отбора проб, тип отбора проб (в зоне дыхания или стационарный), данные, идентифицирующие рабочего, в зоне дыхания которого проводился отбор проб (или другой личный идентификатор), или обозначение местоположения, в котором из воздуха рабочей зоны были отобраны пробы (в случае стационарного отбора проб), краткое описание рабочих действий, выполненных в течение отбора проб, и идентификационный код пробы;

c) марка, тип и диаметр используемого фильтра;

d) марка и тип используемого пробоотборного устройства, включая информацию о предполагаемой фракции твердых частиц, которую может уловить пробоотборное устройство;

e) марка и тип используемого насоса для отбора проб и его идентификация;

f) марка и тип используемого расходомера, первичный эталон, по которому была проверена калибровка расходомера, диапазон значений расхода, для которого была проверена калибровка расходомера, при необходимости (см. 8.1.3) атмосферные температура и давление, при которых была проверена калибровка расходомера;

g) время начала и конца отбора проб, продолжительность отбора проб, мин;

h) средний расход в течение отбора проб, $дм^3$/мин;

i) средние атмосферные температура и давление в течение отбора проб, при необходимости (см. 8.1.3);

j) объем отобранного воздуха, при окружающих условиях, $дм^3$;

k) ФИО лаборанта, проводившего отбор проб.

9.2 Информация, предоставляемая в аналитическую лабораторию

В лабораторию, проводящую анализ проб(ы), должна быть предоставлена следующая информация:

a) идентификационный код(ы) проб(ы);

b) тип(ы) использованных фильтров;

c) перечень металлов, подлежащих определению, и соответствующие требования к качеству данных;

d) контактная информация заказчика;

e) любые специальные требования (например, необходимый уровень контроля качества результатов измерений).

Приложение А
(справочное)

Осаждение на стенках пробоотборного устройства

А.1 Общие положения

Настоящее приложение содержит информацию о необходимости учета степени осаждения твердых частиц на внутренних стенках транспортной кассеты или пробоотборного устройства. Методы определения степени осаждения (адсорбции) твердых частиц на внутренних элементах пробоотборника изложены в ИСО 15202-2.

А.2 Пробоотборное устройство

Пробоотборные устройства для улавливания взвешенных в воздухе частиц состоят из фильтра, закрепленного в держателе, или улавливающей подложки, например, специализированной пластины или пенопласта. Устройство предназначено для отбора проб воздуха с взвешенными частицами. Эффективность отбора проб определяется массовой концентрацией в воздухе, рассчитанной на основе частиц, собранных пробоотборником, по сравнению с их концентрацией в спокойном воздухе. Все пробоотборники демонстрируют снижение эффективности отбора проб с увеличением аэродинамического диаметра частиц. Отобранные по размеру пробоотборники рассчитаны на определенную эффективность отбора проб в диапазоне аэродинамических диаметров в соответствии с ИСО 7708. В некоторых конструкциях пробоотборников, например, циклонах, имеется внутренний сепаратор для разделения частиц для отбора.

А.3 Эффективность отбора проб

Эффективность отбора определяется следующими четырьмя факторами:

- эффективность аспирации;
- эффективность переноса внутри пробоотборника (либо от входа пробоотборника к подложке, либо, если имеется внутренний сепаратор — от входа пробоотборника к внутреннему сепаратору, и от внутреннего сепаратора к подложке);
- эффективность пропускания (через внутренний сепаратор, если таковой имеется); и
- эффективность фильтрации.

Процесс отбора пробы зависит от аэродинамического размера частиц и скорости воздушного потока, проходящего через пробоотборник. Эффективность аспирации также зависит от скорости и направления ветра, в то время как угол наклона пробоотборника к вертикали влияет как на эффективность аспирации, так и на эффективность транспортировки. При отборе часть пробы будет осаждаться на внутренних поверхностях пробоотборника. Кроме того, если пробоотборник транспортируется после отбора проб, частицы, осевшие на подложке, могут смещаться и добавляться к отложениям, уже находящимся на внутренних поверхностях пробоотборника (хотя это, вероятно, имеет меньшее значение, за исключением случаев, когда подложка для отбора перегружена пробой). В таблице А.1 приведены примеры средних значений осаждений на стенках для двух коммерчески доступных типов пробоотборников общего использования, приведенных в справочниках [8], [9], [10], [11] и [12]. При анализе данных выявлено отсутствие закономерности, которая позволила бы использовать поправочные коэффициенты.

В некоторых случаях осаждения на стенках не включают в итоговый результат. Для других проб рекомендуется оценивать отложения на стенках [13]. Другая соответствующая информация, касающаяся осаждений частиц на внутренних стенках пробоотборника и потерь частиц во время транспортировки, приведена в [14], [15] и [16].

А.4 Вклад данных учета отложений на стенках пробоотборника в расширенную неопределенность

В тех случаях, когда метод отбора проб воздуха и анализа включает конкретную процедуру извлечения и анализа осаждений на стенках, это необходимо учитывать при оценке расширенной неопределенности метода.

Таблица А.1 — Средние отложения на стенках для пробоотборников с закрытой кассетой (CFC) и медицинские пробоотборники (IOM)

Промышленность	Аналит	Закрытая кассета		Медицинские пробоотборники	
		Отложение срединной стенки, %	*n*	Отложение срединной стенки, %	*n*
Медеплавильный завод	Cu	21	18	16	17
Мельница для свинцовой руды	Pb	19	9	19	8
Производство припоя	Pb	29	30		
Производство припоя	Pb	45	50		

Окончание таблицы А.1

Промышленность	Аналит	Закрытая кассета		Медицинские пробоотборники	
		Отложение срединной стенки, %	*n*	Отложение срединной стенки, %	*n*
Производство припоя	Sn	56	47		
Производство аккумуляторных батарей	Pb	28	16	8	11
Сварка	Cr (VI)	5	10		
Сварка	Al			3	18
Покрытие	Cr (VI)	12	12		
Распылитель краски	Cr (VI)	7	29		
Литейный цех	Zn	53	9		
Цинковое покрытие	Zn	27	18		
Литейный чугун	Fe	22	18	8	18
Литейный цех по производству серого чугуна	Fe	24	18	5	18
Литейное производство бронзы	Cu, Pb, Sn, Zn	19, 13, 0, 15	6	0, 0, 0, 3	6
Медно-бериллиевый литейный цех	Cu, Be	31, 12	4		

Приложение В
(справочное)

Руководство по выбору фильтра

Примечание — Приложение содержит рекомендации по выбору фильтра для конкретного применения. В приложении приведены лишь основные положения, подлежащие рассмотрению. Данные положения могут быть использованы также при выборе других фильтрующих материалов для отбора проб, например, пенополиуретана.

В.1 Эффективность улавливания

В.1.1 Большинство фильтров, которые обычно применяют для отбора проб твердых частиц аэрозоля, имеет необходимую эффективность улавливания (см. 6.2) как торакальной, так и респирабельной фракций взвешенных в воздухе частиц. Для этого применяют глубинные фильтры, например из стекло- или кварцевого волокна, и мембранные фильтры, например комбинированный фильтр из сложных эфиров целлюлозы и фильтры из полимерных материалов, таких как поливинилхлорид (ПВХ) или политетрафторэтилен (ПТФЭ). Результаты эффективности отбора проб используемых мембранных фильтров представлены в [17].

В.1.2 Целлюлозные (бумажные) фильтры могут иметь эффективность улавливания менее 99 % и обычно не применяются для отбора проб взвешенных в воздухе частиц. Однако после обработки реактивом, например карбонатом натрия, их могут использовать как вторичный фильтр для улавливания неорганических газов или паров, например триоксида мышьяка.

В.1.3 При некоторых процессах, таких как испарение, протекающих при повышенных температурах, в воздухе могут образовываться ультрамелкие частицы, конденсируемые из паровой фазы. Поэтому для улавливания твердых частиц диаметром значительно менее 1 мкм необходимо использовать фильтры с высокой эффективностью улавливания. Однако ультрамелкие частицы обычно агломерируются с образованием частиц большего размера, которые эффективно улавливаются фильтрами с меньшей эффективностью улавливания. Следовательно, фильтры с эффективностью улавливания, установленной в 6.2, являются подходящими для отбора проб в процессах с испарением.

В.2 Эффективность фильтрации

В.2.1 Мембранные фильтры изготавливают из разнообразных полимерных материалов множеством различных способов. Мембранный фильтр представляет собой тонкий гибкий диск из микропористого материала с точно определенными размером, структурой, плотностью пор и т. д. Улавливание частиц происходит на поверхности мембранного фильтра, поэтому он имеет относительно низкую пылеулавливающую способность по сравнению с глубинным фильтром. Если на мембранном фильтре уловлено чрезмерное количество пыли, то это может привести к закупорке пор и выходу из строя насоса для отбора проб. Кроме того, проба может быть потеряна с фильтра при обработке или транспортировании. Поэтому при отборе проб на мембранные фильтры в окружающей среде с высоким содержанием пыли используют короткий период отбора проб, или применяют глубинные фильтры.

В.2.2 Глубинные фильтры состоят из волокон, которые беспорядочно формируются в объемный нетканый материал. Частицы улавливаются не только на поверхности фильтра, но также и внутри его структуры, в его глубине. Это обеспечивает значительно большую пылеулавливающую способность, чем у мембранных фильтров. Поэтому при отборе проб в окружающей среде с высоким содержанием пыли в течение длительных периодов предпочтительным является использование глубинных, а не мембранных фильтров. Однако глубинные фильтры зачастую содержат большее количество металлов, чем мембранные фильтры.

В.2.3 Подложки для отбора проб (см. 6.2, примечание 3), состоящие из пластика с прикрепленным фильтром, обычно имеют более высокую пылеулавливающую способность, чем в случаях В.2.1 и В.2.2.

Примечание — Подложки для отбора проб применяют в случае отбора нелипких частиц, которые могут быть потеряны при переносе фильтра из пробоотборника в устройство для транспортирования и/или растворения.

В.3 Содержание металлов

В.3.1 Содержание металлов в фильтрах должно быть по возможности минимальным, так как оно может внести существенный вклад в холостую пробу, результат анализа которой определяет, в частности, нижний предел диапазона измерений аналитического метода. Содержание металла в фильтрах зависит от применяемого предельного значения. Для каждого определяемого металла нижний предел диапазона измерений аналитического метода должен быть меньше, чем количество металла, которое было бы уловлено при отборе проб воздуха с содержанием определяемого металла в 0,1 его предельного значения за заданный период отбора проб (см. 8.1.2.1) при заданном расходе (см. 8.1.1.2). Если это условие не выполняется и предполагается, что содержание металла в фильтре может быть высоким, то необходимо использовать другой фильтр.

В.3.2 Мембранные фильтры обычно имеют очень низкое содержание металлов и в этом отношении подходят для отбора проб почти всех металлов и металлоидов.

В.3.3 Фильтры из стекловолокна не применяют для отбора проб на содержание некоторых металлов (например, алюминия, кальция и цинка), для которых они имеют относительно высокий уровень холостых показаний. В меньшей степени это относится к фильтрам из кварцевых волокон.

В.4 Стабильность массы

В.4.1 Если фильтры (или подложки) необходимо взвешивать для определения количества уловленной пыли, то они должны обладать низкой влагоемкостью, чтобы изменения веса холостой пробы, которые могут происходить в результате изменений условий отбора проб (температуры, влажности), были по возможности минимальными и воспроизводимыми. Например, фильтры из сложных эфиров целлюлозы обычно не подходят для гравиметрического анализа, так как они поглощают значительное количество влаги. При проведении гравиметрического анализа применяют фильтры из ПВХ.

В.4.2 При применении фильтров из стекло- или кварцевых волокон важно, чтобы они не были слишком хрупкими, так как это может вызвать ошибки взвешивания из-за потери материала фильтра. Фильтры из кварцевых волокон более хрупкие, чем фильтры из стекловолокна. Однако этот недостаток компенсируется их более низким содержанием металла.

В.5 Растворимость

В.5.1 Фильтры (или подложки) должны быть либо полностью растворимыми, либо полностью нерастворимыми при использовании выбранного метода подготовки проб. Частично растворимые фильтры могут создать значительные трудности при подготовке раствора пробы и (или) могут быть причиной погрешности анализа из-за несоответствия составов раствора пробы и градуировочного раствора.

В.5.2 Если выбранный метод подготовки проб (ИСО 15202-2) включает количественный перенос раствора пробы в мерную стеклянную посуду (или соответствующую емкость при использовании плавиковой кислоты) перед анализом, то фильтры (или подложки), используемые для отбора проб, предпочтительно должны быть растворимыми в рамках выбранного метода подготовки проб. Это уменьшит вероятность неполного переноса раствора пробы. Мембранные фильтры из сложных эфиров целлюлозы со средним диаметром пор 0,8 мкм растворяются в азотной кислоте и подходят для применения в случае использования этой кислоты в рамках выбранного метода подготовки проб. Фильтры из кварцевых волокон растворяются в плавиковой кислоте и подходят для применения в случае использования этой кислоты. Другие фильтры могут быть применены в равной степени.

В.5.3 Если растворы проб должны быть доведены до необходимой консистенции в специальной посуде для растворения (например, в градуированной центрифужной пробирке), то при использовании выбранного метода подготовки проб несущественно, являются ли фильтры растворимыми или нет.

В.6 Химическая совместимость

Если химический анализ пробы проводят методом, не описанным в настоящем стандарте, то следует использовать материал фильтра, не реагирующего с определяемым химическим веществом. Например, мембранные фильтры из политетрафторэтилена подходят для отбора проб щелочной пыли, для которой может потребоваться определение гидроксида и связанного с ним щелочного металла (лития, натрия, калия или цезия).

Приложение С
(справочное)

Поправка измеренного значения объемного расхода на температуру и атмосферное давление

Пузырьковые расходомеры предпочтительны для измерений объемного расхода, поскольку их показания не зависят от температуры и давления. Для других расходомеров может существовать необходимость ввода поправки значения объемного расхода, если температура и давление во время измерений отличаются от условий проверки калибровки расходомера (см. 8.1.3).

Поправку на температуру и давление необходимо вводить, например, при постоянном перепаде давления, зафиксированном расходомером, используемым для измерения в рабочей области. В этом случае объем пробы воздуха с введенной поправкой вычисляют по формуле

$$V_{corr} = q_V \cdot t \cdot \sqrt{\frac{p_1 \cdot T_2}{p_2 \cdot T_1}},$$

где V_{corr} — скорректированный объем пробы воздуха, дм^3;

q_V — средний объемный расход, дм^3/мин;

t — продолжительность отбора проб, мин;

p_1 — атмосферное давление во время калибровки расходомера, кПа;

p_2 — среднее атмосферное давление во время отбора проб, кПа;

T_1 — температура во время калибровки расходомера, К;

T_2 — температура во время отбора проб, К.

В случае применения других расходомеров также могут потребоваться поправки при изменении температуры и давления. Для получения информации о любых необходимых поправках следует ознакомиться с инструкциями по эксплуатации, предоставленными производителем.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного и европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 7708:1995	IDT	ГОСТ Р ИСО 7708—2006 «Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле»
ISO 15202-2	IDT	ГОСТ Р ИСО 15202-2—2014 «Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 2. Подготовка проб»
ISO 15202-3	IDT	ГОСТ Р ИСО 15202-3—2008 «Воздух рабочей зоны. Определение металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 3. Анализ»
ISO 18158	—	*
ISO 13137	IDT	ГОСТ Р ИСО 13137—2016 «Воздух рабочей зоны. Насосы для индивидуального отбора проб химических и биологических веществ. Требования и методы испытаний»
ISO 21832	IDT	ГОСТ Р ИСО 21832—2021 «Воздух рабочей зоны. Металлы и металлоиды в частицах, находящихся в воздухе. Требования к оценке процедур измерения»
ISO 20581	MOD	ГОСТ Р 59670—2021 (ИСО 20581:2016) «Воздух рабочей зоны. Общие требования к методикам определения содержания химических веществ»
EN 13205-1	NEQ	ГОСТ Р 70378.1—2022 «Воздух рабочей зоны. Оценка характеристик пробоотборников, применяемых для определения содержания частиц аэрозоля. Часть 1. Общие требования»
EN 13890	—	*

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

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1] ISO 10882-1 Health and safety in welding and allied processes — Sampling of airborne particles and gases in the operator's breathing zone — Part 1: Sampling of airborne particles

[2] ISO 11041 Workplace air — Determination of particulate arsenic and arsenic compounds and arsenic trioxide vapour — Method by hydride generation and atomic absorption spectrometry

[3] EN 689 Workplace atmospheres — Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy

[4] CEN/TR 15230 Workplace atmospheres — Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions

[5] ASTM E 1370 Standard Guide for Air Sampling Strategies for Worker and Workplace Protection

[6] ASTM D 4840 Standard Guide for Sampling Chain-of-Custody Procedures

[7] ASTM D 7659 Standard Guide for Strategies for Surface Sampling of Metals and Metalloids for Worker Protection

[8] Harper M., Demange M., Concerning sampler wall deposits in the chemical analysis of airborne metals. J. Occup. Environ. Hyg. 2007, 4 pp. D81—D86

[9] Demange M., Gendre J.C., Herve-Bazin B., Carton B., Peltier A., Aerosol evaluation difficulties due to particle deposition on filter holder inner walls. Ann. Occup. Hyg. 1990, 34 pp. 399—403

[10] Hetland S., Thomassen Y., Sampling and chemical characterization of aerosols in workplace air. Pure Appl. Chem. 1993, 65 pp. 2417—2422

[11] Demange M., Görner P., Elcabache J.-M., Wrobel R., Field comparison of 37-mm closed-face cassettes. Appl. Occup. Environ. Hyg. 2002, 17 pp. 200—208

[12] Lee E., Chisholm W.P., Burns D.A., Nelson J.H., Kashon M.L., Harper M., Comparison of lead and tin concentrations in air at a solder manufacturer from the closed-face 37-mm cassette with and without a custom cellulose-acetate cassette insert. J. Occup. Environ. Hyg. 2014, 11 pp. 819—825

[13] U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) 5th Edition, Chapter AE-Factors affecting aerosol sampling (by Paul A. Baron), gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru (visited on 7th August 2018)

[14] Ashley K., Harper M. Analytical performance issues-Closed face filter cassette (CFC) sampling-Guidance on procedures for inclusion of material adhering to internal sampler surfaces. J. Occup. Environ. Hyg. 2013, 10 pp. D29—D33

[15] Harper M., Ashley K. Acid-soluble internal capsules for closed face cassette elemental sampling and analysis of workplace air. J. Occup. Environ. Hyg. 2013, 10 pp. 297—306

[16] Andrews R.N., Feng H.A., Ashley K. Interlaboratory evaluation of cellulosic acid-soluble internal air sampling capsules for multi-element analysis. J. Occup. Environ. Hyg. 2016, 13 pp. 40—47

[17] Soo J.-C., Monaghan K., Lee T., Kashon M., Harper M. Air sampling filtration media: collection efficiency for respirable size-selective sampling. Aerosol Sci. Technol. 2016, 50 pp. 76—87

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.30

Ключевые слова: воздух рабочей зоны, металлы и металлоиды, взвешенные в воздухе частицы, отбор проб

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 31.08.2023. Подписано в печать 07.09.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,80.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru