ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р ИСО 16000-7— 2011**

# ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

## Часть 7

## Отбор проб при определении содержания волокон асбеста

**ISO 16000-7:2007**
**Indoor air — Part 7: Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations**
**(IDT)**

**Издание официальное**

**Москва**
**Стандартинформ**
**2012**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного 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 7 декабря 2011 г. № 729-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 16000-7:2007 «Воздух замкнутых помещений. Часть 7. Отбор проб при определении содержания волокон асбеста» (ISO 16000-7:2007 «Indoor air — Part 7: Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations»).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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*

© Стандартинформ, 2012

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 Источники асбестовых волокон . . . . . 1
4 Термины и определения . . . . . 2
5 Обозначения и сокращения . . . . . 4
6 Общий план измерений . . . . . 5
7 Обеспечение качества . . . . . 17
Приложение А (обязательное) Методы моделирования . . . . . 18
Приложение В (справочное) Выбор метода анализа . . . . . 19
Приложение С (справочное) Пример формы протокола отбора проб . . . . . 21
Приложение D (справочное) Пример формы для составления итогового отчета . . . . . 22
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации . . . . . 24
Библиография . . . . . 25

## Введение

Определение содержания волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений необходимо по ряду причин, связанных с их кратковременным или долговременным воздействием на обитателей здания. Это определение необходимо для предотвращения неприемлемого воздействия на обитателей тех помещений здания, куда могли попасть волокна асбеста из помещений, подвергающихся действиям по снижению интенсивности выделения волокон асбеста. После завершения деятельности по снижению интенсивности выделения волокон асбеста, но перед удалением сдерживающих барьеров и отменой мер предосторожности, определяют, будут ли какие-либо волокна асбеста, которые могли остаться в обработанном помещении, оказывать недопустимое воздействие при последующем заселении помещения.

Получение характеристик и оценка качества атмосферного воздуха в конкретном месте внутри или снаружи здания обычно основаны на серии измерений, проводимых в течение долговременного периода, обычно составляющего несколько месяцев или лет. Выделение волокон асбеста в атмосферный воздух иногда может происходить временно в результате жизнедеятельности людей, а в некоторых случаях — животных. В частности, при ремонтных работах будет происходить нарушение асбестсодержащих материалов и поднятие в воздух пыли, осевшей на поверхностях. Контроль и мониторинг ремонтно-строительной деятельности обеспечивает определение уровней долговременного воздействия [1], [2]. Качество воздуха рабочей зоны оценивают также на основе серии повторных измерений, число которых зависит от разницы между полученным результатом измерений и допустимым значением.

В отличие от методик, используемых при оценке содержания волокон асбеста для долговременного периода и при оценке воздействия на индивидуума, оценка содержания волокон асбеста в связи с деятельностью по снижению их содержания почти всегда основана на серии измерений, выполняемых одновременно. Этот специфический случай необходимо принимать во внимание как при планировании измерений, так и во время отбора проб воздуха. Невозможно предсказать долговременные изменения содержания волокон асбеста в воздухе, связанные со старением асбестсодержащих строительных материалов или изменением условий эксплуатации помещений. Однако при использовании подходящих стратегии и методики отбора проб воздуха и с учетом предельных, но реальных условий можно смоделировать и оценить максимальное содержание волокон асбеста для кратковременного периода.

Методология отбора проб воздуха, приведенная в настоящем стандарте, основана на [3].

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

## Часть 7

## Отбор проб при определении содержания волокон асбеста

Indoor air. Part 7. Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations

**Дата введения — 2012—12—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает порядок планирования измерений для определения содержания волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений зданий, при строительстве, реконструкции или ремонте которых использовались асбестсодержащие материалы. Результаты указанных измерений позволяют оценить пригодность проверяемого замкнутого помещения и необходимость мер, обеспечивающих возможность его эксплуатации.

Настоящий стандарт применяют для замкнутых помещений, определяемых в соответствии с ИСО 16000-1 следующим образом:

- жилых домов с гостиными, спальнями, мастерскими, комнатами отдыха, подвалами, кухнями и ванными комнатами;
- рабочих помещений и рабочих мест в зданиях, не подлежащих проверке со стороны контролирующих органов в отношении загрязняющих веществ (например, офисов и торговых помещений);
- общественных зданий (например, больниц, школ, детских садов, спортивных залов, библиотек, ресторанов и баров, театров и помещений другого назначения);
- кабин транспортных средств и общественного транспорта.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 16000-1 Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Общие аспекты методологии отбора проб (ISO 16000-1, Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy)

ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

## 3 Источники асбестовых волокон

Волокна могут попадать в воздух здания из различных источников внутри или снаружи здания. Многие волокна, такие как хлопковые или синтетические, выделяемые обивочными материалами или одеждой обитателей здания, или бумажные волокна, выделяемые при работе с бумагой, имеют органическое происхождение. Волокна растительного происхождения могут попасть в здание извне или быть выделены комнатными растениями. Различные строительные материалы могут выделять неорганические волокна, такие как асбестовые, стеклянные, минеральной ваты и гипсовые. Выделение волокон в воздух строительными материалами может происходить периодически, особенно при их нарушении во время ремонтных работ. От материалов при их контакте могут отделиться куски и, если их не удалять, они могут быть измельчены при последующей деятельности с образованием пыли, попадающей в воздух.

**Издание официальное**

## 4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 **снижение интенсивности выделения волокон асбеста; снижение интенсивности** (abatement): Деятельность, предпринятая для сдерживания возможного выделения волокон асбеста из асбестсодержащих строительных материалов путем их удаления, ограждения, герметизации или восстановления поврежденного материала.

4.2 **зона сдерживания по снижению интенсивности выделения волокон асбеста; зона сдерживания** (abatement containment area): Участок пространства, на котором осуществляют деятельность по снижению интенсивности выделения волокон асбеста, отгороженный от остальной части здания сдерживающим барьером.

4.3 **отбор проб атмосферного воздуха** (ambient sampling): Отбор проб воздуха в непосредственной близости от внешней части здания для определения содержания в нем волокон асбеста.

4.4 **чувствительность анализа** (analytical sensitivity): Вычисленное содержание волокон асбеста в воздухе, соответствующее подсчету одного волокна асбеста при анализе.

4.5 **асбест** (asbestos): Термин, применяемый для силикатных минералов, принадлежащих группам серпентина и амфибола, кристаллизующихся в асбестоподобной форме, благодаря которой их можно разделить на отдельные длинные, тонкие, эластичные и прочные волокна при раздавливании и обработке.

Примечание — Регистрационные номера по Chemical Abstracts Service Registry для наиболее распространенных модификаций асбеста следующие: хризотил (12001-29-5), крокидолит (12001-28-4), грюнерит (амозит) (12172-73-5), антофиллит (77536-67-5), тремолит (77536-68-6) и актинолит (77536-66-4).

4.6 **асбестовая структура** (asbestos structure): Термин, применяемый для отдельных волокон асбеста или любых групп связанных или перекрывающихся волокон асбеста или пучков волокон асбеста вместе с другими частицами или без них.

4.7 **характеристическое соотношение** (aspect ratio): Отношение длины частицы к ее толщине.

4.8 **отбор проб для определения фонового содержания** (background sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый за кратковременный период для определения содержания волокон асбеста в воздухе обитаемых помещений при их обычной эксплуатации до осуществления деятельности, при которой может быть нарушена целостность асбеста.

4.9 **чистый фильтр** (blank): Неиспользованный фильтр, предоставляемый для анализа в целях контроля.

4.10 **отбор проб после очистки** (clearance sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый после завершения деятельности по снижению интенсивности с целью определения, находятся ли значения содержания волокон асбеста ниже уровня[1)], при котором разрешено повторное заселение зоны.

4.11 **сгруппированные волокна** (cluster): Структура, в которой два или несколько волокон асбеста или пучков волокон асбеста, ориентированные случайным образом, соединены в группу.

4.12 **сдерживающий барьер** (containment barrier): Непроницаемый барьер, ограждающий зону сдерживания.

4.13 **отбор проб после очистки зоны сдерживания** (containment clearance sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый в зоне сдерживания после завершения деятельности по снижению интенсивности с целью определения, находятся ли содержания асбеста ниже уровня[1)], при котором сдерживающий барьер может быть удален.

4.14 **дифракция электронов** (electron diffraction): Физический процесс, положенный в основу методики исследования кристаллической структуры небольшого участка поверхности образца методом электронной микроскопии.

4.15 **энергодисперсионный рентгеновский анализ** (energy-dispersive X-ray analysis): Определение элементного состава образца на основе измерения энергии и интенсивности рентгеновских лучей с использованием твердотельного детектора и многоканального анализатора.

4.16 **холостая проба**[2)] (field blank): Кассета с фильтром, которая была взята на место отбора проб, открыта, а затем закрыта.

---

[1)] В соответствии с национальными действующими нормативно-методическими документами, требованиями заказчика и т. д.

[2)] Холостая проба вещества (материала) объекта аналитического контроля: проба вещества (материала) объекта аналитического контроля, аналогичная аналитической пробе, но не содержащая аналита (см. ГОСТ Р 52361—2005).

Примечание — Холостые пробы используют для определения того, может ли происходить загрязнение во время манипулирования с кассетами на месте применения.

4.17 **волокно** (fibre): Частица вытянутой формы с минимальным отношением длины к толщине 3:1.

Примечание — В зависимости от метода анализа используют различные наборы геометрических характеристик волокон.

4.18 **пучок волокон** (fibre bundle): Структура, состоящая из параллельных волокон небольшой толщины, соединенных вдоль их длины.

Примечание — В пучке могут встречаться волокна, расщепленные на одном или обоих концах.

4.19 **волокнистая структура** (fibrous structure): Волокно или группа соединенных волокон, вместе с другими частицами или без них.

4.20 **HEPA фильтр** (HEPA filter): Высокоэффективный абсолютный фильтр для твердых частиц.

Примечание — В соответствии с [4] эффективность фильтрации HEPA (класс H13) должна составлять 99,95 % для частиц наиболее проникающего размера [MPPS[1)]]. Могут быть использованы фильтры с большей эффективностью фильтрации.

4.21 **фоновое содержание в воздухе замкнутого помещения** (indoor baseline concentration): Содержание волокон асбеста, измеренное за долговременный период при обычной эксплуатации здания.

4.22 **врéменные корректирующие действия** (interim corrective actions): Любые простые меры, являющиеся частью деятельности по снижению интенсивности, используемые для уменьшения выделения волокон асбеста строительными материалами.

4.23 **отбор проб в целях исследования** (investigative sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый для определения влияния реальной или моделируемой деятельности на содержание волокон асбеста в воздухе.

4.24 **отбор проб для проверки утечек** (leakage sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый по периметру зоны сдерживания, для того, чтобы определить, имела ли место утечка или она все еще происходит.

4.25 **предел обнаружения** (limit of detection): Значение счетной концентрации волокон асбеста, которое с вероятностью 95 % не будет превышено действительным содержанием волокон асбеста, если они не были обнаружены при анализе.

4.26 **долговременный период** (long-term): Период времени, превышающий 24 ч.

4.27 **матрица[2)]** (matrix): Структура, в которой одно или более волокон асбеста или пучков волокон асбеста соприкасаются друг с другом, прикреплены друг к другу или частично скрыты одной частицей или группой неволокнистых частиц.

4.28 **отрицательное давление** (negative pressure): Разница давлений в зоне сдерживания и на окружающей территории, когда давление в зоне сдерживания ниже, чем на окружающей территории.

Примечание — Определение часто неправильно применяют для давления в зоне сдерживания.

4.29 **вентиляционная установка по созданию отрицательного давления** (negative pressure ventilation unit): Установка, используемая для откачивания воздуха из зоны сдерживания для установления отрицательной разницы давлений между зоной сдерживания и окружающими территориями.

Примечание — Обычно воздух откачивают через HEPA фильтр или фильтр более высокой эффективности для уменьшения утечки волокон асбеста из зоны сдерживания по снижению интенсивности на окружающие территории.

4.30 **фоновое содержание в наружном воздухе** (outdoor baseline concentration): Содержание волокон асбеста, измеренное за долговременный период снаружи здания и достаточно близко от него для получения представительной оценки воздуха, поступающего в здание.

4.31 **PCM-эквивалентное волокно[3)]** (PCM-equivalent fibre): Волокно асбеста с характеристическим соотношением не менее 3:1, длиной не менее 5 мкм, толщиной от 0,2 до 3,0 мкм.

4.32 **PCM-эквивалентная структура** (PCM-equivalent structure): Волокнистая структура с характеристическим соотношением не менее 3:1, длиной 5 мкм, толщиной от 0,2 до 3,0 мкм.

[1)] MPPS — most penetrating particle size.

[2)] В Российской Федерации термину «матрица» соответствует термин «агрегат волокон».

[3)] В Российской Федерации при использовании метода PCM применяют термин «респирабельное волокно»: частица с соотношением длины к диаметру не менее 3:1, длиной не менее 5 мкм и диаметром не более 3 мкм.

Примечание — РСМ-эквивалентная структура не обязательно включает какие-либо волокна длиной более 5 мкм и может состоять из групп параллельных волокон асбеста длиной менее 5 мкм.

4.33 **индивидуальный отбор проб** (personal sampling): Отбор проб воздуха, выполняемый в зоне дыхания индивидуума для определения потенциального воздействия на него волокон асбеста, содержащихся в воздухе.

4.34 **фазово-контрастная оптическая микроскопия** (phase contrast optical microscopy): Метод микроскопического анализа, основанный на преобразовании дифференциальных фазовых сдвигов световых волн, проходящих через образец, в различие амплитуд.

Примечание — Метод реализуется при работе со световым микроскопом и его широко используют для мониторинга выделения асбеста в рабочей зоне.

4.35 (**фоновое**) **содержание волокон асбеста до принятия мер**[1)] [pre-activity (background) concentration]: Содержание волокон асбеста в воздухе за кратковременный период, измеренное непосредственно перед деятельностью по снижению интенсивности.

4.36 **отбор пробы преобладающего уровня** (prevalent level sampling): Отбор проб воздуха, проводимый в помещении для определения содержания волокон асбеста при обычной заселенности и во время обычной деятельности в нем.

4.37 **отбор проб для оценки влияния деятельности (на содержание волокон асбеста в воздухе)** (procedure validation sampling): Отбор проб воздуха для определения влияния на уровень преобладающей загрязненности ремонтных работ или другой деятельности в здании, где использовались асбестсодержащие материалы.

4.38 **повторная проба** (replicate sample): Одна или несколько проб воздуха, отобранных в непосредственной близости от места, где была отобрана другая проба воздуха, таким образом, чтобы можно было ожидать, что результаты анализа будут совместимыми.

4.39 **комнатный модуль** (room unit): Помещение с максимальной площадью пола 100 м$^2$ и максимальной длиной 15 м.

Примечание — В некоторых ситуациях до четырех небольших помещений, общая площадь пола которых не превышает 100 м$^2$, могут рассматриваться как один комнатный модуль, при условии, что между ними происходит эффективный воздухообмен. В противном случае небольшое отдельное помещение рассматривают как один комнатный модуль.

4.40 **кратковременный период** (short-term): Период времени продолжительностью не более 24 ч.

4.41 **моделирование** (simulation): Воспроизведение деятельности, характерной для помещения, выполняемой в контролируемых условиях для проверки ее влияния на содержание волокон асбеста в воздухе.

4.42 **небольшое помещение** (small room): Помещение площадью менее 10 м$^2$.

4.43 **структура** (structure): Отдельное волокно, пучок волокон, сгруппированные волокна или матрица.

4.44 **стратифицированный отбор проб** (stratified sampling): Отбор проб воздуха, проводимый в соответствии с заданной методикой, по которой пробы группируют на основе подробной информации о технических характеристиках здания.

## 5 Обозначения и сокращения

### 5.1 Обозначения

$n_{RU}$ — число комнатных модулей;

$A$ — площадь помещения в квадратных метрах, м$^2$;

$L_{LCL}$ — коэффициент, на который умножают содержание РСМ-эквивалентных волокон для получения нижней границы 95 %-ного доверительного интервала;

$L_{UCL}$ — коэффициент, на который умножают содержание РСМ-эквивалентных волокон для получения верхней границы 95 %-ного доверительного интервала;

$s_R$ — субъективная составляющая межлабораторного коэффициента вариации сосчитанного числа РСМ-эквивалентных волокон;

---

[1)] Термин не применяется в тексте стандарта и приведен для сохранения его идентичности.

$x$ — число подсчитанных волокон;

$x_{LCL}$ — нижняя граница 95 %-ного доверительного интервала для числа волокон, сосчитанного по методу SEM или TEM;

$x_{UCL}$ — верхняя граница 95 %-ного доверительного интервала для числа волокон, сосчитанного по методу SEM или TEM;

$\alpha$ — статистический уровень значимости;

$D_1$ — для сосчитанного числа волокон $x$ значение распределения $\chi^2$ с двумя степенями свободы и уровнем значимости $(1 - \alpha/2)$;

$D_2$ — для сосчитанного числа волокон $x$ значение распределения $\chi^2$ с $2(x + 1)$ степенями свободы и уровнем значимости $\alpha/2$;

$E$ — предел обнаружения;

$z$ — стандартное нормальное отклонение.

### 5.2 Сокращения

ED[1)] — дифракция электронов;
EDXA — энергодисперсионный рентгеновский анализ;
HEPA — высокоэффективный фильтр для твердых частиц;
MEC[1)] — смешанные эфиры целлюлозы;
PC[1)] — поликарбонат;
PCM — фазово-контрастная оптическая микроскопия;
SAED[1)] — электронная дифракция на выбранной зоне;
SEM — сканирующая электронная микроскопия;
TEM — просвечивающая электронная микроскопия;
TSP — содержание взвешенных твердых частиц.

## 6 Общий план измерений

### 6.1 Планирование измерений

#### 6.1.1 Общие положения

В зависимости от действующих нормативных документов для анализа проб воздуха могут быть применены методы PCM, SEM или TEM. Параметры отбора проб воздуха зависят от цели измерений, установленного допустимого значения содержания и метода анализа. Следует отметить, что характеристики вышеуказанных методов анализа различны и получаемые результаты могут быть несопоставимы.

В некоторых нормативных документах установлено, что интерпретация результатов определения содержания волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений должна быть основана на сравнении с результатами измерений, одновременно проводимых снаружи здания. Погодные условия могут ограничить возможность отбора приемлемых проб наружного воздуха. По возможности отбор проб следует проводить при низкой скорости ветра и низкой влажности. В течение отбора проб регистрируют погодные условия, скорость и направление ветра. Отбирают все пробы воздуха на высоте от 1,2 до 1,5 м от поверхности земли, располагая фильтроэлемент лицевой поверхностью вниз под углом приблизительно 45°. Должна быть также зарегистрирована вся имеющаяся информация, относящаяся к топографии местности, типу и расположению источников.

Все данные, относящиеся к отбору проб воздуха, которые могут быть значимыми для последующего анализа, должны быть тщательно запротоколированы. Расположение оборудования для отбора проб воздуха должно быть приведено в протоколе испытаний в виде эскиза или, по возможности, фотоснимка.

#### 6.1.2 Цели измерений

Целями мониторинга воздуха на содержание волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений могут быть:

1) определение содержания волокон асбеста, преобладающего при обычной эксплуатации и заселенности помещения в здании, с целью установления его состояния; подобный мониторинг может проводиться периодически для проверки эффективности деятельности по снижению интенсивности в течение долговременного периода. Это «отбор проб преобладающего уровня»;

---

[1)] Сокращение не применяется в тексте стандарта и приведено для сохранения его идентичности.

2) определение содержания волокон асбеста при кратковременном отборе проб воздуха в заселенных помещениях при их обычной эксплуатации до начала действий, которые могут привести к нарушению асбестового материала. Это «отбор проб для определения фонового содержания»;

3) определение влияния регулярного обслуживания здания, где применены асбестсодержащие строительные материалы, на содержание волокон асбеста в воздухе. Это «отбор проб для оценки влияния деятельности»;

4) определение изменения содержания волокон асбеста в воздухе, которое могло быть результатом смоделированной деятельности, изменений в режиме эксплуатации здания или следствием необратимых повреждений асбестсодержащих материалов. Это «отбор проб в целях исследования»;

5) подтверждение того, что содержание волокон асбеста находится ниже установленного уровня, при котором могут быть удалены вре́менные сдерживающие барьеры или отменены меры обеспечения безопасности, и после завершения вре́менных корректирующих действий по снижению риска воздействия или интенсивности выделения может быть разрешено повторное заселение зоны. Это «отбор проб после очистки»;

6) установление того, не происходила ли во время деятельности по снижению интенсивности утечка загрязненного воздуха с загрязненного участка в окружающую среду или все еще происходит. Это «отбор проб для проверки утечек»;

7) определение воздействия волокон асбеста, содержащихся в воздухе, на индивидуума; в этом случае отбор проб проводят в зоне дыхания. Это «индивидуальный отбор проб».

Цели измерений более подробно описаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Виды мониторинга воздуха замкнутых помещений и моделирование условий эксплуатации

| Вопрос | Цель измерения | Условия отбора проб (см. 6.2) |
|---|---|---|
| Насколько высоко содержание волокон асбеста в воздухе при обычной эксплуатации помещения? | Определение содержания волокон асбеста, преобладающего в течение долговременного периода в воздухе замкнутого помещения, с целью определения его состояния или проверки эффективности деятельности по снижению интенсивности [отбор проб преобладающего уровня, 6.1.2 (1)] | Не требуется моделирование условий. Пробы воздуха отбирают при обычной заселенности и эксплуатации здания. |
| Каково исходное содержание волокон асбеста, по которому следует оценивать эффективность принимаемых мер? | Определение фонового содержания волокон асбеста при кратковременном отборе проб в заселенных помещениях при их обычной эксплуатации до начала действий, которые могут привести к нарушению асбестового материала [отбор проб для определения фонового содержания, 6.1.2 (2)] | Не требуется моделирование условий. Пробы воздуха отбирают при обычной заселенности и эксплуатации здания незадолго до принятия планируемых мер |
| Каково содержание волокон асбеста в помещении, если в нем заменяют электролампы, проводят очистку стен и полов или замену потолочных покрытий? | Определение, не является ли недопустимое содержание волокон асбеста в воздухе результатом регулярного обслуживания здания [отбор проб для оценки влияния деятельности, 6.1.2 (3)] | Не требуется моделирование. Отбирают стационарные и индивидуальные пробы воздуха во время регулярного обслуживания здания или другой деятельности |
| Необходимы ли вре́менные корректирующие действия, если планируется использовать помещение в других целях? | Определить, является ли приемлемым содержание волокон асбеста в воздухе при смене условий эксплуатации помещения [отбор проб в целях исследования, 6.1.2 (4)] | Нарушают поверхности, создают движение воздуха и вибрации, типичные для предполагаемых условий заселенности помещения |

*Окончание таблицы 1*

| Вопрос | Цель измерения | Условия отбора проб (см. 6.2) |
|---|---|---|
| Уменьшилось ли содержание волокон асбеста в воздухе до допустимого значения, при котором могут быть отменены меры обеспечения безопасности? Были ли вре́менные корректирующие действия эффективными? | Подтверждение того, что после завершения вре́менных корректирующих действий перед отменой мер обеспечения безопасности типичная деятельность в помещении не приводит к недопустимому содержанию волокон асбеста в воздухе [отбор проб после очистки, 6.1.2 (5)] | Нарушают поверхности, создают движение воздуха и вибрации, типичные для предполагаемых условий населенности помещения |
| После завершения деятельности по снижению интенсивности в зоне сдерживания не превышает ли содержание волокон асбеста допустимое значение в условиях экстремального возмущающего действия? | Окончательный мониторинг качества воздуха для определения того, была ли зона сдерживания очищена до такой степени, что сдерживающие барьеры могут быть удалены и может быть разрешено повторное заселение зоны [отбор проб после очистки, 6.1.2 (5)] | Создают движение воздуха, более интенсивное по сравнению с тем, которое наблюдается при обычной эксплуатации здания. Для моделирования экстремальных условий используют различные методы создания вибрации и перемешивание воздуха вблизи поверхностей |
| Эффективны ли сдерживающие барьеры, действие отрицательного избыточного давления и другие меры обеспечения безопасности в предотвращении попадания волокон асбеста на территории за пределами зоны проведения работ? Была ли территория за пределами зоны проведения работ загрязнена волокнами асбеста? | Мониторинг качества воздуха для подтверждения того, что все меры обеспечения безопасности эффективны во время деятельности по снижению интенсивности [отбор проб для проверки утечек, 6.1.2 (6)] | Отбирают пробы воздуха по внешней границе зоны сдерживания во время деятельности по снижению интенсивности |
| Есть ли вероятность того, что наличие волокон асбеста, попавших в воздух в результате той или иной деятельности, приведет к недопустимому воздействию на индивидуума? | Мониторинг качества воздуха для определения воздействия на индивидуума [индивидуальный отбор проб, 6.1.2 (7)] | Отбирают пробы воздуха в зоне дыхания индивидуума при выполнении им рабочих операций |

### 6.1.3 Выбор метода анализа

Методы анализа для определения содержания волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений могут быть установлены в национальных стандартах, обязательных к исполнению. Если национальный стандарт на метод анализа отсутствует, то может быть выбран один из четырех стандартных методов анализа ИСО для применения в сочетании с методологией отбора проб воздуха, установленной в настоящем стандарте. Характеристики стандартных методов анализа ИСО, основанных на PCM, SEM, TEM прямого переноса или TEM непрямого переноса, приведены в приложении В.

### 6.1.4 Число мест отбора проб воздуха

Число отбираемых проб воздуха зависит от числа, размера и расположения помещений в здании. Удобно рассматривать здание с использованием понятия «комнатный модуль», на основе которого может быть вычислено число отбираемых проб воздуха для любой конкретной цели. В каждой отдельной зоне сдерживания отбирают не менее двух проб воздуха, за исключением очень небольших отдельных помещений площадью менее 10 м$^2$, каждое из которых рассматривают как один комнатный модуль. Для больших помещений число комнатных модулей $n_{RU}$ вычисляют по эмпирической формуле

$$n_{RU} = \frac{14A}{730 + A}, \quad (1)$$

где $A$ — площадь большого помещения, м$^2$.

Результат округляют до целого числа в бóльшую сторону.

Число проб воздуха, необходимых для оценки конкретного помещения при отборе проб преобладающего уровня или в целях исследования, отборе проб для определения фонового содержания, после очистки и для проверки утечек, приведено в таблице 2.

Приподнятые участки (например, осветительные площадки, кабины крановщиков, помосты для обслуживания оборудования, рабочие платформы в шахтах) следует рассматривать отдельно.

Таблица 2 — Минимальное число проб воздуха, необходимых для оценки больших зданий

| Число оцениваемых комнатных модулей $N$ [1] | Минимальное требуемое число проб воздуха при | |
|---|---|---|
| | отборе проб преобладающего уровня или в целях исследования | отборе проб для определения фонового содержания, после очистки или для проверки утечек |
| От 1 до 2 | 2 | 2 |
| От 3 до 4 | 2 | 3 |
| От 5 до 6 | 3 | 4 |
| От 7 до 8 | 3 | 5 |
| От 9 до 11 | 3 | 6 |
| От 12 до 14 | 3 | 7 |
| От 15 до 17 | 4 | 8 |
| От 18 до 20 | 4 | 9 |
| От 21 до 25 | 5 | 10 |
| От 26 до 31 | 5 | 11 |
| От 32 до 38 | 6 | 12 |
| От 39 до 46 | 6 | 13 |
| От 47 до 55 | 7 | 14 |
| Более 55 | $N/8$ (округленное в бóльшую сторону) | $N/4$ (округленное в бóльшую сторону) |

[1] $N$ — это значение $n_{RU}$, округленное в бóльшую сторону.

### 6.1.5 Выбор мест отбора проб воздуха

Комнатные модули могут быть выбраны таким образом, чтобы особое значение придавалось местам, где предполагается наличие потенциальных источников асбеста на основе предварительных обследований и анализа строительных материалов. Там, где это сделано, результаты анализа таких стратифицированных проб воздуха должны быть четко отделены от результатов для проб воздуха, отобранных случайным образом. В зданиях с большим числом отдельных помещений малого размера или в очень больших помещениях пробы воздуха могут быть отобраны в местах, выбранных случайным образом. Пробы воздуха обычно отбирают на расстоянии по крайней мере 2 м от стен, размещая кассету с фильтром на высоте от 1,2 до 1,5 м от пола. Следует учитывать расположение вентиляционных решеток, чтобы отобранные пробы воздуха были по возможности наиболее представительными для воздуха в помещении.

Если одно или несколько полученных значений содержания волокон асбеста в воздухе превышает допустимое значение, то выполняют другой цикл измерений после проведения соответствующих корректирующих действий, результатом которых должно быть значительное уменьшение содержания волокон асбеста.

При последующем повторном определении в число проб воздуха следует включать как пробы, отбираемые из комнатных модулей, в которых было превышено допустимое значение, так и пробы, отбираемые из комнатных модулей, в которых отбор проб воздуха еще не проводился.

В нескольких местах отбора проб воздуха в большом помещении или в нескольких небольших помещениях, соединенных друг с другом, создают одинаковые условия эксплуатации на всей площади помещения и во всех помещениях, которые объединены в один комнатный модуль.

При определении и выборе комнатных модулей на отдельных этажах здания или в больших помещениях следует учитывать различные варианты эксплуатации и меблировку помещения для того, чтобы результаты измерений точно отображали характеризуемую зону. Кроме того, следует отдавать предпочтение местам отбора проб воздуха, которые представляют высокий потенциальный риск, обусловленный расположением, свойствами и доступом к асбестсодержащим строительным материалам.

На лестничных маршах и в доступных лифтовых шахтах, где возможны сквозняки, выбирают по крайней мере одно место отбора проб воздуха в верхней секции лестничного марша или шахты соответственно. В качестве альтернативы герметизируют все отверстия для сведения к минимуму влияния сквозняков в недоступных лифтовых шахтах или подобных помещениях. В этом случае в качестве места отбора проб воздуха выбирают дно лифтовой шахты.

**6.1.6 Измерения в рециркуляционных вентиляционных каналах в зданиях, оборудованных системой кондиционирования воздуха**

Пробы воздуха могут быть отобраны в системе рециркуляционных вентиляционных каналов в здании, оборудованных системой кондиционирования воздуха, непосредственно перед тем местом, где происходят фильтрование воздуха и возвращение его в систему. Пробы воздуха на содержание твердых частиц, отобранные в этом месте, обычно отражают усредненную обстановку в занимаемых помещениях здания. Система кондиционирования воздуха должна находиться во включенном состоянии при отборе проб воздуха. Скорость потоков воздуха в рециркуляционных вентиляционных каналах здания достаточно низкая, поэтому для рассматриваемого диапазона диаметров волокон не обязательно проводить изокинетический отбор проб.

**6.1.7 Измерение в помещениях малого объема**

При определении содержания волокон асбеста в помещениях небольшого объема с низкой интенсивностью воздухообмена, если во время всего периода отбора проб воздуха не происходит эмиссии волокон асбеста в воздух, содержание волокон асбеста в воздухе во время отбора проб может понизиться, поскольку само устройство выполняет функцию фильтра. Это тот случай, когда, например, моделируют условия эксплуатации здания. Поэтому общий объем всех проб воздуха, отбираемых в помещении в течение 1 ч, не должен превышать одну десятую объема помещения, в противном случае может быть получена заниженная оценка содержания волокон асбеста. Если отбор проб воздуха проводят в помещениях, где ожидается подобный эффект, а анализ должен проводиться методами, основанными на принципах прямого переноса, то рекомендуется использовать фильтры диаметром 25 мм, чтобы минимизировать требования к отбираемому объему воздуха.

**6.1.8 Отбор проб воздуха в зоне сдерживания**

Перед отбором проб воздуха следует проверить, чтобы поверхности в зоне сдерживания были сухими. Если отбор проб воздуха проводят в зоне сдерживания после применения в ней ПАВ (поверхностно-активных веществ) или герметиков, то отбор проб начинают только по истечении достаточно долгого периода времени после их применения, чтобы дать им время застабилизироваться. Если отбор проб воздуха начинают слишком рано, то поверхность фильтра будет сильно загрязнена ПАВ или герметиком, которые часто могут быть только частично удалены в процессе подготовки образцов в зависимости от типа используемого ПАВ или герметика. Присутствие этих материалов в пробе воздуха ухудшает различимость тонких волокон асбеста, понижает чувствительность анализа и может привести к выбраковке пробы.

**6.1.9 Влияние высокой загрузки фильтров твердыми частицами**

Более низкий предел обнаружения метода анализа в принципе может быть достигнут за счет увеличения объема отбираемого воздуха и площади рассматриваемого фильтра. При увеличении продолжительности отбора проб воздуха или объемного расхода увеличивается объем пробы, а наличие в воздухе замкнутого помещения неволокнистых частиц может быть причиной усиленного образования на фильтре агломератов. Результатом этого могут быть засорение фильтра во время отбора проб воздуха, недопустимый перепад давления на фильтре и понижение расхода воздуха. Следствием высокой загрузки фильтров частицами неволокнистой природы может быть затемнение волокон асбеста, приводящее к отрицательному смещению. Загрузка фильтра частицами не должна превышать 10 % площади его поверхности.

Выбор подходящей продолжительности отбора проб воздуха, интенсивности и частоты моделирования и рассматриваемой площади фильтра является, таким образом, проблемой оптимизации, которую необходимо решить на этапе планирования измерения в соответствии с его конкретной целью. Целесообразно предварительно провести экспериментальные исследования для определения оптимальных условий отбора проб воздуха.

### 6.1.10 Холостые пробы

Чистые фильтры, используемые для отбора холостых проб воздуха в условиях применения, подвергают всей процедуре анализа волокон асбеста, что и фильтры для отбора аналитических проб. Число холостых проб для условий применения, отправляемых в лабораторию на анализ, должно составлять по крайней мере 10 % общего числа анализируемых проб воздуха, при этом берут не менее одной холостой пробы для одной зоны сдерживания и не менее одной пробы в день.

### 6.1.11 Отбор проб воздуха в зданиях

Пробы воздуха отбирают внутри зданий, в которых присутствуют асбестсодержащие строительные материалы, для определения их влияния на содержание асбеста в воздухе. Оптимальные места для отбора проб воздуха могут быть определены только после полного обследования здания для установления местонахождения и типа асбестсодержащих строительных материалов, характера движения воздуха и деятельности обитателей. Пробы воздуха отбирают на участках, где присутствуют асбестсодержащие материалы, а на соседних участках, где не ожидается наличие волокон асбеста в воздухе, отбирают пробы для сравнения. Рекомендуется отбирать пробы наружного воздуха во входных каналах, через которые он поступает в системы кондиционирования.

По возможности стационарные пробы воздуха отбирают в течение не менее 4 ч при обычной эксплуатации здания[1)].

Регистрируют все данные, относящиеся к отбору проб воздуха, которые могут быть значимыми для последующего анализа. Расположение оборудования для отбора проб воздуха должно быть указано на эскизе или, по возможности, фотоснимке, прилагающемся к протоколу испытаний. Пример формы протокола отбора проб воздуха приведен в приложении С.

Не проводят отбор проб, если в воздухе в большом количестве присутствует пыль или дым (от сигарет), поскольку из-за перегрузки фильтров для отбора проб будет невозможно провести исследование под микроскопом или будет необходимо преждевременно прекратить отбор проб, при этом чувствительность анализа будет неудовлетворительной.

Если ожидается понижение температуры во время отбора проб воздуха, то относительная влажность должна быть не более 70 %. Если температура понижается ниже температуры точки росы, то на поверхности фильтра могут скопиться капли воды, что приведет к увеличению сопротивления потоку воздуха.

## 6.2 Моделирование условий эксплуатации

### 6.2.1 Общие положения

Хорошо известно, что асбест может быть не обнаружен в пробах воздуха, отобранных в пассивных условиях, даже если он в значительном количестве присутствует на поверхностях в зоне, где были отобраны пробы воздуха. Моделирование деятельности в помещении необходимо с одной из двух целей: 1) для определения содержания волокон асбеста в условиях, соответствующих текущей эксплуатации здания; или 2) для подтверждения того, что с недавно очищенной зоны может быть снят запрет для заселения путем создания максимально возможного содержания волокон асбеста в воздухе. Отбор проб воздуха может быть проведен при обычной эксплуатации и заселенности здания, и в этом случае нет необходимости моделировать условия.

Перед моделированием любой деятельности участок должен быть проверен на наличие любой асбестсодержащей пыли или мусора. Исследование проб пыли и мусора методами поляризационной оптической микроскопии может дать информацию для определения необходимости моделирования.

6.2.1.1 Моделирование текущих условий эксплуатации здания

Для определения содержания волокон асбеста, попавших в воздух при текущей эксплуатации здания, моделируют деятельность, аналогичную той, которую осуществляют при обычной эксплуатации [3]. Моделирование условий эксплуатации — это процесс, при котором любую пыль, находящуюся на поверхностях в помещении, возможно содержащую волокна асбеста, поднимают в воздух таким же путем, как и при наиболее активной деятельности, осуществляемой при обычной заселенности помещения. Например, уборка офиса — это каждодневная деятельность, которая может моделировать наиболее активную деятельность в офисе, а отскакивание баскетбольного мяча и бег могут воспроизвести наиболее активную деятельность в спортзале. Моделирование осуществляют за счет создания движений воздуха и/или вибраций и нарушения поверхностей. Типы методов моделирования приведены в приложении А. При проведении исследования методы, приведенные в приложении А, должны одинаково

---

[1)] Объем отбираемого воздуха может уточняться в соответствии с национальными действующими нормативно-методическими документами, техническими требованиями заказчика и т. д.

воспроизводить моделируемую деятельность, чтобы обеспечить получение сопоставимых результатов. Любое отклонение от установленных методов должно быть обосновано для каждого отдельного случая.

Кроме типа моделируемой деятельности на результат измерения содержания в воздухе волокон асбеста будут влиять другие факторы, такие как энергия или усилия, затраченные при первом моделировании деятельности, ее продолжительность, частота повторения и продолжительность отбора проб воздуха. Поскольку на практике можно столкнуться с множеством различных ситуаций, нереально составить четкую форму протоколов, но в окончательном протоколе необходимо соответствующим образом отметить вышеуказанные параметры.

Такая моделированная деятельность предназначена для воспроизведения аэрозолей, образуемых при обычной деятельности. Если в воздухе замкнутого помещения присутствуют волокна асбеста, то в рассматриваемой зоне в результате моделирования может образоваться аэрозоль с частицами асбеста. Все работники, участвующие в исследовании, должны иметь индивидуальные средства защиты для предотвращения возможного воздействия на здоровье потенциально опасного аэрозоля. Исследователь должен внимательно относиться к возможности создания опасного воздействия и принимать меры для гарантии, что никакие сторонние наблюдатели не подвергаются опасности во время моделирования деятельности. Также следует рассмотреть такие меры предосторожности, как применение сдерживающих барьеров для предотвращения увеличения зоны загрязнения при моделировании и средств контроля наружного воздуха.

6.2.1.2 Моделирование после завершения деятельности по снижению интенсивности

Для определения необходимости очистки помещения после завершения деятельности по снижению интенсивности отбирают пробы агрессивного воздуха. При этом поднимают с поверхностей любую остаточную пыль для создания максимально возможного содержания волокон асбеста в воздухе. Перед моделированием деятельности любого типа проводят визуальный осмотр поверхностей в зоне. Если на поверхностях присутствуют визуально просматриваемые остатки асбестсодержащих материалов, то моделирование не проводят, пока зона не будет предварительно очищена.

Примечание — Подробное описание визуального осмотра зон после вновь проведенных действий по снижению интенсивности приведено в [8].

### 6.2.2 Типы моделирования

Используемые типы и подходящие методы моделирования в зависимости от целей измерения приведены в таблице 1.

Моделирование можно не проводить или проводить частично, если при обычной эксплуатации помещения происходит выделение волокон асбеста. Например, занятия спортом в спортзалах, деятельность в течение школьного учебного дня или уборку помещений с использованием обычного пылесоса можно рассматривать как виды деятельности, вызывающие достаточно высокий уровень возмущения.

### 6.2.3 Выбор времени проведения моделирования

При отсутствии требований, установленных законодательством, моделирование проводят непосредственно перед началом отбора проб воздуха и при необходимости повторяют во время него. Рекомендуется, чтобы время, в течение которого проводят моделирование, не превышало 10 % продолжительности отбора проб воздуха.

## 6.3 Характеристики отбора проб

### 6.3.1 Число отбираемых проб

При отборе проб преобладающего уровня, в целях исследования, для определения фонового содержания, после очистки или для проверки утечек число отбираемых проб выбирают по таблице 2.

### 6.3.2 Отбор проб преобладающего уровня

Для обеспечения представительности отбора проб воздуха для условий обычной эксплуатации здания должна быть включена система кондиционирования воздуха и соблюдены следующие меры предосторожности:

a) все окна, двери и другие подобные технологические проемы должны оставаться закрытыми не менее 3 ч перед началом и во время отбора проб воздуха для предотвращения разбавления воздуха замкнутого помещения и уменьшения содержания волокон асбеста;

b) обеспечивают, чтобы во время отбора проб воздуха в здании по возможности осуществлялась такая же деятельность, как и при его обычной эксплуатации.

### 6.3.3 Отбор проб для определения фонового содержания

Это кратковременный отбор проб воздуха для определения фонового содержания волокон асбеста на заселенном участке с целью получения основы для сравнения с результатами, полученными после моделирования. Моделирование может нарушать или не нарушать асбестсодержащий материал. Отбирают пробы воздуха непосредственно перед началом моделирования.

### 6.3.4 Отбор проб для оценки влияния деятельности и в целях исследования

Определить влияние единичного источника выделения волокон асбеста на их содержание в воздухе во всем здании может быть трудно, т. к. источники выделения могут быть сильно локализованы, что приводит к неоднородности распределения аэрозолей. Воздух на расстоянии от локального источника выделения может быть настолько разбавлен, что при единичном измерении нельзя будет обнаружить превышение допустимого значения содержания волокон асбеста, поэтому при отсутствии дополнительной информации об источниках выделения для описания ситуации может потребоваться отбор дополнительных проб воздуха. В других случаях деятельность, приводящая к выделению волокон асбеста, по своему характеру может быть кратковременной, что накладывает ограничения на объем отбираемого воздуха. Это может привести к недостаточной чувствительности анализа и необходимости аккумулировать волокна асбеста при многократном повторении деятельности во время экспозиции каждого фильтра. При планировании эксперимента по исследованию кратковременной деятельности необходимо учитывать чувствительность анализа.

### 6.3.5 Отбор проб после очистки

При отборе проб воздуха после очистки следует применять существующие нормативные документы, принятые национальным законодательством. В целом, мониторинг воздуха, проводимый после завершения деятельности по снижению интенсивности, выполняют только после:

a) очистки всех поверхностей по завершении деятельности по снижению интенсивности;

b) проведения тщательного визуального осмотра, показавшего, что в помещениях нет остатков асбеста или следов пыли; если были найдены какие-либо остатки, то требования к процедурам очистки не были выполнены и требуется дополнительная очистка;

c) того, как все поверхности будут высушены; наличие остатков влаги приведет к временной адгезии волокон асбеста на поверхностях и более низкому содержанию их в воздухе по сравнению с содержанием при полностью сухих поверхностях;

d) того, как пройдет время, достаточное для удаления из воздуха следов какого-либо герметика, распыляемого для приклеивания оставшихся частиц пыли к поверхностям.

При отборе проб воздуха после очистки в зоне сдерживания выключают вентиляционные установки по созданию отрицательного давления при их наличии (если в нормативных документах не установлено другое).

Примечание — В некоторых постановлениях правительства может быть положение о том, что вентиляционные установки по созданию отрицательного давления должны оставаться включенными во время отбора проб воздуха после очистки. Пробы воздуха, отобранные в таких условиях, обычно содержат твердые взвешенные частицы, попавшие в зону сдерживания извне.

### 6.3.6 Отбор проб для проверки утечек

Отбор проб воздуха для проверки утечек используют в качестве дополнения к постоянным тщательным визуальным осмотрам сдерживающего барьера. Необходимо учитывать следующие места отбора проб воздуха: вблизи шлюзовых камер (вход и выход для работников), вблизи шлюза для мешков (шлюз, используемый для удаления мешков с мусором из зоны сдерживания) и вблизи вытяжек вентиляционных установок по созданию отрицательного давления. При этом необходимо успеть отобрать пробу воздуха за несколько минут при высоком расходе воздуха, обеспечивающем достаточную чувствительность анализа. Определяют источник выделения любых волокон асбеста, содержание которых значительно превышает уровни фонового содержания.

### 6.3.7 Индивидуальный отбор проб

Зона дыхания работника представляет собой полусферу радиусом 0,3 м, расположенную перед лицом, с центром на линии, соединяющей уши. Фильтродержатель обращают лицевой поверхностью вниз и закрепляют на верхнем лацкане пиджака или плече одежды работника, по возможности как можно ближе ко рту и носу, предпочтительно на расстоянии 0,2 м. Следует также учитывать выделение волокон асбеста локализованными источниками: в таких случаях зонд для отбора проб воздуха обращают в ту сторону, где ожидается наиболее высокое значение содержания. Если на работника надет респиратор, то зонд для отбора проб размещают в стороне от выпуска чистого воздуха.

### 6.3.8 Отбор проб атмосферного воздуха

Результаты, полученные при анализе проб воздуха, отобранных снаружи исследуемых зданий, часто используют для сравнения с результатами анализа проб, отобранных внутри здания. Погодные условия часто могут ограничить возможность отбора удовлетворительных проб наружного воздуха, поэтому отбор проб по возможности проводят при небольших скорости ветра и влажности. Во время отбора проб воздуха следует регистрировать погодные условия, скорость и направление ветра. Также следует регистрировать всю доступную информацию, относящуюся к топографии местности, типу и расположению источников выделения волокон асбеста. При исследовании зданий с системами кондиционирования воздуха, находящихся в городской черте, общее содержание твердых частиц в наружном воздухе может быть фактором, ограничивающим объем отбираемого воздуха, приводя к более высокой чувствительности анализа, чем чувствительность, которая может быть достигнута внутри здания. Необходимо внимательно рассматривать этот случай, если при измерениях были получены только низкие значения содержания волокон асбеста.

## 6.4 Вычисления результатов

### 6.4.1 Общие положения

При интерпретации результатов измерений важно знать предел обнаружения и ограничения по прецизионности при измерениях методами PCM, SEM или TEM.

### 6.4.2 Предел обнаружения при анализе методом PCM

Предел обнаружения при анализе методом PCM на малозагруженных фильтрах контролируют подсчетом фоновых волокон, получаемым при исследовании представительных фильтров из каждой партии. Предел обнаружения будет возрастать при увеличении числа частиц на фильтре, но достоверные данные, относящиеся к этому эффекту, отсутствуют.

### 6.4.3 Пределы обнаружения при анализе методами SEM и TEM

При отборе проб воздуха в соответствии с методологией, установленной в настоящем стандарте, предел обнаружения при анализе методами SEM или TEM — это значение счетной концентрации волокон асбеста, ниже которого с вероятностью 95 % волокна асбеста не будут обнаружены.

Предел обнаружения зависит от:

a) объема отбираемого воздуха, проходящего через фильтр за время отбора проб, и

b) исследуемой площади фильтра.

Предел обнаружения определяется содержанием, соответствующим обнаружению при анализе 2,99 волокон асбеста. Например, при измерении методом SEM, при котором через каждый квадратный сантиметр площади фильтра ($см^2$) отбирался объем воздуха 1 $м^3$ и рассматривали участок поверхности фильтра площадью 1 $мм^2$, вычисленный предел обнаружения составил 300 ($м^{-3}$)[1)].

Фоновое содержание любых волокон асбеста, присутствующих на чистых фильтрах, не учитывают при определении предела обнаружения. Однако опыт показал, что фоновое содержание незначительно при измерениях методами SEM и TEM для волокон асбеста длиной более 5 мкм. При измерении содержания всех волокон асбеста длиной более 0,5 мкм методом TEM может оказаться необходимым учитывать присутствие небольшого числа фоновых волокон асбеста.

### 6.4.4 Интерпретация результатов измерений и соответствие допустимому значению содержания

6.4.4.1 Интерпретация результатов измерений, полученных при анализе методом PCM

Коэффициент вариации при анализе методом PCM представляет собой комбинацию пуассоновской вариабельности, погрешностей измерения объема воздуха и субъективной составляющей. Из указанных составляющих субъективная составляющая является наибольшей, и в каждой аналитической лаборатории может быть получено значение для группы аналитиков. Исследования показали, что для группы лабораторий, отобранных случайным образом, отобранный 90 %-ный межлабораторный доверительный интервал может быть оценен на основе комбинации пуассоновской вариабельности и субъективной составляющей 0,45 [7], [8], [9]. Чтобы подтвердить соответствие установленной норме содержания, необходимо учитывать общую вариабельность. Нижнюю и верхнюю границы 95 %-ного доверительного интервала вычисляют по формулам:

$$L_{LCL} = \frac{2x + 4 - [(4 + 2x)^2 - 4(1 - 4s_R^2)x^2]^{1/2}}{2x(1 - 4s_R^2)}, \quad (2)$$

---

[1)] В настоящем стандарте заменено устаревшее наименование измеряемой величины «концентрация» и ее единица «волокна/$м^3$» на термин «счетная концентрация» и единицу «$м^{-3}$».

$$L_{UCL} = \frac{2x + 2{,}25 + [(2{,}25 + 2x)^2 - 4(1 - 2{,}25s_R^2)x^2]^{1/2}}{2x(1 - 2{,}25s_R^2)}, \quad (3)$$

где $L_{LCL}$ — коэффициент умножения для получения нижней границы 95 %-ного доверительного интервала;

$L_{UCL}$ — коэффициент умножения для получения верхней границы 95 %-ного доверительного интервала;

$s_R$ — субъективная составляющая межлабораторного коэффициента вариации;

$x$ — общее число подсчитанных волокон.

Формулу (2) не применяют при значениях $s_R \geq 0{,}50$. Формулу (3) не применяют при значениях $s_R \geq 0{,}66$.

Группа лабораторий или аналитиков, которыми может быть получено достаточное количество данных для вычисления значения $s_R$, для своей группы, могут использовать эти формулы при построении кривых зависимости для получения границ 95 %-ного доверительного интервала. Для интерпретации данных, полученных в лаборатории методом РСМ, следует применять значение $s_R$, оцененное в лаборатории, или принять его значение равным 0,45.

Например, полагая $s_R$ равным 0,45 для подтверждения соответствия норме счетной концентрации волокон асбеста 0,01 мл$^{-1}$ для одной пробы воздуха, в которой было обнаружено 100 волокон, при вычислении по формуле (3) содержание волокон асбеста в воздухе будет в 3,13 раза ниже, чем 0,01 мл$^{-1}$. Поэтому полученное содержание волокон асбеста в воздухе не должно быть более 0,003 мл$^{-1}$ (при общем числе сосчитанных волокон 100) для подтверждения соответствия норме 0,01 мл$^{-1}$ при доверительной вероятности 95 %.

6.4.4.2 Интерпретация результатов измерений, полученных при анализе методами SEM и TEM

Фоновое содержание волокон асбеста длиной более 5 мкм при анализе методами SEM или TEM обычно незначительно, но при определении волокон длиной более 0,5 мкм может потребоваться учесть низкое фоновое содержание.

На прецизионность анализа методами SEM и TEM обычно не влияют субъективные составляющие и при условии, что распределение частиц аэрозоля, осевших на фильтре для отбора проб воздуха, равномерно, можно предположить наличие пуассоновского распределения волокон асбеста. Границы 95 %-ного доверительного интервала в зависимости от числа подсчитанных волокон асбеста могут быть вычислены по формулам (4) и (5) или взяты из таблицы 3. Формулы (4) и (5) являются приближенными, что приводит к определению верхней и нижней границ 95 %-ного доверительного интервала с точностью до двух значащих цифр после запятой.

При полученном числе асбестовых структур или волокон асбеста $x$ нижнюю границу 95 %-ного доверительного интервала вычисляют по формуле

$$x_{LCL} = x\left[1 - \frac{1}{9x} - z\left(9\frac{1}{x}\right)^{1/2}\right]^3. \quad (4)$$

Верхнюю границу 95 %-ного доверительного интервала вычисляют по формуле

$$x_{UCL} = d\left[1 - \frac{1}{9d} + z\left(\frac{1}{9d}\right)^{1/2}\right]^3, \quad (5)$$

где $d = (x + 1)$;

$z = 1{,}960$ — это стандартное нормальное отклонение для границ 95 %-ного двухстороннего доверительного интервала.

В качестве альтернативы можно точно вычислить значения верхней и нижней границ 95 %-ного доверительного интервала с использованием программного обеспечения с крупноформатной таблицей, если с ее помощью можно вычислить $\chi^2$-распределение, а границы доверительного интервала при этом определяют по формулам

$$x_{LCL} = \frac{1}{2D_1}; \quad (6)$$

$$x_{UCL} = \frac{1}{2D_2}, \quad (7)$$

где $D_1$ — значение $\chi^2$ при $2x$ степенях свободы и уровне значимости $(1 - \alpha/2)$;

$D_2$ — значение $\chi^2$ при $2(x+1)$ степенях свободы и уровне значимости $\alpha/2$.

Для 95 %-ных доверительных интервалов применяют $\alpha/2 = 0{,}025$.

В некоторых случаях волокна асбеста, собранные на фильтре, могут находиться в виде сгруппированных волокон или матриц, и используемые критерии подсчета волокон асбеста могут привести к распределению, отличающемуся от распределения Пуассона. Если отклонение от распределения Пуассона значительно и при этом было обнаружено значительное число волокон асбеста, то необходим более консервативный подход для выбора другого распределения, такого как гауссово, в котором среднее и стандартное отклонения являются независимыми переменными.

Обычно распределение волокон асбеста в образце для микроскопического анализа, подготовленного методом ТЭМ с непрямым переносом, более близко приближается к пуассоновскому по сравнению со случаем, когда применяется метод ТЭМ с прямым переносом.

Статистическая интерпретация результатов измерений одинакова для всех методов электронной микроскопии, что показано на следующих примерах.

***Пример 1 — Счетная концентрация волокон асбеста в атмосферном воздухе составляет 50 ($м^{-3}$)[1], а чувствительность анализа при определении содержания волокон в воздухе здания — 10 $м^{-3}$. Если среднее подсчитанное число волокон асбеста составляет $\bar{x}$, то вероятность обнаружения x волокон асбеста во время исследования может быть описана распределением Пуассона:***

$$P(x, \bar{x}) = \frac{\bar{x}^{x} \exp(-\bar{x})}{x!}. \quad (8)$$

***В данном примере, поскольку $\bar{x} = 0,5$, то вероятность обнаружения двух волокон асбеста при анализе пробы воздуха составляет приблизительно 15 %. Следовательно, несмотря на то что наблюдение двух волокон асбеста при подсчете будет соответствовать счетной концентрации 200 $м^{-3}$, но если было сделано заключение, что это значение больше содержания в атмосферном воздухе, вероятность того, что это заключение неверно, будет составлять 15 %.***

***Подобная неоднозначная ситуация часто может быть разрешена путем увеличения рассматриваемой площади, т. е. повышением чувствительности анализа. Если рассматриваемая площадь была удвоена, то чувствительность анализа составит 50 $м^{-3}$, и, в среднем, должно быть обнаружено четыре волокна асбеста. Из таблицы 3 видно, что нижняя граница 95 %-ного доверительного интервала при подсчете четырех волокон асбеста составляет 1,090 волокон асбеста, таким образом, получается значение 54,5 $м^{-3}$ для нижней границы 95 %-ного доверительного интервала содержания. Удваивание рассматриваемой площади в данном случае позволяет установить, что при доверительной вероятности 97,5 % полученное содержание завышено по сравнению с содержанием в атмосферном воздухе.***

***Пример 2 — Если счетная концентрация волокон асбеста была определена как 100 $м^{-3}$ и измерения проводились при чувствительности анализа 100 $м^{-3}$, то, вероятно, будет обнаружено одно волокно асбеста. Чтобы подтвердить с доверительной вероятностью 97,5 %, что результат измерений завышен по отношению к содержанию волокон асбеста в атмосферном воздухе 50 $м^{-3}$, может быть необходимо увеличить исследуемую площадь в 12 раз. При этом чувствительность анализа составит 8,333 $м^{-3}$ и будут обнаружены двенадцать волокон асбеста. Значение нижней границы 95 %-ного доверительного интервала для среднего числа волокон асбеста, равного 12 по таблице 3, составляет 6,201 волокно, при этом значение нижней границы 95 %-ного доверительного интервала счетной концентрации волокон асбеста составит 51,7 $м^{-3}$, что немного выше значения счетной концентрации волокон асбеста в атмосферном воздухе (50 $м^{-3}$).***

Таблица 3 — Верхняя и нижняя границы 95 %-ного доверительного интервала для сосчитанного числа

| Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя | Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя | Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 3,689[a)] | 5 | 1,624 | 11,669 | 10 | 4,795 | 18,391 |
| 1 | 0,025 | 5,572 | 6 | 2,202 | 13,060 | 11 | 5,491 | 19,683 |
| 2 | 0,242 | 7,225 | 7 | 2,814 | 14,423 | 12 | 6,201 | 20,962 |
| 3 | 0,619 | 8,767 | 8 | 3,454 | 15,764 | 13 | 6,922 | 22,231 |
| 4 | 1,090 | 10,242 | 9 | 4,115 | 17,085 | 14 | 7,654 | 23,490 |

[1] 1 $м^{-3}$ = $10^{-6}$ $мл^{-1}$.

*Окончание таблицы 3*

| Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя | Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя | Число асбестовых структур или волокон | Нижняя | Верхняя |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 8,396 | 24,741 | 56 | 42,301 | 72,721 | 97 | 78,657 | 118,34 |
| 16 | 9,149 | 25,983 | 57 | 43,171 | 73,851 | 98 | 79,557 | 119,44 |
| 17 | 9,904 | 27,219 | 58 | 44,041 | 74,979 | 99 | 80,458 | 120,53 |
| 18 | 10,668 | 28,448 | 59 | 44,912 | 76,106 | 100 | 81,360 | 121,66 |
| 19 | 11,440 | 29,671 | 60 | 45,785 | 77,232 | 110 | 90,400 | 132,61 |
| 20 | 12,217 | 30,889 | 61 | 46,658 | 78,357 | 120 | 99,490 | 143,52 |
| 21 | 13,000 | 32,101 | 62 | 47,533 | 79,482 | 130 | 108,61 | 154,39 |
| 22 | 13,788 | 33,309 | 63 | 48,409 | 80,605 | 140 | 117,77 | 165,23 |
| 23 | 14,581 | 34,512 | 64 | 49,286 | 81,727 | 150 | 126,96 | 176,04 |
| 24 | 15,378 | 35,711 | 65 | 50,164 | 82,848 | 160 | 136,17 | 186,83 |
| 25 | 16,178 | 36,905 | 66 | 51,042 | 83,969 | 170 | 145,41 | 197,59 |
| 26 | 16,983 | 38,097 | 67 | 51,922 | 85,088 | 180 | 154,66 | 208,33 |
| 27 | 17,793 | 39,284 | 68 | 52,803 | 86,207 | 190 | 163,94 | 219,05 |
| 28 | 18,606 | 40,468 | 69 | 53,685 | 87,324 | 200 | 173,24 | 229,75 |
| 29 | 19,422 | 41 ,649 | 70 | 54,567 | 88,441 | 210 | 182,56 | 240,43 |
| 30 | 20,241 | 42,827 | 71 | 55,451 | 89,557 | 220 | 191,89 | 251,10 |
| 31 | 21,063 | 44,002 | 72 | 56,335 | 90,673 | 230 | 201,24 | 261,75 |
| 32 | 21,888 | 45,175 | 73 | 57,220 | 91,787 | 240 | 210,60 | 272,39 |
| 33 | 22,715 | 46,345 | 74 | 58,106 | 92,901 | 250 | 219,97 | 283,01 |
| 34 | 23,545 | 47,512 | 75 | 58,993 | 94,014 | 260 | 229,36 | 293,62 |
| 35 | 24,378 | 48,677 | 76 | 59,880 | 95,126 | 270 | 238,75 | 304,23 |
| 36 | 25,213 | 49,840 | 77 | 60,768 | 96,237 | 280 | 248,16 | 314,82 |
| 37 | 26,050 | 51,000 | 78 | 61,657 | 97,348 | 290 | 257,58 | 325,39 |
| 38 | 26,890 | 52,158 | 79 | 62,547 | 98,458 | 300 | 267,01 | 335,96 |
| 39 | 27,732 | 53,315 | 80 | 63,437 | 99,567 | 310 | 276,45 | 346,52 |
| 40 | 28,575 | 54,469 | 81 | 64,328 | 100,68 | 320 | 285,90 | 357,08 |
| 41 | 29,421 | 55,622 | 82 | 65,219 | 101,79 | 330 | 295,36 | 367,62 |
| 42 | 30,269 | 56,772 | 83 | 66,111 | 102,90 | 340 | 304,82 | 378,15 |
| 43 | 31,119 | 57,921 | 84 | 67,003 | 104,00 | 350 | 314,29 | 388,68 |
| 44 | 31,970 | 59,068 | 85 | 67,897 | 105,11 | 360 | 323,77 | 399,20 |
| 45 | 32,823 | 60,214 | 86 | 68,790 | 106,21 | 370 | 333,26 | 409,71 |
| 46 | 33,678 | 61,358 | 87 | 69,684 | 107,32 | 380 | 342,75 | 420,22 |
| 47 | 34,534 | 62,501 | 88 | 70,579 | 108,42 | 390 | 352,25 | 430,72 |
| 48 | 35,392 | 63,642 | 89 | 71,474 | 109,53 | 400 | 361,76 | 441,21 |
| 49 | 36,251 | 64,781 | 90 | 72,370 | 110,63 | 410 | 371,27 | 451,69 |
| 50 | 37,112 | 65,919 | 91 | 73,267 | 111,73 | 420 | 380,79 | 462,18 |
| 51 | 37,973 | 67,056 | 92 | 74,164 | 112,83 | 430 | 390,32 | 472,65 |
| 52 | 38,837 | 68,192 | 93 | 75,061 | 113,94 | 440 | 399,85 | 483,12 |
| 53 | 39,701 | 69,326 | 94 | 75,959 | 115,04 | 450 | 409,38 | 493,58 |
| 54 | 40,567 | 70,459 | 95 | 76,858 | 116,14 | 460 | 418,92 | 504,04 |
| 55 | 41,433 | 71,591 | 96 | 77,757 | 117,24 | 470 | 428,47 | 514,50 |

[a] Граница одностороннего 95 %-ного доверительного интервала для нулевого числа структур составляет 2,99.

### 6.4.5 Вычисление средних взвешенных по объему значений

В некоторых случаях (например, при вычислении значений, усредненных за долговременный период), для уменьшения, например, разброса результатов, необходимо объединить несколько полученных значений для вычисления среднего значения счетной концентрации волокон асбеста *C*.

Если среднее значение следует вычислять для серии результатов измерений, основанных на малых числах подсчитанных волокон асбеста, то для получения среднего взвешенного по объему значения применяют следующую математическую процедуру. При вычислении обычного среднего арифмети-

ческого значения будет получено значение счетной концентрации волокон асбеста, в котором не учтена зависимость между числом волокон асбеста и объемом пробы воздуха.

Полностью полученное значение определяется двумя параметрами: оценкой результата подсчета числа волокон асбеста $x$ и оцененным объемом пробы воздуха $V_p$. Только оцененный объем пробы воздуха $V_p$ определяет предел обнаружения.

Соответствующим образом несколько отдельных результатов измерений объединяют путем суммирования числа волокон асбеста $x_i$ и оцененных значений объема пробы воздуха $V_p$. Таким образом

$$C = \frac{\Sigma x_i}{\Sigma V_p} \quad (9)$$

и для предела обнаружения $E$

$$E = \frac{2{,}99}{\Sigma V_p} \quad (10)$$

95 %-ный доверительный интервал, обусловленный случайным отклонением результатов анализа отдельных проб воздуха, вычисляют аналогично на основе $\Sigma x_i$ и $\Sigma V_p$.

Для того чтобы сделать результаты доступными для анализа специалистом, представление результатов измерений для каждой пробы воздуха должно включать как число подсчитанных волокон, так и данные, обеспечивающие вычисление объема отобранного воздуха. Важно, чтобы все пробы воздуха были отобраны при одном и том же расходе воздуха.

### 6.5 Протокол отбора проб воздуха

Форма протокола отбора проб воздуха, приведенная в приложении D, может быть использована для любой цели измерений методами PCM, SEM, а также TEM с прямым и непрямым переносом.

## 7 Обеспечение качества

### 7.1 Общие положения

В разделе приведена информация для пользователей настоящего стандарта, необходимая для улучшения качества измерений. Приведенная ниже информация относится только к отбору проб воздуха, но не к методам анализа, для которых установлены свои процедуры обеспечения качества как неотъемлемая часть методики измерений. Оценка показателей деятельности лаборатории — по ИСО/МЭК 17025.

### 7.2 Система обеспечения качества в лаборатории

Перед отправкой проб воздуха в аналитическую лабораторию убеждаются в том, что в лаборатории имеется руководство по качеству и документы, подтверждающие применение системы менеджмента качества.

### 7.3 Повторные измерения

Рекомендуется, чтобы приблизительно 10 % повторных проб воздуха отправляли в лабораторию в качестве «слепых». Результаты, полученные для пар повторных проб воздуха, должны быть согласованными в статистических пределах процедур отбора проб и подсчета количества волокон асбеста.

### 7.4 Предоставление чистых фильтров и холостых проб в качестве «слепых» проб

Холостые пробы для условий применения и кассеты с чистыми фильтрами не должны быть идентифицированы при поставке в лабораторию. Каждая холостая проба или кассеты с чистыми фильтрами должны быть соотнесены с объемом воздуха и случайным образом включены в последовательность анализируемых проб воздуха. Такая процедура обеспечивает независимый контроль загрязнений в лаборатории и в условиях применения и гарантирует, что анализ контрольных и реальных проб воздуха производят с одинаковой степенью аккуратности.

### 7.5 Межлабораторный анализ

При проведении каждого исследования рекомендуется направлять одну кассету с фильтром на анализ в другую лабораторию. Такая процедура обеспечивает независимый контроль лабораторного смещения. Этого можно не делать, если лаборатория предоставит документы, подтверждающие ее успешное участие в программе межлабораторных испытаний.

## Приложение А
## (обязательное)

## Методы моделирования

### А.1 Общие положения

Методы моделирования, установленные в настоящем приложении, предназначены для поднятия в воздух любой пыли с поверхностей в исследуемой зоне таким образом, чтобы фильтр с твердыми частицами был пригоден для последующего анализа.

Основными методами моделирования для поднятия волокон асбеста в воздух являются:

a) движение воздуха,

b) вибрация,

c) использование кисти или щетки,

d) сочетание методов a), b) и c).

Эти методы используют, если в национальных стандартах или директивах не установлено другое. При выборе подходящего метода моделирования необходимо ознакомиться с внутренними инструкциями и организационными мерами, относящимися к соблюдению мер предосторожности. Также необходимо убедиться в том, что все оборудование, используемое при моделировании деятельности, тщательно очищено для предотвращения случайного внесения волокон асбеста в исследуемую зону.

### А.2 Нарушение поверхностей

С помощью описанных в настоящем разделе методов осевшие на поверхностях и в щелях волокна асбеста повторно поднимают в воздух с использованием щетки или вентилятора, направленного непосредственно на поверхность с заданного рабочего расстояния.

В целом, обрабатывают не менее 5 % площади исследуемой поверхности. Продолжительность возмущения будет зависеть от площади зоны/помещения (числа комнатных модулей). При отборе проб после очистки возмущение моделируют так, чтобы происходило интенсивное возмущение внутри помещения и поднималась пыль в зонах, с которых был удален асбест и непосредственно связанных с ними, а также на горизонтальных участках в радиусе 3—5 м от пробоотборника в каждом комнатном модуле. Возмущение следует проводить непосредственно перед отбором проб воздуха или начинать одновременно с ним, и его можно повторить во время отбора проб. Механическое возмущение пыли путем обработки поверхностей в помещении щеткой или кистью – эффективное средство поднятия пыли в воздух в сочетании с движением воздуха. Используемая щетка должна быть новой для предотвращения внесения в зону волокон асбеста, оставшихся на ней после предыдущего использования. Для распределения повторно поднятой в воздух пыли по всему объему помещения в зоне могут быть использованы вентиляторы. При использовании щеток ими интенсивно смахивают пыль с поверхности перед отбором проб воздуха. Эту процедуру можно повторять во время отбора проб воздуха. Если используют воздуходувки, то приблизительно 5 % площади исследуемой поверхности и по крайней мере 5 $м^2$ площади каждого локализованного комнатного модуля в радиусе 3—5 м от соответствующего пробоотборника обрабатывают потоком воздуха. Направляют поток воздуха непосредственно на поверхность.

### А.3 Характеристики воздуходувки

Характеристики воздуходувки, используемой для моделирования возмущений, оценивают не реже, чем один раз в три месяца. Скорость потока воздуха на рабочем расстоянии должна составлять 4 м/с $\pm$ 20 %. Она может быть измерена анемометром.

### А.4 Создание вибрации

#### А.4.1 Отскакивание мяча

Для моделирования типичных условий эксплуатации таких помещений, как спортивные залы или игровые комнаты, ударяют баскетбольным мячом по полу и по стенам 40 раз в радиусе 5 м от каждого пробоотборника во время отбора проб воздуха. Для представительного отбора проб воздуха эта деятельность должна продолжаться не менее 10 % времени отбора проб.

#### А.4.2 Хлопанье дверью

Волокна асбеста могут выделяться использованными для отделки внутренних стен помещения панелями, сделанными из асбестсодержащих материалов, при ударах о пустотелые стены или их вибрации. Хлопанье дверью подходит для моделирования типичных условий эксплуатации и повторного поднятия в воздух осевших волокон асбеста, источником выделения которых, возможно, являются стеновые панели. Открытую дверь, находящуюся под прямым углом к стене, закрывают с ускорением так, чтобы при этом она сильно хлопнула. Повторяют это действие пять раз во время отбора проб воздуха. Если хлопанье дверью не может смоделировать качание пустотелых стен, то сильно надавливают на стеновые панели пять раз во время отбора проб воздуха.

#### А.4.3 Бросание объекта

Для повторного поднятия в воздух волокон асбеста, которые могли осесть на ковры и ковровые покрытия, бросают объекты, типичные для эксплуатации помещения, такие как книги или папки, на ковер. Бросают объект с высоты 1 м так, чтобы он упал на пол большей поверхностью в радиусе 5 м от каждого пробоотборника. Повторяют это действие пять раз во время отбора проб воздуха.

**Приложение В**
**(справочное)**

## Выбор метода анализа

### В.1 Общие положения

Волокна асбеста в воздухе здания могут быть определены методами анализа, установленными национальными стандартами. Если существуют постановления местного законодательного органа, регламентирующие эти методы, то их следует использовать с учетом методологии отбора проб воздуха, установленной в настоящем стандарте.

Если использование этих методов анализа не регламентировано национальными стандартами, то при определении волокон асбеста в воздухе замкнутых помещений используют один из четырех имеющихся методов анализа, учитывая их различные возможности. Характеристики четырех стандартизованных методов анализа волокон асбеста приведены в таблице В.1. Выбор подходящего метода будет зависеть от гранулометрической фракции волокон асбеста, подлежащей определению, от того, как точно должна быть проведена их идентификация, и требований, установленных в директивах и стандартах по качеству воздуха.

Таблица В.1 — Сравнение важных параметров имеющихся методов ИСО

| Метод анализа | Тип микроскопа | Подготовка пробы | Увеличение при подсчете | Параметры волокон, поддающихся подсчету (длина $l$, толщина $w$) | Приблизительная минимальная толщина волокна, различаемая при установленном увеличении, мкм | Метод идентификации волокон | Размер рассматриваемого образца | Чувствительность анализа (целевые значения) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ИСО 8672 | PCM | Не требуется | 400—500 | $l/w$: минимум 3,0<br>$l$: > 5,0 мкм<br>$w$: < 3,0 мкм | 0,2 | Не определяется | Весь фильтр или по крайней мере его четвертая часть (0,96 см$^2$) | Менее 0,003 мл$^{-1}$ в чистом воздухе с низким TSP |
| ИСО 14966 | SEM | Не требуется | 2000 | $l/w$: минимум 3,0<br>$l$: > 5,0 мкм<br>$w$: < 3,0 мкм | 0,2 | Химический состав | Весь фильтр или по крайней мере 1 см$^2$ | Стандартная 100 м$^{-3}$ |
| ИСО 10312 | TEM/ EDXA | Не требуется | 20000 | $l/w$: минимум 5,0<br>$l$: минимум 0,5 мкм | 0,01 | Кристаллическая структура и химический состав | 3 сетки, каждая диаметром 3 мм | Стандартная, 500 м$^{-3}$ |
| | | | 5000 | $l/w$: минимум 3,0<br>$l$: минимум 5,0 мкм<br>$w$: от 0,2 до 3,0 мкм | 0,03 | | | Стандартная, 100 м$^{-3}$ |
| ИСО 13794 | TEM/ EDXA | Требуется | 20000 | $l/w$: минимум 5,0<br>$l$: минимум 0,5 мкм | 0,01 | Кристаллическая структура и химический состав | 3 сетки, каждая диаметром 3 мм | Стандартная, 500 м$^{-3}$ |
| | | | 5000 | $l/w$: минимум 3,0<br>$l$: минимум 5,0 мкм<br>$w$: от 0,2 до 3,0 мкм | 0,03 | | | Стандартная, 100 м$^{-3}$ |

[a] Может быть увеличено за счет рассмотрения большей площади фильтра.

**В.2 ИСО 8672 Качество воздуха. Определение счетной концентрации неорганических волокон в воздухе методом фазоконтрастной микроскопии. Метод с применением мембранного фильтра**

В ИСО 8672 установлен метод анализа РСМ, предназначенный для рутинного мониторинга воздействия на работников в рабочих зонах, где его перерабатывают или добывают. Этот метод не позволяет идентифицировать физико-химическую природу отдельных волокон, а также различить волокна асбеста толщиной менее 0,2 мкм. Приведенные значения счетной концентрации относятся ко всем видимым волокнам длиной более 5 мкм и толщиной менее 3,0 мкм (см. также [5], [6] и [7]).

**В.3 ИСО 14966 Атмосферный воздух. Определение счетной концентрации неорганических волокнистых частиц. Метод сканирующей электронной микроскопии**

В ИСО 14966 установлен метод определения счетной концентрации в воздухе волокон асбеста длиной более 5 мкм и толщиной от 0,2 до 3,0 мкм с помощью SEM. Каждое волокно классифицируют в соответствии с его химическим составом на основе EDXA спектра, позволяющего исключить из подсчета большинство волокон неасбестовой природы. Счетную концентрацию волокон приводят отдельно для каждой модификации асбеста. Современные системы для рентгеновского анализа позволяют различить все модификации волокон асбеста. Поскольку по химическому составу тальк и антофиллит подобны, волокна этих минералов можно различить только на основе их морфологии. Более подробная информация по этому вопросу приведена в [3].

**В.4 ИСО 10312 Атмосферный воздух. Определение волокон асбеста. Метод просвечивающей электронной микроскопии с прямым переносом**

В ИСО 10312 установлена методика анализа с применением просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) с прямым переносом, позволяющим обнаружить волокна асбеста длиной более 0,5 мкм и толщиной менее 0,01 мкм. Неорганические волокна идентифицируют на основе их морфологии, характера дифракции электронов на образце и результатов энергодисперсионного рентгеноспектрального анализа (EDXA). Методики подсчета установлены для определения волокон асбеста длиной более 0,5 мкм, волокон асбеста длиной более 5 мкм и РСМ-эквивалентных волокон асбеста (т. е. волокон длиной более 5 мкм и толщиной от 0,2 до 3,0 мкм).

**В.5 ИСО 13794 Атмосферный воздух. Определение волокон асбеста. Метод просвечивающей электронной микроскопии с непрямым переносом**

В ИСО 13794 установлена методика анализа с применением просвечивающей электронной микроскопии с непрямым переносом, позволяющая обнаружить волокна асбеста такого же размера, что и методика, установленная в ИСО 10312. Преимущество метода, установленного в ИСО 13794, — отсутствие необходимости ограничивать загрузку фильтра твердыми частицами, поскольку ее регулируют в лаборатории в процессе подготовки образцов для ТЕМ. Следует учитывать, что при подготовке образца для анализа методом ТЕМ с непрямым переносом по ИСО 13794 может быть получено распределение волокон асбеста по размерам, отличающееся от полученного методом ТЕМ с прямым переносом по ИСО 10312, а также завышенные значения содержания волокон асбеста в воздухе.

**Приложение С**
**(справочное)**

## Пример формы протокола отбора проб

Таблица С.1 представляет собой пример формы для составления протокола отбора проб воздуха. Форма, подобная приведенной в данном примере, может быть использована для любой цели измерений и для измерений методами PCM, SEM и TEM с прямым или непрямым переносом.

Т а б л и ц а С.1 — Пример формы протокола отбора проб

| | |
|---|---|
| Проект: | № |
| Место отбора проб воздуха: | |
| Номер(а) фотографий: | |
| Отбор проб<br>Начало (дата, время) . . . . . .<br>Окончание (дата, время) . . . . . .<br>Продолжительность (в минутах) . . . . . | |
| Пробоотборник (тип и номер): | |
| Фильтр для отбора проб (тип): | |
| Размер пор (мкм): | Диаметр (мм): |
| Эффективный диаметр (мм): | Эффективная площадь ($мм^2$): |
| Данные по отбору проб | |
| Показание объемного расходомера | |
| В начале отбора проб ($м^3$): | По окончании отбора проб ($м^3$): |
| Общий объем воздуха ($м^3$): | |
| Утечка (при закрытом входном отверстии пробоотборника) (л/мин): | |
| Перепад давлений на фильтре в начале отбора проб (кПа) (необязательно): | |
| Объемный расход (л/мин) | |
| В начале отбора проб: | По окончании отбора проб: |
| Параметры микроклимата в помещении (при необходимости) | |
| Температура воздуха (°С): | Относительная влажность воздуха (%): |
| Метод(ы) моделирования: | |
| Продолжительность моделирования (с указанием времени начала и окончания): | |
| Продолжительность моделирования в процентах от общего времени отбора проб: | |
| Комментарии: | |
| Отбор проводил: | Подпись: |
| Комментарии: | |

**Приложение D**
**(справочное)**

## Пример формы для составления итогового отчета

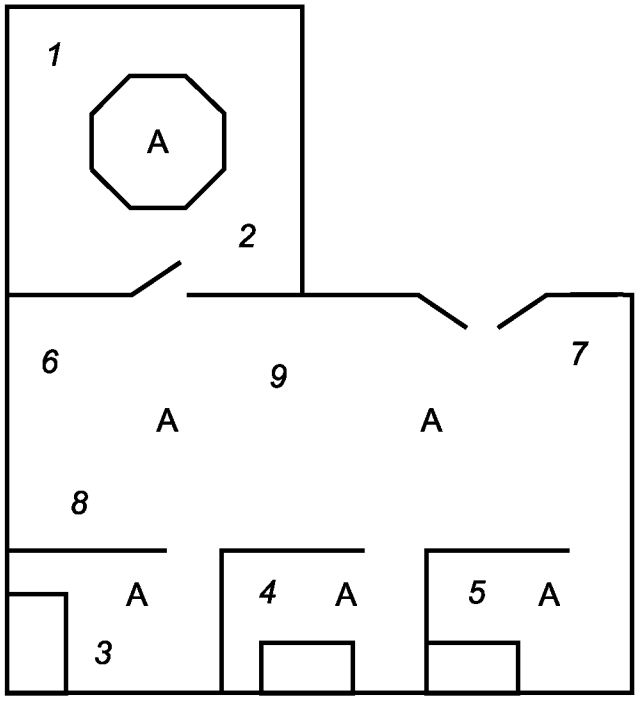
Таблица D.1 представляет собой пример формы для составления итогового отчета по результатам определения содержания волокон асбеста. На рисунке D.1 приведен пример плана помещения с указанием расположения пробоотборников и важных объектов, таких как отверстия приточной вентиляции. Все позиции таблицы D.1 должны быть заполнены и представлен план здания вместе с комментариями относительно расположения мест отбора проб. Любые отклонения от методик, установленных в настоящем стандарте, должны быть приведены в отчете.

Таблица D.1 — Пример формы для составления итогового отчета

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Информация о здании | | | | |
| Заказчик: | | | | |
| Здание: | | | | |
| Местонахождение в здании участка, на котором принимают меры по снижению интенсивности выделения волокон асбеста (с приложением рисунка, если это целесообразно): | | | | |
| Исследуемая площадь ($м^2$): | | Число помещений на исследуемой площади: | | |
| Дата проведения контроля: | | Время проведения контроля: | | |
| 2 Цель контроля | | | | |
| Определение преобладающего содержания в воздухе волокон асбеста ( ) | | Определение содержания волокон асбеста после окончательной очистки зоны ( ) | | |
| Утечка волокон асбеста из загрязненной зоны ( ) | | Исследование местонахождения или происшествия ( ) | | |
| Другое (конкретизировать) | | | | |
| 3 Определение необходимого числа проб воздуха | | | | |
| Число комнатных модулей по ИСО 16000-7: | | | | |
| Число проб воздуха по ИСО 16000-7: | | | | |
| Откорректированное число проб воздуха: | | | | |
| Причины внесения корректировки: | | | | |
| 4 Метод: по ИСО 8672 ( ) | По ИСО 10312 ( ) | По ИСО 13794 ( ) | По ИСО 14966 ( ) | Другой метод ( ) |
| 5 Метод(ы) моделирования: | | | | |
| 6 Продолжительность моделирования в процентах от общего времени отбора проб: | | | | |
| 7 Результаты измерения счетной концентрации (в установленных единицах): волокон ($мл^{-1}$) ( ), волокнистых структур ($л^{-1}$) и ( ) волокон ($м^{-1}$) ( ) | | | | |
| 01: | | 05: | 09: | 13: |
| 02: | | 06: | 10: | 14: |
| 03: | | 07: | 11: | 15: |
| 04: | | 08: | 12: | 16: |
| 8 Наблюдения | | | | |
| ( ) Во время отбора проб не было наблюдений, которые могли стать причиной сомнений относительно представительности результатов анализа проб воздуха | | | | |
| ( ) Отбор проб был непредставительным, поскольку:<br>( ) Число проб было слишком малым<br>( ) Поверхности были влажными<br>( ) Другое (конкретизировать) | | | | |
| 9 Предельные значения | | | | |

*Окончание таблицы D.1*

| | |
|---|---|
| ( ) Предельные значения не превысили допустимые (значения)<br>( ) Предельные значения превысили допустимые (значения) | |
| 10 ( ) Требования к дополнительному отбору проб | |
| ( ) Дополнительный отбор проб не требуется<br>( ) Требуется дополнительный отбор проб в зонах……., поскольку превышено предельно допустимое значение<br>( ) Требуется дополнительный отбор проб в зонах……., поскольку они связаны с зонами, описанными в 7.2., посредством воздухообмена<br>( ) Требуется дополнительный отбор проб в зонах……. в соответствии с требованиями ИСО 16000-7 | |
| 11 Проверка результатов | |
| Подпись: | Дата: |




Цифрами *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8*, *9* обозначено расположение пробоотборников; символом «А» — отверстия приточной вентиляции

Рисунок D.1 — Пример плана помещения с указанием расположения пробоотборников

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Т а б л и ц а ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|---|---|---|
| ИСО 16000-1 | IDT | ГОСТ Р ИСО 16000-1—2007 «Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Отбор проб. Общие положения» |
| ИСО/МЭК 17025 | IDT | ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025—2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» |
| П р и м е ч а н и е — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:<br>- IDT — идентичные стандарты. | | |

## Библиография


[1] Health Effects Institute — Asbestos Research. Asbestos in public and commercial buildings: A literature review and synthesis of current knowledge. Health Effects Institute — Asbestos Research 1991

[2] U.S. Environmental Protection Agency. Asbestos-containing materials in schools. Code of Federal Regulations Title 40 Part 763, Appendix A to Subpart E., Washington, DC, October 30, 1987

[3] VDI 3492:2004 Indoor air measurement, ambient air measurement — Measurement of inorganic fibrous particles, scanning electron microscopy method

[4] EN 1822 High efficiency air filters (HEPA and ULPA), Parts 1 to 3, 1998, Parts 4 to 5, 2000 [(EH 1822, Высокоэффективные фильтры очистки воздуха (HEPA и ULPA) части 1—3, 1998, части 4—5, 2000]

[5] Cowie, A.J. and Crawford, N.P. A Comparison of the Effects of Different Counting Rules and Aspect Ratios on the Level and Reproducibility of Asbestos Fibre Counts. Part I: Effects on Level. Report No TM/82/23 (EUR P.77), Institute of Occupational Medicine, Roxburgh Place, Edinburgh EH8 9SU, December 1982

[6] Crawford, N.P., Thorpe, H.L. and Alexander, W. A Comparison of the Effects of Different Counting Rules and Aspect Ratios on the Level and Reproducibility of Asbestos Fibre Counts. Part II: Effects on Reproducibility. Report No. TM/82/24 (EUR P.77), Institute of Occupational Medicine, Roxburgh Place, Edinburgh EH8 9SU, December 1982

[7] National Institute of Occupational Safety and Health. Asbestos and other Fibers by PCM. NIOSH Method 7400, Issue 2, NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th edition, DHHS (NIOSH) Publication 94-113, 16 August, 1994

[8] American Society for Testing and Materials. Standard practice for visual inspection of asbestos abatement projects. Practice E1368-00, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA

[9] ISO 4225 Air quality — General aspects — Vocabulary (ИСО 4225, Качество воздуха. Общие положения. Словарь)

[10] ISO 8672 Air quality — Determination of the number concentration of airborne inorganic fibres by phase contrast optical microscopy — Membrane filter method (ИСО 8672, Качество воздуха. Определение счетной концентрации неорганических волокон в воздухе методом фазоконтрастной микроскопии. Метод с применением мембранного фильтра)

[11] ISO 10312 Ambient air — Determination of asbestos fibres — Direct transfer transmission electron microscopy method (ИСО 10312, Атмосферный воздух. Определение волокон асбеста. Метод просвечивающей электронной микроскопии с прямым переносом)

[12] ISO 13794 Ambient air — Determination of asbestos fibres — Indirect-transfer transmission electron microscopy method (ИСО 13794, Атмосферный воздух. Определение волокон асбеста. Метод просвечивающей электронной микроскопии с непрямым переносом)

[13] ISO 14966 Ambient air — Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles — Scanning electron microscopy method (ИСО 14966, Атмосферный воздух. Определение счетной концентрации неорганических волокнистых частиц. Метод сканирующей электронной микроскопии)

[14] ISO 16017-1 Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 1: Pumped sampling (ИСО 16017-1, Воздух замкнутых помещений, атмосферный и рабочей зоны. Отбор проб и анализ летучих органических соединений с помощью сорбционной трубки с последующей термической десорбцией и капиллярной газовой хроматографией. Часть 1. Отбор проб методом прокачки)

[15] ISO 16017-2 Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 2: Diffusive sampling (ИСО 16017-1, Воздух замкнутых помещений, атмосферный и рабочей зоны. Отбор проб и анализ летучих органических соединений с помощью сорбционной трубки с последующей термической десорбцией и капиллярной газовой хроматографией. Часть 2. Диффузионный метод отбора проб)

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.20 Т 58

Ключевые слова: воздух, замкнутые помещения, волокна асбеста, строительные материалы, отбор проб, методы анализа

Редактор *А.В. Маркин*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 01.08.2012. Подписано в печать 13.08.2012. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,15. Тираж 136 экз. Зак. 698.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru