ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 16000-13— 2012

ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 13
Определение общего содержания полихлорированных диоксиноподобных бифенилов (ПХБ) и полихлорированных дибензо-пара-диоксинов/дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ) (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент

ISO 16000-13:2008
Indoor air — Part 13: Determination of total (gas and particle phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) — Collection on sorbent backed filters
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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 23 ноября 2012 г. № 1155-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 16000-13:2008 «Воздух замкнутых помещений. Часть 13. Определение общего содержания полихлорированных диоксиноподобных бифенилов (ПХБ) и полихлорированных дибензо-пара-диоксинов/дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ) (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент» (ISO 16000-13:2008 «Indoor air — Part 13: Determination of total (gas and particle phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs), — Collection on sorbent backed filters»)

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 3
5 Основные положения 3
6 Аппаратура и материалы 4
7 Подготовка материалов для отбора проб 8
8 Отбор проб 9
9 Минимальные требования к отбору проб 11
Приложение А (справочное) Подробное описание устройств отбора проб 12
Приложение В (обязательное) Определение эффективности отбора проб или динамической эффективности удерживания 20
Приложение С (справочное) Структурные формулы, токсичность и вычисление эквивалентных показателей токсичности 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 26
Библиография 27

Введение

В стандартах серии ИСО 16000 установлены общие требования, относящиеся к определению загрязняющих веществ в воздухе замкнутых помещений и необходимым условиям, которые нужно соблюдать до или во время отбора проб индивидуальных соединений или групп соединений, а также самим методикам измерений.

Настоящий стандарт применяют при отборе проб диоксиноподобных полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) в воздухе замкнутых помещений и при подготовке сорбентов для отбора проб. Аналогичные методики применяют при отборе проб полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), состоящих из двух и более конденсированных колец. Методики подготовки устройств для отбора проб ПАУ, экстракции и анализа приведены в ИСО 12884, поэтому они не входят в область применения настоящего стандарта.

Порядок отбора проб при анализе ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ в воздухе замкнутых помещений приведен в ИСО 16000-12.

Некоторые ПХБ и ПХДД/ПХДФ считаются потенциальными канцерогенами для человека. Существует 209 индивидуальных ПХБ (конгенеры), 75 — ПХДД и 135 — ПХДФ. Наиболее токсичны компланарные ПХБ, по структуре подобные ПХДД. Наиболее токсичный ПХДД-2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-диоксин (2,3,7,8-ТХДД).

ПХБ выделяют в воздух замкнутых помещений в основном наполнители бетона, некоторые краски или электрические конденсаторы; хотя в последние несколько лет применение ПХБ в их составе было запрещено. Основными источниками ПХДД/ПХДФ в воздухе замкнутых помещений являются примеси, входящие в состав средств защиты изделий из дерева, содержащие пентахлорфенол (ПХФ), и выбросы, образующиеся при горении хлорированных соединений. Выбросы от близлежащих свалок и заброшенных строительных площадок также могут влиять на содержание ПХБ и ПХДД/ПХДФ в воздухе замкнутых помещений.

Общее содержание ПХБ (т. е. содержание шести маркерных ПХБ: ПХБ-28, -52, -101, -138, -153 и -180, умноженное на 5) в атмосферном воздухе на городской территории обычно составляет от 10 до несколько сотен пикограмм на кубический метр (пг/м^3). Содержание ПХДД/ПХДФ, обнаруживаемых в атмосферном воздухе на городской территории, обычно очень низкое; например от нескольких фемтограмм (фг/м^3) до нескольких пикограмм на кубический метр (пг/м^3). ПХБ и ПХДД/ПХДФ могут быть распределены между газовой фазой и твердыми взвешенными частицами в атмосферном воздухе и воздухе замкнутых помещений, в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, степени хлорирования, их содержания и способности сорбироваться на твердых частицах, взвешенных в воздухе. Эти соединения, особенно с давлением насыщенного пара более 10^{-8} кПа, имеют тенденцию улетучиваться с фильтра во время отбора проб. Поэтому для эффективного отбора проб используют ловушку для паров. Раздельный анализ фильтра и ловушки для паров не следует применять, так как его результаты не будут отражать исходное распределение между газовой фазой и твердыми взвешенными частицами в атмосферном воздухе при обычной температуре окружающей среды из-за испарения соединений с фильтра.

Перевозка стандартных образцов ПХДД/ПХДФ должна соответствовать требованиям национального законодательства. Их транспортируют в специальных контейнерах, выпускаемых серийно. К работе с этими контейнерами допускают только специально обученный персонал.

В настоящем стандарте установлена методика отбора проб полихлорированных диоксиноподобных бифенилов (ПХБ) и полихлорированных дибензо-пара-диоксинов/дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ). Методики экстракции ПХБ и ПХДД/ПХДФ, очистки и анализа проб установлены в ИСО 16000-14.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 13
Определение общего содержания полихлорированных диоксиноподобных бифенилов (ПХБ) и полихлорированных дибензо-пара-диоксинов/дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ) (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент

Indoor air. Part 13: Determination of total polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) (gas and particle phase). Collection on sorbent backed filters

Дата введения — 2013—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к отбору проб и подготовке сорбентов для отбора проб для последующего определения содержания диоксиноподобных полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) в воздухе замкнутых помещений (см. таблицу 1). Методика включает отбор проб воздуха с целью улавливания ПХБ и ПХДД/ПХДФ на фильтре и в ловушке с сорбентом. Методику не применяют для раздельного определения содержания ПХБ И ПХДД/ПХДФ в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц, поскольку некоторые соединения будут испаряться с фильтра и попадать в ловушку с сорбентом. В настоящем стандарте не рассмотрены методы анализа ПХБ, ПХДД и ПХДФ — они установлены в ИСО 16000-14 (ИСО 16000-13 и ИСО 16000-14 — это две части полной методики измерений для определения ПХБ и ПХДД/ПХДФ).

В сочетании с методиками анализа, установленными в ИСО 16000-14, включающими специфический анализ методом высокоэффективной газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией высокого разрешения (ГХВР/МСВР), методика обеспечивает определение большинства ПХБ и ПХДД/ПХДФ при их содержании 0,2 пг/м^3 и менее. Однако при содержании 0,2 пг/м^3 и ниже может оказаться невозможным определить все аналиты, особенно при низкой скорости отбора проб.

Для достижения соответствующих пределов обнаружения объем пробы воздуха должен составлять не менее 50 м^3. При обычных целях измерений применяют пробы воздуха объемом до 360 м^3 (что эквивалентно отбору проб в течение 24 ч при объемной скорости потока воздуха 16 м^3/ч или 7 суток при объемной скорости потока воздуха 2 м^3/ч). Методика была аттестована при продолжительности отбора проб до семи суток. При использовании больших ловушек с сорбентом аттестацию проводили для проб воздуха объемом до 1000 м^3.

Прецизионность отбора проб при обычных условиях, можно ожидать, составит ± 25 % или менее, а неопределенность составит ± 50 % и менее.

При наличии соответствующих ограничений методика может быть применена в небольших помещениях, например в детских комнатах или в офисах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 12884 Воздух атмосферный. Определение общего содержания полициклических ароматических углеводородов (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент с последующим анализом методом хромато-масс-спектрометрии (ISO 12884, Ambient air — Determination of total (gas- and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons — Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses)

Издание официальное

ИСО 16000-12 Воздух замкнутых помещений. Часть 12. Отбор проб полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) [ISO 16000-12, Indoor air — Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDF) and polycyclic aromatic hydrocarbons]

ИСО 16000-14 Воздух замкнутых помещений. Часть 14. Определение общего содержания полихлорированных диоксиноподобных бифенилов (ПХБ) и полихлорированных дибензо-пара-диоксинов/дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ) (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Экстракция, очистка и анализ методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии высокого разрешения [ISO 16000-14, Indoor air — Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) — Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry]

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **эффективность отбора проб** E_S (sampling efficiency): Характеристика устройства отбора проб, определяющая его способность улавливать и удерживать определяемые соединения.

Примечание — E_S — доля аналита, %, уловленного и удержанного устройством отбора проб, если в устройство отбора проб вводится известное количество аналита и оно работает при обычных условиях в течение периода времени, равного или превышающего продолжительность отбора пробы, требуемую для предполагаемого использования.

3.2 **динамическая эффективность удерживания** E_r (dynamic retention efficiency): Характеристика устройства отбора проб, определяющая его способность удерживать конкретный ПХБ, ПХДД или ПХДФ, нанесенный на сорбент в виде раствора, если через устройство отбора проб пропускают воздух при обычных условиях в течение периода времени, равного или превышающего продолжительность отбора пробы, требуемую для предполагаемого использования.

3.3 **диоксиноподобный ПХБ** E_r (dioxin-like PCB): Нон-орто и моно-орто ПХБ, имеющие сродство к арил-углеводородному (Ah) рецептору, оказывающие такое же токсикологическое воздействие, что и 2,3,7,8-замещенные ПХДД/ПХДФ в соответствии с классификацией, принятой ВОЗ[1)].

Примечания

1 См. [5].

2 См. также таблицы С.1 и С.2.

3.4 **маркерный ПХБ** (marker PCB): Один из шести маркерных ПХБ.

Примечание — К шести маркерным ПХБ относятся PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 и PCB-180.

3.5 **введение стандарта** (spiking): Добавление стандартов ПХБ, меченных изотопом $^{13}C_{12}$.

3.6 **рабочая характеристика** (operational performance characteristic): Параметр, на основе которого оценивают влияние физического и химического окружения и проблем технического обслуживания на прибор.

Пример — Напряжение в сети электропитания, температура, подача конкретных веществ, время настройки, период необслуживаемой работы [1].

3.7 **холостая проба для условий применения** (field blank): Проба неэкспонированного материала для отбора проб с введенным стандартом (например фильтр, пенополиуретановая (ППУ) гильза или собранный картридж для отбора проб), которую доставляют к месту анализа и подвергают полной аналитической процедуре, включая экстракцию, очистку и этапы идентификации, за исключением отбора пробы воздуха.

Примечание — Полученный результат измерения необходим для подтверждения того, что на всех этапах измерения не было внесено значительное загрязнение, и проверки того, что оператор может обеспечить уровень количественного определения, установленный для соответствующей цели измерения.

3.8 **холостая проба для лаборатории** (analytical blank): Проба неэкспонированного материала для отбора проб или холостого реактива с введенным стандартом, которую подвергают полной ана-

---

[1)] ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения.

литической процедуре, включая экстракцию, очистку и этапы идентификации, за исключением отбора пробы воздуха.

3.9 **стандарт для отбора проб** (sampling standard): Маркерное соединение, вводимое на материал для отбора проб перед отбором проб воздуха для определения общей эффективности методики измерений.

Пример — ПХБ и ПХДД/ПХДФ, меченные изотопом $^{13}C_{12}$.

3.10 **стандарт для экстракции** (extraction standard): Маркерное соединение, вводимое на материал для отбора проб перед экстракцией, что необходимо для вычисления результатов измерений.

Пример — ПХБ и ПХДД/ПХДФ, меченные изотопом $^{13}C_{12}$.

3.11 **конгенер** (congener): Соединение, принадлежащее химической группе ПХБ, ПХДД или ПХДФ.

Примечание — Существует 209 индивидуальных ПХБ, 75 индивидуальных ПХДД и 135 индивидуальных ПХДФ.

3.12 **изомер** (isomer): ПХБ или ПХДД, или ПХДФ одинакового состава, но разной структуры.

Пример — 1-хлорбифенил и 2-хлорбифенил являются изомерами.

4 Обозначения и сокращения

(См. также таблицы С.1 и С.2)

PCB	ПХБ	Полихлорированный бифенил
PCDD	ПХДД	Полихлорированный дибензо-пара-диоксин
PCDF	ПХДФ	Полихлорированный дибензофуран
TeCB	ТеХБ	Тетрахлорбифенил
PeCB	ПеХБ	Пентахлорбифенил
HxCB	ГХБ	Гексахлорбифенил
HpCB	ГпХБ	Гептахлорбифенил
TCDD	ТХДД	Тетрахлордибензо-пара-диоксин
PeCDD	ПеХДД	Пентахлордибензо-пара-диоксин
HxCDD	ГХДД	Гексахлордибензо-пара-диоксин
HpCDD	ГпХДД	Гептахлордибензо-пара-диоксин
OCDD	ОХДД	Октахлордибензо-пара-диоксин
TCDF	ТХДФ	Тетрахлордибензофуран
PeCDF	ПеХДФ	Пентахлордибензофуран
HxCDF	ГХДФ	Гексахлордибензофуран
HpCDF	ГпХДФ	Гептахлордибензофуран
OCDF	ОХДФ	Октахлордибензофуран
PTFE	ПТФЭ	Политетрафторэтилен

5 Основные положения

Пробы воздуха на содержание ПХБ, ПХДД и ПХДФ отбирают непосредственно в замкнутом помещении, прокачивая воздух через соединенные последовательно фильтр и ловушку для паров, заполненную пенополиуретаном (ППУ). Сначала на фильтре осаждаются твердые взвешенные в воздухе частицы с адсорбированными на них низколетучими соединениями. Газообразные соединения, не задерживаемые фильтром, и соединения, испаряющиеся с него, улавливаются в ловушке с ППУ.

Методика применима для помещений в жилых домах, офисных зданиях, зданиях публичного или торгового назначения в том числе с большим внутренним объемом (например, фабриках, магази-

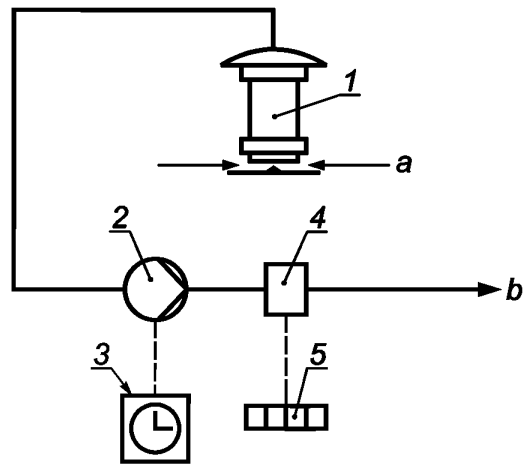
нах/складах, закрытых стадионах). Объемная скорость потока воздуха и объем пробы воздуха будут зависеть от размера помещения или его внутреннего объема, занятого воздухом. Объемная скорость потока воздуха может составлять от 1,5 до 16 м^3/ч в зависимости от целей измерения.

После отбора проб материалы для отбора проб (фильтрующий материал и гильзу ППУ) объединяют и экстрагируют совместно. Методики экстракции обычно основаны на использовании экстрактора Сокслета с применением толуола или эквивалентного растворителя. Для контроля эффективности отбора проб и степени извлечения перед отбором проб и экстракцией на материалы для отбора проб добавляют ПХБ/ПХДД/ПХДФ, меченные изотопом $^{13}C_{12}$. Введение соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, перед отбором проб необходимо для определения общей степени извлечения ПХБ/ПХДД/ПХДФ-конгенеров. Потери при экстракции и очистке обнаруживают и компенсируют за счет применения суррогатов, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, в качестве внутренних стандартов для количественного определения вместе со стандартами для проверки степени извлечения, вводимыми непосредственно перед ГХВР/МСВР.

6 Аппаратура и материалы

6.1 Устройство отбора проб

Схема типичной установки для отбора проб приведена на рисунке 1, типичного устройства для отбора проб — на рисунке 2.



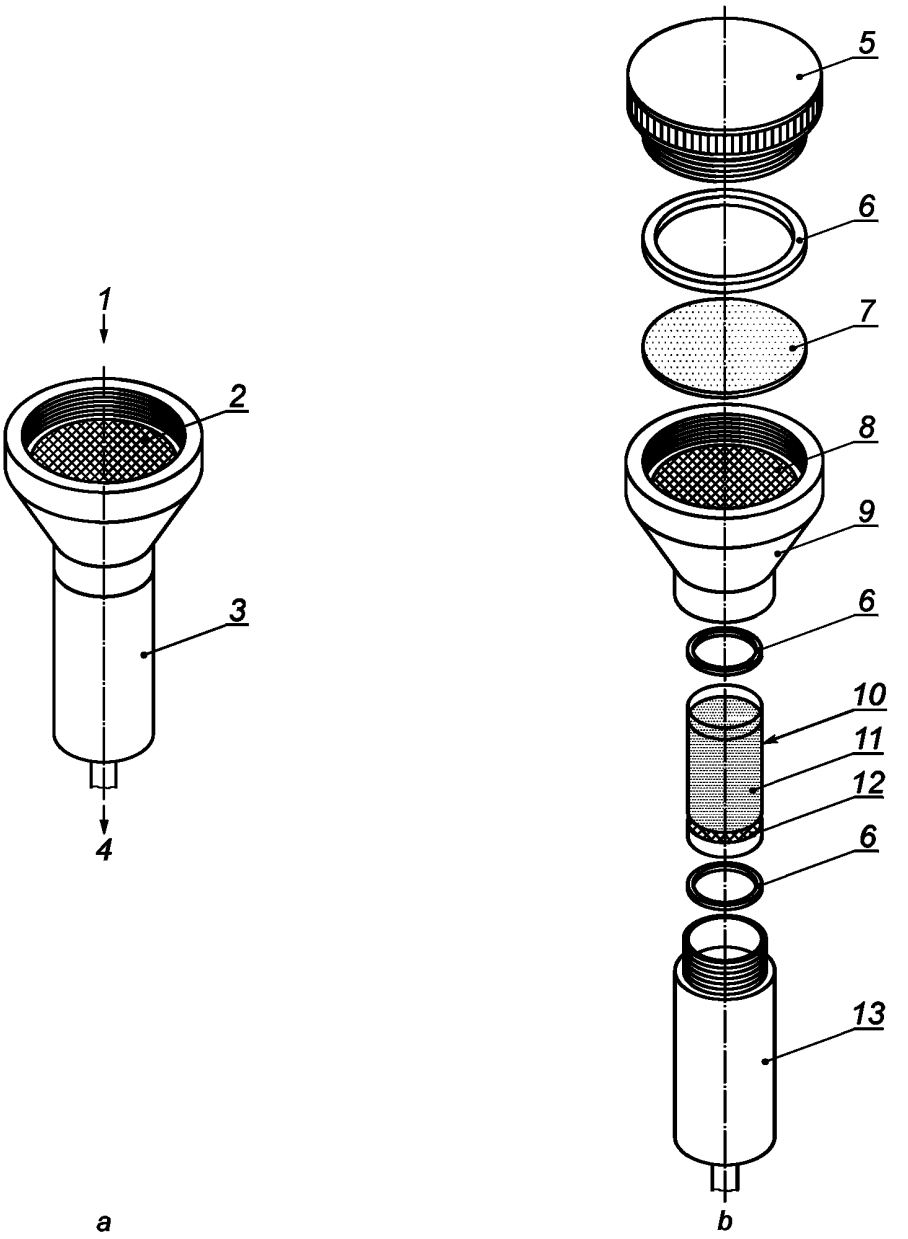
1 — устройство отбора проб; *2* — побудитель расхода воздуха; *3* — таймер; *4* — регулятор потока воздуха (с измерительной электроникой); *5* — счетчик истекшего времени; *a* — вход потока воздуха; *b* — линия сброса отработанного воздуха

Рисунок 1 — Схема типичной установки для отбора проб

Пробоотборная насадка, приведенная на рисунке 2, положена в основу устройства отбора проб полициклических ароматических соединений (ПАУ) в атмосферном воздухе, описанного в ИСО 12884. Конструкция этой насадки описана ранее [6], и ее используют также для определения ПХДД и ПХДФ в атмосферном воздухе [7]. Насадка подобной конструкции и такого же размера, что и насадка, описанная в ИСО 12884, может быть применена при объемной скорости потока воздуха от 1,5 до 16 м^3/ч и общем объеме отбираемого воздуха до 360 м^3, в зависимости от производительности используемой установки для отбора проб. Могут быть использованы пробоотборные насадки подобной конструкции и другого размера, если они успешно прошли аттестацию.

Примечание — Скорость захвата частиц насадкой будет зависеть от скорости потока воздуха во фронтальном сечении насадки. Например, она может быть оценена на основе закона Стокса при пропускании воздуха через фильтр диаметром 100 мм при объемной скорости потока воздуха 15 м^3/ч будут улавливаться частицы диаметром менее 40 мкм. При объемной скорости потока воздуха, 6 м^3/ч будут улавливаться частицы диаметром менее 20 мкм. Бóльшее понижение объемной скорости потока воздуха, до 1,5 м^3/ч, будет приводить к улавливанию частиц диаметром менее 10—12 мкм. Опыт показывает, что при измерениях в воздухе замкнутых помещений разница между значениями содержания, полученными с использованием одной и той же насадки при различной

скорости потока воздуха, но не менее 1,5 $м^3$/ч, либо будет незначительной, либо ее не будет совсем. Подобным образом, если применяют насадку с входным отверстием, селективным по отношению к частицам определенного размера (например $PM_{2,5}$ или PM_{10}), то влияние на общее содержание ПХБ/ПХДД/ПХДФ в пробе будет незначительным, но только в том случае, если вблизи нет источника выделения этих соединений, адсорбированных на твердых частицах.



a — обычная пробоотборная насадка; *b* — пробоотборная насадка в разобранном виде; *1* — поток воздуха, входящий в насадку; *2* — сетка для удерживания фильтра (аналогичная 8); *3* — собранная ловушка для паров; *4* — поток воздуха, выходящий из насадки; *5* — фиксатор фильтра; *6* — уплотнительная прокладка; *7* — фильтр из кварцевого или стекловолокна; *8* — сетка для удерживания фильтра; *9* — фильтродержатель; *10* — стеклянный картридж с сорбентом (ловушка для паров с ППУ); *11* — гильза ППУ; *12* — сетка для удерживания гильзы ППУ; *13* — корпус ловушки

Рисунок 2 — Пример обычной пробоотборной насадки, включающей фильтр для твердых частиц и ловушку с пенополиуретаном

Существуют системы отбора проб, обеспечивающие объемную скорость потока воздуха от 1,5 до 16 $м^3$/ч, некоторые из которых могут иметь регуляторы потока, настраиваемые в пределах широкого диапазона значений для получения требуемой скорости потока. Ограничения диапазона допустимых

значений объемной скорости потока и объема проб рассмотрены в разделе 8. Подробное описание устройств отбора проб приведено в приложении А.

6.2 Материалы для отбора проб

6.2.1 Пенополиуретан (ППУ) с открытыми порами, полиэфирного типа, плотностью 22 мг/см^3, порезанный на цилиндры высотой 76 мм, диаметром 62 мм, или другого подходящего размера в зависимости от конкретного используемого устройства отбора проб. Пенополиуретаны выпускаются рядом производителей. Цилиндры из ППУ должны иметь диаметр, немного превышающий внутренний диаметр картриджа для сорбента, чтобы отбираемый воздух не просачивался через картридж, минуя сорбент. Очистку сорбента выполняют в соответствии с разделом 7.

6.2.2 Фильтр, микрокварцевый или из стекловолокна, без оправы, промытый кислотой, с эффективностью фильтрования, оцененной в единицах массовой доли не менее 99,99 % для частиц диаметром менее 0,5 мкм или другого подходящего диаметра в зависимости от конкретного используемого устройства отбора проб. Эффективность фильтрования должна быть аттестована изготовителем фильтра.

6.2.3 Стандартные растворы соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, добавляемые при отборе проб. Состав стандартных растворов приведен в таблицах 1 и 2.

6.2.4 Алюминиевая фольга для упаковывания фильтров и гильз сорбента до и после отбора проб.

6.2.5 Пинцет и перчатки из латекса или неопрена для обращения с фильтрами и гильзами ППУ.

6.2.6 Микрошприц для введения соединений на фильтрующий материал при определении степени извлечения.

6.2.7 Пленка из ПТФЭ для герметизации резьбового соединения аспирационной трубки с защитным экраном.

6.2.8 Стеклянный сосуд или другие подходящие контейнеры с герметично закрывающимися крышками для хранения и транспортировки гильз ППУ и фильтров для твердых частиц.

6.2.9 Эксикатор или вакуумный сушильный шкаф.

6.2.10 Диафрагменный насос или другой подходящий побудитель расхода.

6.3 Чистые реактивы

6.3.1 Толуол, перегнанный в стекле[1)], хроматографически или химически чистый.

6.3.2 *н*-гексан, перегнанный в стекле, хроматографически или химически чистый.

6.3.3 Дихлорметан, перегнанный в стекле, хроматографически или химически чистый.

6.3.4 Ацетон, перегнанный в стекле, хроматографически или химически чистый.

6.3.5 *н*-нонан, перегнанный в стекле, хроматографически или химически чистый.

6.3.6 *н*-тетрадекан, перегнанный в стекле, хроматографически или химически чистый.

6.3.7 Стандартные растворы соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, добавляемые при экстракции. Состав растворов приведен в таблицах 1 и 2 (см. 6.4).

6.3.8 Стандартные растворы соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, добавляемые к пробе перед ее введением в ГХВР/МСВР. Состав растворов приведен в таблицах 1 и 2 (см. 6.4).

6.4 Стандартные растворы соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$

Масса соединений, меченных $^{13}C_{12}$, в 100 мкл подходящего растворителя (например, толуола или 4%-го раствора *н*-тетрадекана/*н*-нонана в толуоле), добавляемых при отборе проб в каждую пробу воздуха объемом приблизительно 180 м^3 при уровне массовой концентрации ПХБ и ПХДД/ПХДФ приблизительно 100 фг ЭКТ/м^3, приведена в таблице 1 (для ПХДД/ПХДФ) и таблице 2 (для ПХБ). Значения ЭКТ и ВОЗ-ЭКТ$_{ПХБ}$ приведены в С.3.

Стандартные растворы, добавляемые при экстракции, следует вводить на разные материалы (фильтр и сорбент) для отбора проб непосредственно после того, как пробы поступают в лабораторию. Конгенеры, меченные $^{13}C_{12}$, используют при количественном определении, поскольку они ведут себя аналогично экстрагируемым чистым ПХБ/ПХДД/ПХДФ при очистке ввиду их практически одинаковых химических и физических свойств. Стандартные растворы (см. таблицу 1), добавляемые к пробам перед их введением в ГХВР/МСВР необходимы для определения степени извлечения. Значения массы соединений, приведенные в таблицах 1 и 2, следует подбирать соответствующим образом, если ожидается достаточно высокое содержание в воздухе чистых ПХБ/ПХДД/ПХДФ. Методика применения и об-

---

[1)] Перегнанный в стекле — полученный путем перегонки в стеклянной посуде для предотвращения попадания ионов.

ращения со стандартными растворами, добавляемыми к пробам для определения степени извлечения и при экстракции, приведена в ИСО 16000-14.

Таблица 1 — Состав стандартных растворов конгенеров 2,3,7,8-ПХДД/ПХДФ, меченных $^{13}C_{12}$, добавляемых к пробам перед отбором проб, экстракцией и введением в ГХВР/МСВР при определении их массовой концентрации на уровне приблизительно 100 фг ЭКТ/м^3 и объеме пробы приблизительно 180 м^3

Раствор:	Стандартный раствор, добавляемый перед:		
	отбором проб (стандарт для отбора проб)	экстракцией (стандарт для экстракции)	введением в ГХВР/ МСВР (стандарт для определения степени извлечения)
Общий объем, мкл: (например в толуоле, *н*-нонане)	100	100	25
Добавляемые конгенеры	Общая масса, пг		
$^{13}C_{12}$-2,3,7,8-ТХДФ	—	25[a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4-ТХДД	—	—	25
$^{13}C_{12}$-2,3,7,8-ТХДД	—	25 [a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8-ПеХДФ	25	—	—
$^{13}C_{12}$-2,3,4,7,8-ПеХДФ	—	25 [a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8-ПеХДД	—	25 [a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,7,8-ГХДФ	—	25 [a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,6,7,8-ГХДФ	—	25	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8,9-ГХДФ	25	—	—
$^{13}C_{12}$-2,3,4,6,7,8-ГХДФ	—	25	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,7,8-ГХДД	—	25	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,6,7,8-ГХДД	—	25[a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8,9-ГХДД	—	—	25
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,6,7,8-ГпХДФ	—	50[a)]	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,7,8,9-ГпХДФ	50	—	—
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД	—	50[a)]	—
$^{13}C_{12}$-ОХДФ	—	50	—
$^{13}C_{12}$-ОХДД	—	50	—

[a)] Эти соединения используют для количественного определения оставшихся конгенеров из соответствующей группы хлорированных гомологов, для которых стандарты не добавляют.

Таблица 2 — Состав стандартных растворов конгенеров ПХБ, меченных $^{13}C_{12}$, добавляемых к пробам на соответствующем этапе методики измерений при определении их массовой концентрации на уровне приблизительно 0,01 нг ВОЗ-ЭКТ$_{ПХБ}$/м^3 и объеме пробы приблизительно 180 м^3

Раствор:	Стандартный раствор, добавляемый перед:		
	отбором проб (стандарт для от-бора проб)	экстракцией (стандарт для экстракции)	введением в ГХВР/МСВР (стандарт для определения степени извлечения)[a]
Общий объем в мкл: (например в толуоле, *н*-нонане)	100	100	по крайней мере 10
Добавляемые конгенеры	Общая масса, пг		
$^{13}C_{12}$-2,3,4,4′-ТеХБ (60)	3600	—	—
$^{13}C_{12}$-3,3′,4,5,5′-ПеХБ (127)[b]	3600	—	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,5,5′-ГХБ (159)	3600	—	—
$^{13}C_{12}$-3,4,4′,5-ТеХБ (81)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-3,3′,4,4′-ТеХБ (77)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-3,3′,4,4′,5-ПеХБ (126)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-3,3′,4,4′,5,5′-ГХБ (169)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,4′-ПеХБ (105)[b]	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,4,4′,5-ПеХБ (114)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,4′5-ПеХБ (118)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2′,3,4,4′5- ПеХБ (123)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,4′5-ГХБ (156)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,4′,5′-ГХБ (157)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3′,4,4′,5,5′-ГХБ (167	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,4′,5,5′-ГпХБ (189)	—	3600	—
$^{13}C_{12}$-2,3′,4′,5-ТеХБ (70)	—	—	3600
$^{13}C_{12}$-2,3,3′,5,5′-ПеХБ (111)	—	—	3600
$^{13}C_{12}$-2,2′,3,3′,4,4′,5-ГпХБ (170)	—	—	3600

[a] В данной таблице приведены отобранные имеющиеся ПХБ, меченные $^{13}C_{12}$, пригодные для добавления при определении степени извлечения. По крайней мере, один из них следует добавить в каждую фракцию, содержащую диоксиноподобный ПХБ.

[b] Следует обращать особое внимание на возможные проблемы, связанные с совместным элюированием ПХБ-127 и ПХБ-105 на некоторых серийно выпускаемых колонках.

7 Подготовка материалов для отбора проб

Перед использованием выдерживают фильтры для твердых частиц при температуре 250 °С (фильтры из стекловолокна) или при 400 °С (фильтры из кварцевого волокна) в течение 5 ч, заворачивают их в алюминиевую фольгу, ополоснутую *н*-гексаном, и помещают в чистые, герметично закрывающиеся контейнеры (например, чашки Петри или стеклянные сосуды с широким горлом, плотно обмотанным пленкой из ПТФЭ) для хранения и транспортировки к месту мониторинга и обратно. Фильтры берут бережно с помощью чистого пинцета.

Экстрагируют гильзы ППУ в течение 24 ч ацетоном в экстракторе Сокслета со скоростью приблизительно 4 цикла в час, затем толуолом в течение последующих 24 ч в экстракторе Сокслета со скоростью приблизительно 4 цикл/ч, а затем проводят короткую экстракцию пентаном для осушения. Гильзы

сушат в эксикаторе под вакуумом под слабой струей азота высокой чистоты или в вакуумном сушильном шкафу при температуре 40 °С.

Экстракт, полученный экстракцией в экстракторе Сокслета на каждом этапе, может быть проанализирован для определения его исходной чистоты перед аттестацией.

Для хранения заворачивают очищенную гильзу ППУ в алюминиевую фольгу, ополоснутую *н*-гексаном. Для подготовки к отбору проб гильзу ППУ помещают в стеклянный картридж для отбора проб с использованием перчаток из неопрена или латекса и пинцета с наконечниками из ПТФЭ. Картридж для отбора проб заворачивают в алюминиевую фольгу, ополоснутую *н*-гексаном, помещают в чистый контейнер и плотно закрывают для хранения и транспортировки к месту мониторинга и обратно.

При необходимости загруженный стеклянный картридж и фильтр могут быть установлены в устройство для отбора проб, которое в свою очередь помещают в чистый контейнер и плотно закрывают для хранения и транспортировки к месту мониторинга и обратно.

Гильзы ППУ могут быть использованы повторно, при условии их тщательной очистки толуолом после каждого применения. Число возможных использований гильз ППУ до значительного ухудшения их качества не определено, однако не следует использовать их более шести раз, после чего необходимо убедиться, что их свойства не изменились.

8 Отбор проб

Перед отбором проб определяют и отмечают предельные условия, которые необходимо учитывать (см. ИСО 16000-12).

Выбирают подходящий побудитель расхода и устройство отбора проб в соответствии с целью измерений (см. приложение А). Объем воздуха, проходящего за час через устройство отбора проб, должен составлять не более 10 % кратности воздухообмена в рассматриваемом помещении. Если кратность воздухообмена неизвестна, то объем воздуха, отбираемого за час, должен быть не более 10 % объема помещения. Отбор проб при низкой объемной скорости потока воздуха подходит для небольших помещений, например детских комнат. Отбор проб при высокой объемной скорости потока воздуха может быть применен в замкнутых помещениях очень большой площади, если шум, издаваемый устройством отбора проб, не оказывает мешающего влияния, при условии, что выполняются установленные выше требования к объемной скорости потока воздуха или объему отбираемого воздуха. Проверку утечек проводят перед отбором проб и после него (см. раздел 9). Герметично закрывают насадку и вакуумируют устройство отбора проб до минимального давления, применяемого во время отбора проб: объемная скорость потока воздуха должна составлять не более 5 % своего обычного значения.

Перед каждой серией проб отбирают холостую пробу для условий применения.

Перед началом отбора проб эффективность устройства отбора проб в отношении определяемых ПХБ/ПХДД/ПХДФ должна быть подтверждена в условиях, приближенных к ожидаемым при практическом применении. Определение эффективности особенно важно, если планируемая продолжительность отбора проб превышает 24 ч. Эффективность E_S может быть определена непосредственно или путем оценки ее на основе динамической эффективности удерживания E_r. Руководство по определению эффективности отбора проб приведено в приложении В.

Когда в устройство отбора проб установлены фильтр и ловушка с ППУ, особенно внимательно следят за тем, чтобы не внести загрязнение, например при контакте с кожным салом (необходимо использовать перчатки и пинцет). Также внимательно следят за тем, чтобы ловушка с ППУ была правильно установлена в устройство отбора проб и не образовались каналы и полости. Аккуратно закрывают устройство отбора проб, используя для герметизации, например, пленку из ПТФЭ.

Перед установкой фильтродержателя с фильтром для твердых частиц в устройство отбора проб (см. рисунок 2 *b*, позиция 9) микрошприцем вводят 100 мкл толуола (содержащего 4 % *н*-тетрадекана в качестве антиокислителя), содержащего по 50 пг $^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8-ПеХДФ и $^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8,9-ГХДФ и по 100 пг $^{13}C_{12}$-1,2,3,4,7,8,9-ГпХДФ, $^{13}C_{12}$-2,3,4,4′-ТХБ, $^{13}C_{12}$-2,3,3′,4,5,5′-ГХБ и $^{13}C_{12}$-3,3′,4,5,5′-ПеХБ, на поверхность гильзы ППУ, обращенную к входному отверстию устройства отбора проб, и хранят охлажденным до использования. Стандартный раствор для отбора проб также может быть введен на гильзу ППУ в лаборатории незадолго до проведения отбора проб (не более, чем за 24 ч до отбора проб), при условии, что гильзы ППУ будут храниться охлажденными для сведения к минимуму потерь перед отбором проб. Эта процедура может предотвратить загрязнение на месте и обеспечить соблюдение требований безопасности, которые могут запрещать использование стандартов на месте применения.

Контролируют поток воздуха через устройство отбора проб с помощью регулятора или регуляторов потока. Выполняют градуировку системы контроля потока по нескольким точкам через каждые шесть месяцев с использованием стандартной измерительной калиброванной диафрагмы, которую на время проверки подсоединяют к входному отверстию пробоотборной насадки. В качестве альтернативы используют газовый счетчик для использования при высокой объемной скорости потока сухого газа, если он узаконен в качестве эталона сравнения.

Устройство отбора проб градуируют:

a) при введении его в эксплуатацию;

b) после ремонта или технического обслуживания;

c) каждый раз, когда какая-либо проверочная точка отклоняется от градуировочной кривой более, чем на 7 %; или

d) с периодичностью, установленной в инструкции по эксплуатации.

Градуировку и повторную градуировку газового счетчика на месте применения выполняют в соответствии с руководством по качеству лаборатории, например проводят градуировку объемной скорости потока воздуха с использованием калиброванной диафрагмы в качестве эталона сравнения.

В условиях нежелательной очень высокой загрузки фильтра пылью во время отбора проб объемная скорость воздуха через фильтр может заметно снизиться, особенно если она регулируется не автоматически. Даже при использовании побудителей расхода с регулируемым потоком загрузка фильтра может быть настолько высокой, что прибор автоматически выключится. Поэтому, если отклонение объемной скорости потока воздуха от ее исходного значения составляет более 10 %, то фильтр следует заменить. На чистый фильтр также вводят стандарты для отбора проб.

Если необходимо привести объем отобранного воздуха к нормальным условиям (температуре 273,15 К и давлению 1013,25 гПа), то при вычислении используют средние значения температуры окружающей среды и атмосферного давления во время отбора проб.

Внимательно следят за тем, чтобы система отбора проб была установлена таким образом, чтобы сквозняки и т.д. не оказывали на нее прямого воздействия. Для обеспечения представительности отбора проб следят за тем, чтобы кратность воздухообмена в помещении во время отбора проб была такой же, как и при обычной эксплуатации помещения. Для сведения к минимуму шумового воздействия, оказываемого устройством отбора проб, оно может быть установлено в подсобном помещении или во дворе. В этом случае подсоединяют пробоотборную насадку к побудителю расхода с помощью шланга (например, круглого шланга из ПВХ) посредством соединительной муфты. Однако необходимо учитывать, что чем длиннее шланг, тем больше будет перепад давлений и нагрузка на побудитель расхода. Шумовое воздействие небольших побудителей расхода может быть сведено к минимуму путем их помещения в полиуретановые или полистирольные контейнеры, например для льда. Однако следят за тем, чтобы приборы, помещенные в контейнеры, не перегревались.

Для определения представительного среднего значения содержания ПХБ/ПХДД/ПХДФ в воздухе может потребоваться отбор проб в течение относительно долговременных периодов. При обычном измерении объем отбираемого воздуха должен составлять не более 360 $м^3$ (что эквивалентно продолжительности отбора проб 24 ч при объемной скорости потока воздуха 16 $м^3$/ч или 7 сут — при объемной скорости потока воздуха 2 $м^3$/ч). Методика была аттестована при продолжительности отбора проб до семи суток. В особых случаях при использовании устройств отбора проб с высокой объемной скоростью потока воздуха методика может быть аттестована и для проб воздуха объемом до 1000 $м^3$.

После отбора проб записывают его продолжительность, заворачивают пробоотборную насадку в алюминиевую фольгу и хранят в охлажденном состоянии до отправления в лабораторию. В лаборатории фильтр и ловушку с гильзой ППУ следует вынуть из пробоотборной насадки и поместить в герметично закрывающийся стеклянный или металлический контейнер, который хранят при температуре 4 °С и ниже до проведения анализа. По возможности продолжительность хранения должна быть сокращена до минимума, но в любом случае она должна быть не более двух недель. В качестве альтернативы, если необходимо предотвратить загрязнение, гильзу ППУ и фильтр можно вынуть из устройства отбора проб и поместить в контейнеры для хранения на месте отбора проб.

Следует избегать продолжительности отбора проб более 24 ч, только если это необходимо для получения заданного предела обнаружения. Вместо увеличения продолжительности отбора проб рассматривают возможность использования устройства отбора проб при более высокой объемной скорости потока воздуха при условии, что в этом случае не будет сбоев кратности воздухообмена в помещении или исследуемом пространстве здания, или неприемлемой ситуации в связи с продуцированием шумов, или площадью, занимаемой установкой. Модификация основных этапов измерения, такая

как осторожное увеличение концентрации экстракта или использование более чувствительных методик МС-анализа, также может обеспечить получение более низкого предела обнаружения.

Методики экстракции, очистки и анализа установлены в ИСО 16000-14.

9 Минимальные требования к отбору проб

При определении содержания ПХБ/ПХДД/ПХДФ в воздухе замкнутых помещений следует выполнять следующие минимальные требования:

a) проверку утечек проводят до и после каждого отбора проб. Устройство отбора проб с закрытым входным отверстием должно быть вакуумировано до давления, применяемого при отборе проб, и при этом объемная скорость потока воздуха должна составлять не более 5 % ее обычного значения;

b) холостую пробу для условий применения следует отбирать перед каждым отбором проб;

c) состав стандартных растворов соединений, меченных изотопом $^{13}C_{12}$, должен быть в соответствии с таблицами 1 и 2;

d) стандартный раствор для отбора проб должен содержать 4 % тетрадекана в качестве антиокислителя;

e) степень извлечения каждого стандарта для отбора проб должна составлять не менее 50 % от вычисленной на основе соответствующего стандарта для определения степени извлечения;

f) содержание ПХБ/ПХДД/ПХДФ в холостой пробе для условий применения должно быть как минимум в пять раз меньше наименьшего полученного при измерении значения (выраженного в ЭКТ) в допущении о том, что объем пробы воздуха такой же, как при отборе проб. Если вычисленное на основе измерения значение содержания меньше соответствующего значения содержания в холостой пробе для условий применения, то в протоколе измерений приводят результат, меньший или равный значению для холостой пробы.

Приложение А
(справочное)

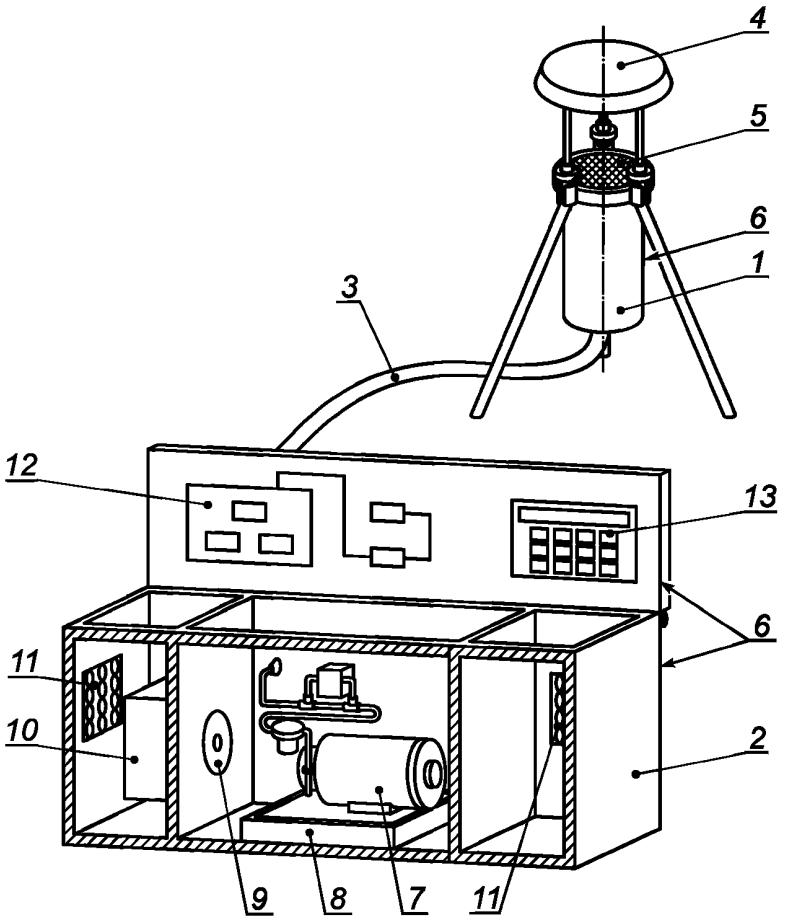
Подробное описание устройств отбора проб

А.1 Общие положения

В настоящем приложении приведены примеры некоторых устройств отбора проб для улавливания ПХБ, ПХДД и ПХДФ в воздухе замкнутых помещений. Все эти устройства отбора проб соответствуют основным требованиям, приведенным в разделе 5 и 6.1. Во всех случаях материалы для отбора проб — это фильтр для твердых частиц из стекло- или кварцевого волокна и гильза ППУ. В каждом случае гильзу ППУ помещают в цилиндрический стеклянный или стальной картридж.

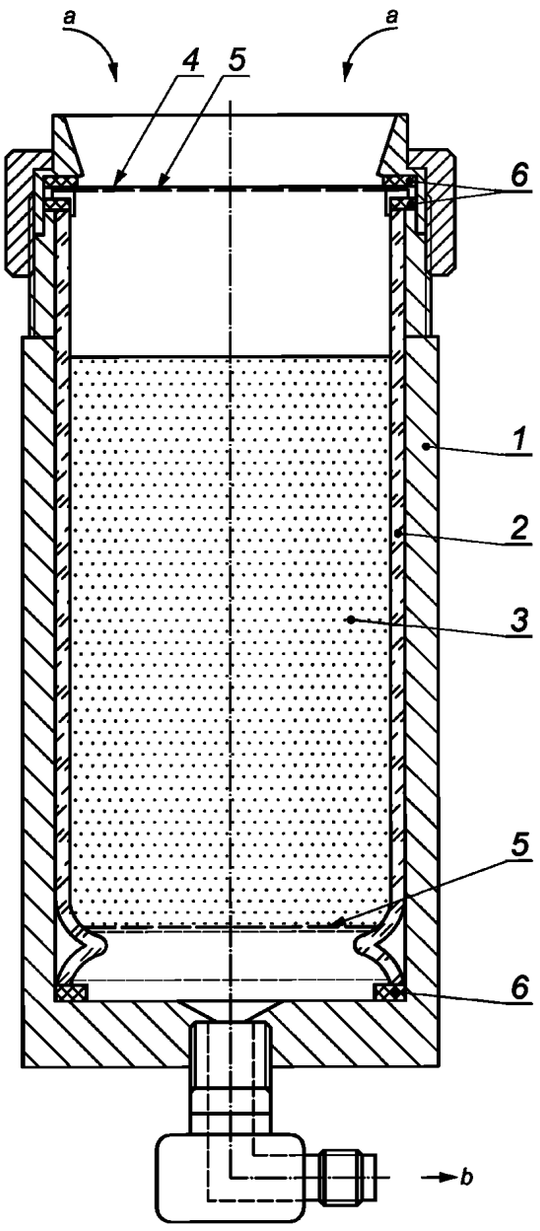
Диаметр гильзы ППУ должен быть на 2—5 мм больше внутреннего диаметра картриджа, чтобы при загрузке она была немного сжата. Если гильза ППУ не будет сжата, то воздух может просочиться между стенками стеклянного цилиндра и гильзой, что приведет к ошибкам при отборе проб. Сжатие гильзы может быть легко осуществлено без сжатия по длине, если ее вставить в цилиндр, а затем аккуратно вынуть.

При необходимости могут быть использованы устройства отбора проб с входным отверстием, селективным по отношению к частицам определенного размера (например $PM_{2,5}$ или PM_{10}), если таковые доступны.



1 — пробоотборная насадка (см. рисунок А.2); *2* — побудитель расхода в звукоизоляционной камере размером 51 см × 35 см × 21 см; *3* — гибкий шланг для подсоединения к пробоотборной насадке; *4* — пылезащитная крышка; *5* — съемная сетка для удерживания фильтра; *6* — звукопоглощающий экран из стекловолокна; *7* — патрон; *8* — вакуумный насос; *9* — преобразователь потока; *10* — вентилятор; *11* — вентиляционные отверстия; *12* — электронные средства управления потоком и т.д.; *13* — таймер с возможностью программирования на семь суток

Рисунок А.1 — Устройство отбора проб с низкой объемной скоростью потока воздуха в звукоизоляционной камере для замкнутых помещений



1 — алюминиевый корпус устройства отбора проб, цилиндрический, внешним ∅ 64 мм (внутренним диаметром — 47 мм), высотой 145 мм, с навинчивающимся держателем для фильтра; *2* — стеклянный картридж для гильзы ППУ, цилиндрический, внешним ∅ 47 мм (внутренним ∅ 42 мм), высотой 125 мм; *3* — цилиндрическая гильза ППУ полиэфирного типа с открытыми порами, плотностью 22 мг/см^3, ∅ 45 мм, высотой 100 мм; *4* — фильтр для твердых частиц, из кварцевого или стекловолокна, ∅ 47 мм; *5* — сетки для удерживания гильзы ППУ, круглые, с отверстиями ∅ 1,2 мм (занимающими 50 % площади пропускного сечения); *6* — уплотнительная прокладка из инертного эластичного материала (например ПТФЭ), кольцевая; *a* — вход потока воздуха, *b* — к побудителю расхода.

Рисунок А.2 — Пробоотборная насадка устройства отбора проб с низкой объемной скоростью потока воздуха

Вместо устройств отбора проб, рекомендуемых к применению в настоящем стандарте, пользователь может использовать другие устройства отбора проб при условии, что они будут соответствовать требованиям настоящего стандарта.

А.2 Устройства отбора проб с низкой объемной скоростью потока воздуха

А.2.1 Устройство отбора проб с низкой объемной скоростью потока воздуха, одобренное Агентством по охране окружающей среды США[1)], для отбора проб в соответствии с методом IP-7[2)]

[1)] EPA (Environmental Protection Agency) — официальное название Агентства по охране окружающей среды США.

[2)] Рекомендованный метод установлен в перечне, одобренном EPA (см. [9]).

Устройство отбора проб, схема которого приведена на рисунке А.1, предназначено для работы при объемной скорости потока воздуха от 1,2 до 1,6 м3/ч, и оно вполне подходит для использования в заселенных жилых домах и офисах. Устройство отбора проб состоит из побудителя расхода, подключенного к средствам управления, помещенным в звукоизоляционную камеру, и подсоединенного с помощью гибкого шланга к пробоотборной насадке, в которой находится фильтр из стекло- или кварцевого волокна и стеклянный картридж, содержащий цилиндрическую гильзу ППУ (см. рисунок А.2). Это устройство отбора проб описано в [8] и [9].

Можно использовать любой побудитель расхода, обеспечивающий заданную объемную скорость потока воздуха, но он должен быть звукоизолирован для использования в заселенных помещениях или офисах. При объемной скорости потока воздуха 1,2 $м^3$/ч побудитель расхода, описанный в [7] и [8], соответствует предпочтительному уровню шума (ПУШ) 39 Дб (менее 45 Дб) (см. [10]), что типично для фонового уровня шума в жилых помещениях и частных офисах. Другие серийно выпускаемые системы отбора проб воздуха, обеспечивающие отбор проб при объемной скорости потока воздуха от 1,2 до 1,6 $м^3$/ч практически также бесшумны, а более громкие шумы, издаваемые побудителями расхода при работе, могут быть заглушены путем их размещения в звукоизоляционных камерах, например пенополистирольных кулерах, при условии отсутствия их перегрева. Другая возможность изоляции от шума — удлинение выходной трубки с помощью гибкого шланга и размещение побудителя расхода за пределами помещения.

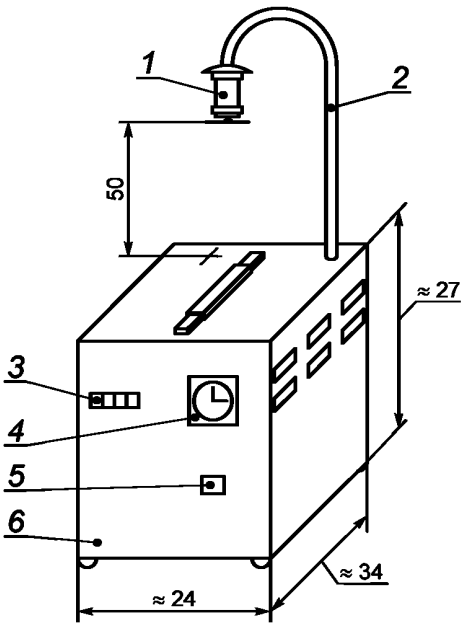
Для отбора необходимого количества вещества для количественного определения ПХБ, ПХДД и ПХДФ в воздухе замкнутых помещений при самых низких уровнях содержания может потребоваться отбор проб продолжительностью до семи суток.

А.2.2 Устройство отбора проб с низкой объемной скоростью потока воздуха по VDI 3498-2

Устройство отбора проб, приведенное на рисунке А.3, предназначено для работы при объемной скорости потока воздуха от 2,7 до 2,8 $м^3$/ч. Устройство отбора проб состоит из побудителя расхода и соответствующих средств управления, помещенных в камеру, подсоединенных с помощью гибкого шланга к пробоотборной насадке (см. рисунок А.4), в которой находится фильтр для твердых частиц из стекло- или кварцевого волокна и картридж для сорбента — в данном случае цилиндрической гильзы ППУ. Это устройство отбора проб описано в [11]. Устройства отбора проб такой конструкции серийно выпускаются различными производителями по всему миру. Пробоотборная насадка может быть заменена на насадку с входным отверстием, селективным к $PM_{2,5}$ или PM_{10}.

Можно использовать любой побудитель расхода, обеспечивающий заданную объемную скорость потока воздуха, но он должен быть звукоизолирован при использовании в заселенных жилых домах или офисах. Вышеописанный побудитель расхода соответствует предпочтительному уровню шума (ПУШ) 39 Дб (менее 45 Дб), что типично для фонового уровня шума в жилых помещениях и частных офисах. Другие серийно выпускаемые системы отбора проб воздуха, обеспечивающие отбор проб при объемной скорости потока воздуха от 2,7 до 2,8 $м^3$/ч, практически также бесшумны, а более громкие шумы, издаваемые побудителями расхода при работе, могут быть заглушены путем их размещения в звукоизоляционных камерах, например пенополистирольных кулерах, при условии отсутствия их перегрева.

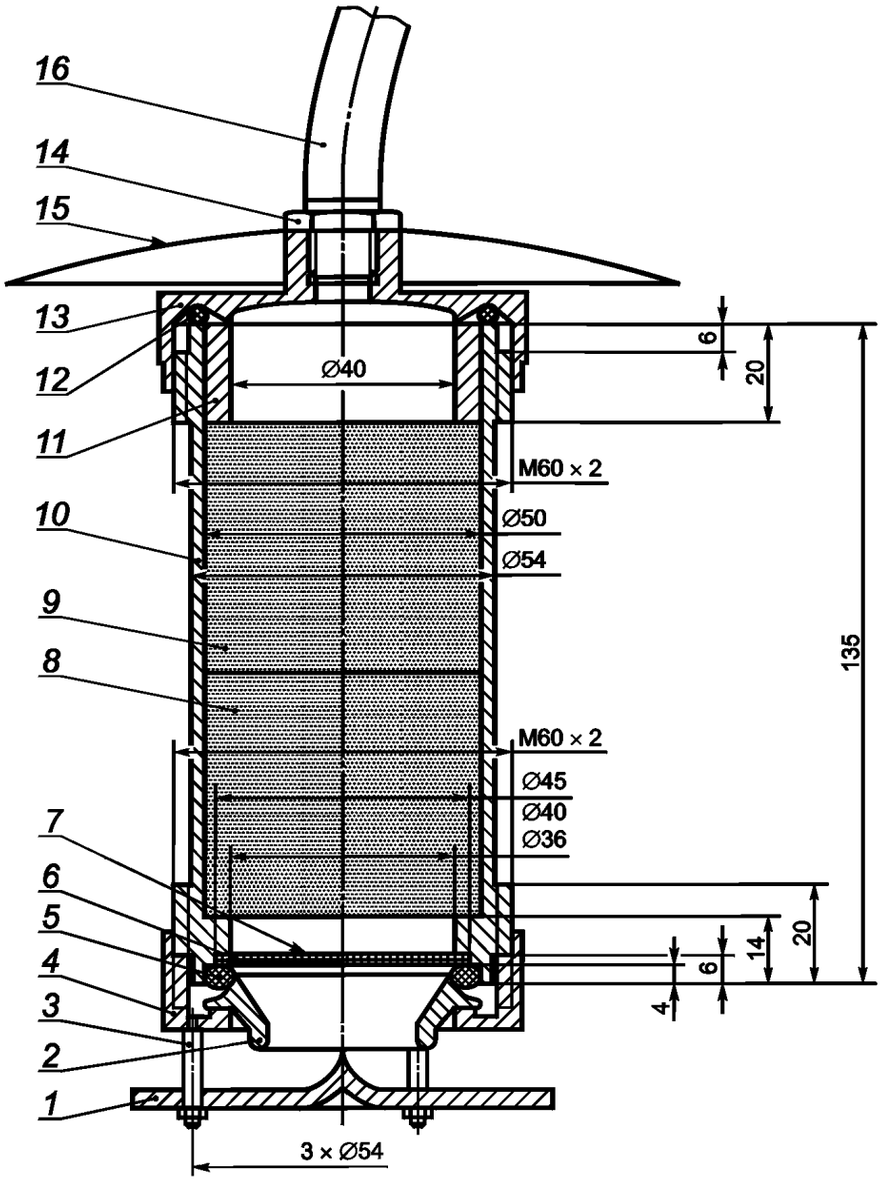
Размеры в сантиметрах



1 — пробоотборная насадка; *2* — аспирационная трубка; *3* — счетчик; *4* — таймер; *5* — выключатель; *6* — защитный корпус

Рисунок А.3 — Устройство отбора проб при объемной скорости потока воздуха 2,7 $м^3$/ч

Размеры в миллиметрах



1 — потокоделительная пластина (из нержавеющей стали) ∅ 75 мм, с конусом ∅ 14 мм, высотой 3,5 мм; *2* — сопло (алюминиевое) с входным твердо анодированным отверстием, высотой 15 мм, нижняя часть фланца внутренним ∅ 27 мм, внешним ∅ 33 мм; верхняя часть внутренним ∅ 39 мм, и внешним поддерживающим кольцом ∅ 50 мм; *3* — шпилька (из нержавеющей стали) длиной 15 мм; *4* — фильтродержатель высотой 20 мм с резьбовым соединением (поликарбонатный) с отверстием ∅ 40,5 мм, внутренним ∅ 56 мм, внешним ∅ 64,5 мм; *5* — резиновая газонепроницаемая прокладка, внутренним ∅ 39 мм, толщиной 5 мм; *6* — фильтр из стекловолокна ∅ 50 мм, зажатый между двумя плоскими кольцами из ПТФЭ: внешним ∅ 50 мм, внутренним ∅ 40,5 мм и внешним ∅ 50 мм, внутренним ∅ 38 мм; *7* — сетка диаметром от 40 до 44 мм, в зависимости от площади поддерживаемой поверхности сорбента; *8* — основная ловушка с ППУ, высотой 50 мм, ∅ 55 мм; *9* — резервная ловушка с ППУ, высотой 50 мм, ∅ 55 мм; резервная ловушка должна быть отделена от основной прослойкой воздуха для предотвращения сопротивления потоку воздуха; *10* — картридж (трубка из нержавеющей стали), общей длиной 135 мм, внутренним ∅ 50 мм, внешним — ∅ 54 мм, с упором для удерживающей сетки диаметром от 40 до 44 мм и для уплотнительной прокладки из стекловолокна или другого газонепроницаемого материала; *11* — втулка (кольцо из нержавеющей стали), внешним ∅ 49,5 мм; *12* — газонепроницаемая уплотнительная резиновая прокладка внутренним ∅ 49 мм, толщиной от 3 до 3,5 мм; *13* — крышка высотой 20 мм с резьбовым соединением (из поликарбоната), внутренним ∅ 56 мм, внешним — ∅ 64,5 мм, с отверстием в верхней части ∅ 8,5 мм, резьбой внутренним ∅ 10,8 мм, мелкой метрической резьбой (12 мм); *14* — контргайка; *15* — защитный экран внешним ∅ 120 мм; *16* — аспирационная трубка (из нержавеющей стали), внутренним ∅ 9 мм, внешним ∅ 12 мм

Рисунок А.4 — Пробоотборная насадка

Для отбора массы вещества, необходимой для количественного определения ПХБ, ПХДД и ПХДФ в воздухе замкнутых помещений при самых низких уровнях содержания, может потребоваться отбор проб продолжительностью до семи суток.

А.3 Устройства отбора проб с высокой объемной скоростью потока воздуха

А.3.1 Общие положения

Устройства отбора проб с высокой объемной скоростью потока воздуха, описанные в настоящем разделе, работают при объемной скорости потока воздуха до 16 м3/ч и могут быть использованы в больших замкнутых помещениях, таких как зрительные залы и открытые рабочие зоны. Их используют в домах и офисах, только если невозможно получить пробы достаточного объема с помощью устройств отбора проб с низкой и средней объемной скоростью потока воздуха, поскольку, скорее всего, их использование в таких условиях будет нарушать нормальную вентиляцию помещения или здания. Следует отметить, что шум, издаваемый обычными высокопроизводительными устройствами отбора проб, может быть причиной их ограниченной применимости в заселенных замкнутых помещениях. Кроме того, тепло, выделяющееся вместе с отработанным воздухом, может быть причиной повышения температуры в помещении до некомфортного уровня, если устройство отбора проб работает в течение нескольких часов.

Устройство отбора проб, описанное в А.3.2, сконструировано таким образом, что побудитель расхода может быть размещен за пределами помещения и подсоединен к пробоотборной насадке, находящейся внутри помещения, с помощью аспирационной трубки (гибкого шланга или металлической трубки). Подобным образом может быть взята пробоотборная насадка для устройства отбора проб, описанного в ИСО 12884, и подсоединена к базовому блоку с помощью аспирационной трубки (см. А.3.3). Устройство отбора проб, описанное в А.3.4, работает очень тихо и может быть использовано в постоянно заселенных помещениях и даже в спальнях во время сна обитателей помещения.

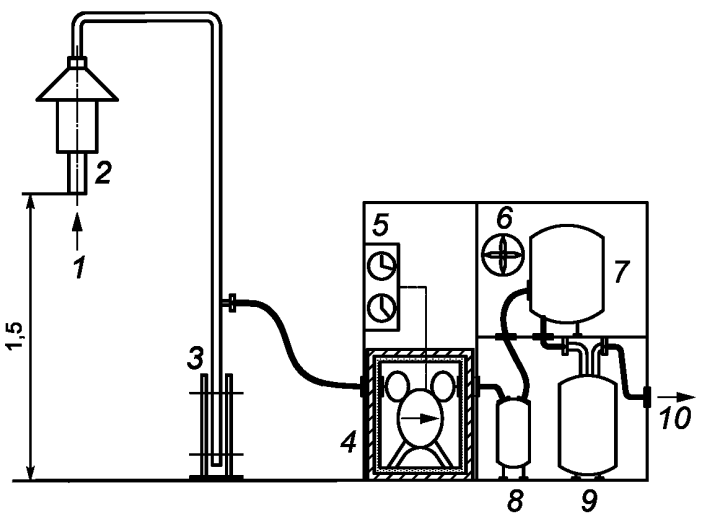
А.3.2 Устройство отбора проб по VDI 3498-1

Устройство отбора проб, приведенное на рисунке А.5, предназначено для работы при объемной скорости потока воздуха 16 $м^3$/ч. Оно издает достаточно громкие шумы, но сконструировано таким образом, что побудитель расхода может быть размещен за пределами помещения и подсоединен к пробоотборной насадке, размещенной внутри помещения, с помощью аспирационной трубки (гибкого шланга или металлической трубки). Устройство отбора проб состоит из побудителя расхода воздуха и соответствующих средств управления, помещенных в камеру, подсоединенных с помощью гибкого шланга к пробоотборной насадке, в которой находится круглый фильтр из стекло- или кварцевого волокна для улавливания твердых частиц и картридж для сорбента, содержащий цилиндрическую гильзу ППУ (см. рисунок А.6). Это устройство отбора проб описано в [12]. Устройства отбора проб такой конструкции серийно выпускаются различными производителями по всему миру.

Можно использовать любой побудитель расхода, обеспечивающий заданную объемную скорость потока воздуха, но он должен быть шумоизолирован при использовании в заселенных жилых домах или офисах.

Для отбора массы вещества, необходимой для количественного определения ПХБ, ПХДД и ПХДФ в воздухе замкнутых помещений при самых низких уровнях содержания, могут потребоваться периоды отбора проб продолжительностью от 3 ч до нескольких суток.

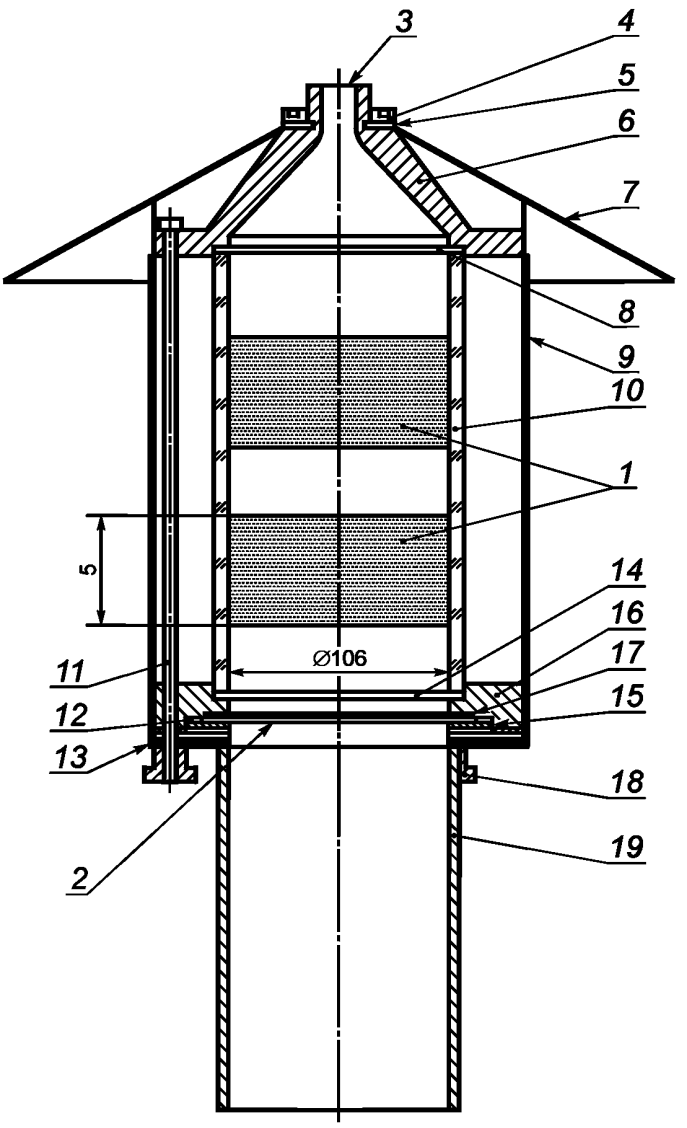
Размеры в метрах



1 — вход потока воздуха; *2* — пробоотборная насадка; *3* — наклонный штатив; *4* — побудитель расхода и два звукоглушителя; *5* — таймер; *6* — вентилятор; *7* — воздухоохладитель; *8* — пылеуловитель; *9* — газовый счетчик; *10* — выход потока воздуха

Рисунок А.5 — Устройство отбора проб, описанное в VDI 3498-1

Размеры в сантиметрах



1 — ловушки с ППУ, ∅ 110 мм, высотой 50 мм; *2* — круглый фильтр из стекло- или кварцевого волокна; *3* — входное отверстие; *4* — резьбовое соединение; *5* — уплотнительная прокладка; *6* — наконечник насадки; *7* — защитный экран; *8* — газонепроницаемая уплотнительная прокладка; *9* — солнцезащитный экран (защита от УФ-излучения) (не требуется при проведении измерений в закрытом помещении); *10* — стеклянный цилиндр; *11* — резьбовое соединение; *12* — фильтродержатель (из нержавеющей стали); *13* — алюминиевый фланец с отверстием для входа воздуха; *14* — газонепроницаемая уплотнительная прокладка; *15* — уплотнительная прокладка (ПТФЭ); *16* — алюминиевый фланец; *17* — уплотнительная прокладка (ПТФЭ); *18* — резьбовое соединение (латунь); *19* — аспирационная трубка (алюминиевая), длиной 200 мм, внутренним диаметром 100 мм

Рисунок А.6 — Пробоотборная насадка, описанная в VDI 3498-1

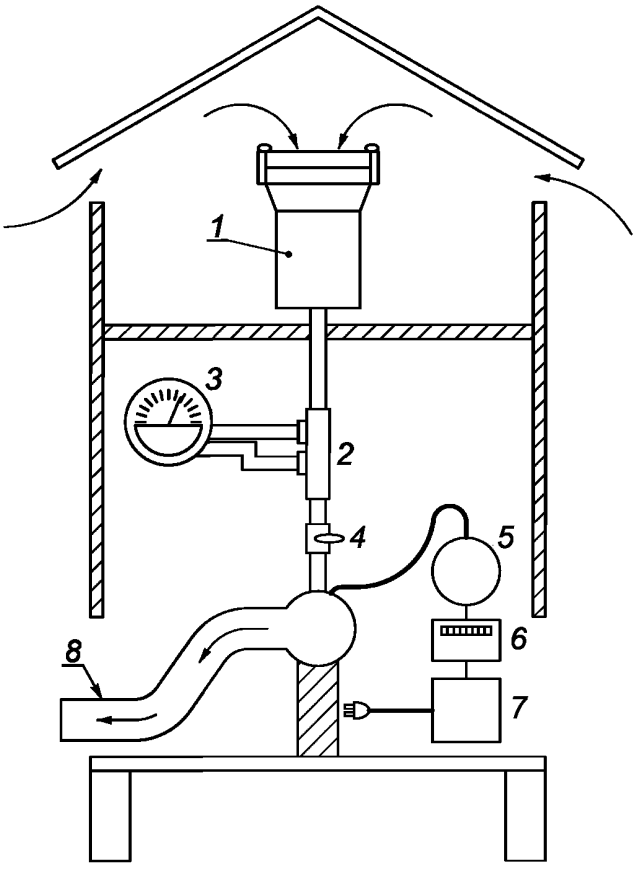
А.3.3 Устройство отбора проб по ИСО 12884

Устройство отбора проб атмосферного воздуха, описанное в ИСО 12884, может быть адаптировано для воздуха замкнутых помещений с целью улавливания ПХБ, ПХДД и ПХДФ при высокой объемной скорости потока воздуха (например, от 6 до 16 $м^3$/ч). Подобное устройство отбора проб приведено в методике, установленной в руководстве ТО-9А, разработанном Агентством по охране окружающей среды США [7], для определения полихлорированных дибензо-пара-диоксинов и дибензофуранов в атмосферном воздухе. Различные производители выпускают серийно устройства отбора проб такой конструкции во всем мире. Принципиальная схема устройства отбора проб приведена на рисунке А.7. Оно снабжено устройством регулировки потока, вакуумным манометром для измерения перепада давлений в пробоотборной насадке, интервальным таймером, датчиком временных ин-

тервалов и гибким шлангом для удаления отработанного воздуха на расстояние, по крайней мере, 3 м от пробоотборной насадки для предотвращения повторного отбора [13]. По возможности отработанный воздух следует удалять за пределы помещения или здания.

Пробоотборная насадка для этого устройства отбора проб аналогична приведенной на рисунке 2. Она состоит из металлического фильтродержателя (см. рисунок 2 b, позиция 9), подходящего для круглого фильтра ∅ 104 мм для улавливания твердых частиц, удерживаемого сеткой из нержавеющей стали толщиной 1,2 мм с 50 % открытой площади, подсоединенного к металлическому цилиндру (см. рисунок 2 b, позиция 13) для картриджа из боросиликатного стекла с сорбентом внешним ∅ 64 мм (внутренним ∅ 58 мм), высотой 125 мм. Фильтродержатель снабжен уплотнительными прокладками из инертного материала (например, политетрафторэтилена), размещенными по обе стороны фильтра. Подобным образом мягкие уплотнительные прокладки из инертного материала (например, силиконовой резины) используют для обеспечения герметичного соединения по обе стороны картриджа с сорбентом. На расстоянии 20 мм от нижней стороны стеклянного картриджа с сорбентом имеется выемка для сетки из нержавеющей стали толщиной 1,2 мм (с 50 % открытой площади), удерживающей сорбент, в данном случае гильзу ППУ полиэфирного типа с открытыми порами, плотностью 22 мг/см^3, диаметром 62 мм, высотой 100 мм. Картридж с сорбентом вставляется в корпус ловушки (см. рисунок 2 b), который соединяют с фильтродержателем 9 (см. рисунок 2 b), зажав картридж с сорбентом между уплотнительными прокладками. Пробоотборная насадка описана в [6] и [7]. Подобные устройства выпускаются серийно.

Описанное устройство отбора проб издает при работе шумы, но его можно использовать в замкнутых помещениях с большой площадью, где шумами можно пренебречь. В качестве альтернативы пробоотборную насадку можно разместить внутри помещения и подсоединить к побудителю расхода, находящемуся за пределами помещения, с помощью аспирационной трубки, протянутой через отверстие в окне или в стене.



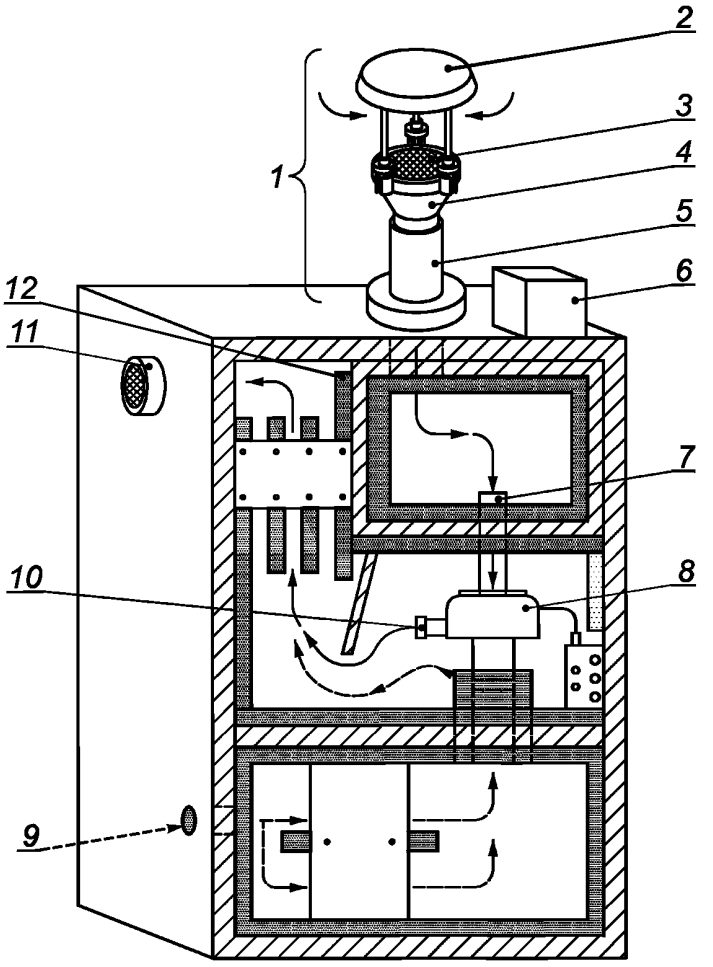
1 — пробоотборная насадка; *2* — трубка Вентури для регулировки объемной скорости потока воздуха; *3* — вакуумный манометр; *4* — клапан для регулировки потока; *5* — компенсатор напряжения (для регулировки потока); *6* — счетчик времени; *7* — таймер с возможностью программирования на семь суток; *8* — гибкий шланг для сброса отработанного воздуха, длиной 3—4 м

Рисунок А.7 — Устройство отбора проб в соответствии с ИСО 12884

А.3.4 Бесшумное устройство отбора проб с высокой объемной скоростью потока воздуха

Нижеописанное устройство отбора проб помещено в звукопоглощающий корпус, поэтому его можно использовать в заселенных помещениях. Это устройство отбора проб описано в апробированной литературе ([9], [14] и [15]). Его можно использовать при объемной скорости потока воздуха 6—16 м^3/ч.

Устройство отбора проб помещено в толстостенный хорошо герметизируемый корпус высотой 91 см, длиной 58 см, шириной 47 см, с хорошими звукоизоляционными характеристиками. Корпус изготовлен из фанеры с гофрированными герметизированными латексной замазкой стыками. Основным звукопоглощающим материалом является полужесткая панель из стекловолокна, разрезанная на секции, установленные внутри корпуса в качестве перегородок. При необходимости одну стенку звукопоглощающего корпуса можно снимать для осмотра и технического обслуживания внутренних деталей блока. Поток воздуха обеспечивает вакуумный насос с мотором, находящимся в обходном канале, соединенный с входной полостью для воздуха посредством креплений, защищенных от вибрации, и уплотнительной прокладки из пенопласта с закрытыми порами. Эти детали обеспечивают герметичное соединение штуцера с входной камерой для воздуха. Конструкция устройства отбора проб соответствует требованиям к допустимому уровню шума (NC-35 или 35 дБ), сравнимому с фоновым уровнем шума в обычной спальне. В устройстве отбора проб установлена такая же пробоотборная насадка, как приведена на рисунке 2 (и описана в А.3.3). Принципиальная схема устройства отбора проб приведена на рисунке А.8.



1 — пробоотборная насадка; *2* — пылезащитная крышка; *3* — сетка для удерживания фильтра для улавливания твердых частиц; *4* — фильтродержатель фильтра для улавливания твердых частиц; *5* — корпус картриджа с ППУ; *6* — электронный блок управления (включающий регулятор потока, таймер и т.д.); *7* — вакуумная камера и входное отверстие насоса; *8* — вакуумный насос с самоохлаждающимся мотором в обходном канале; *9* — входное отверстие для воздуха, охлаждающего мотор; *10* — выходное отверстие вакуумного насоса; *11* — отверстие для сброса отработанного воздуха; *12* — звукопоглощающие перегородки, изготовленные из полужесткой панели из стекловолокна

Рисунок А.8 — Устройство отбора проб с высокой объемной скоростью потока воздуха для замкнутых помещений в звукоизоляционной камере

Приложение В
(обязательное)

Определение эффективности отбора проб или динамической эффективности удерживания

Эффективность отбора проб E_S определяют нанесением раствора анализируемых соединений (или типичной смеси, включающей наиболее летучие ПХБ/ПХДД/ПХДФ) на чистый фильтр, который соединен с ловушкой для паров, затем через устройство отбора проб пропускают воздух объемом, эквивалентным максимальному отбираемому объему воздуха.

Эффективность удерживания E_r определяют введением смеси непосредственно на сорбент, расположенный в устройстве отбора проб после чистого фильтра, после чего повторяют ту же процедуру, что и при определении E_S.

Для определения E_S раствор смеси анализируемых соединений необходимо нанести на фильтр таким образом, чтобы раствор распределился равномерно и не произошло перенасыщение фильтра. Для определения E_r раствор смеси наносят на поверхность сорбента таким образом, чтобы раствор равномерно распределился в слое сорбента толщиной не более 1 см. Вводимый раствор смеси должен быть на основе летучего растворителя, такого как *н*-гексан или дихлорметан. Уровень содержания аналитов во вводимом растворе должен превышать не менее, чем в 3 раза, но не более, чем в 10 раз, ожидаемый уровень их содержания в воздухе, прокачиваемом через устройство отбора проб. Перед прокачкой воздуха через устройство отбора проб необходимо дать фильтру или сорбенту просохнуть в чистом и защищенном от света месте в течение 1 ч.

Объемная скорость потока воздуха и продолжительность отбора проб должны быть такими же, как и при отборе проб. Температура окружающей среды должна быть приблизительно такой же, как и во время отбора проб.

Для определения эффективности отбора проб необходимо провести анализ отдельно сорбента и фильтра с введенной смесью, затем из первоначально введенного количества смеси вычесть количество, оставшееся на фильтре. Для определения динамической эффективности удерживания анализируют только сорбент.

Эффективность отбора проб E_S, %, для конкретного аналита вычисляют по формуле

$$E_S = \frac{m}{m_0 - m_R} 100, \qquad \text{(В.1)}$$

где m — масса аналита, экстрагированного с сорбента после прокачивания воздуха через устройство отбора проб, в пикограммах (пг);

m_0 — масса аналита, первоначально нанесенного на фильтр, в пикограммах (пг);

m_R — масса аналита, оставшегося на фильтре после прокачивания воздуха через устройство отбора проб, в пикограммах (пг).

Эффективность отбора проб должна составлять от 75 % до 125 %. В любом случае эффективность отбора проб должна быть не менее 50 % и не более 150 %.

Динамическую эффективность удерживания E_r, %, вычисляют по формуле

$$E_r = \frac{m}{m_0} 100, \qquad \text{(В.2)}$$

где m_0 — масса аналита, первоначально введенного на сорбент, в пикограммах (пг).

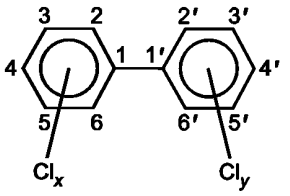
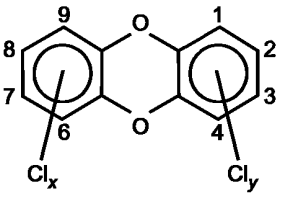
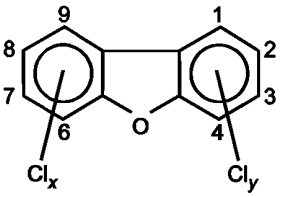
Для среднелетучих органических соединений динамическая эффективность удерживания E_r обычно равна или немного меньше эффективности отбора проб. Область приемлемых значений для E_r, %, такая же, как и для E_S, %.

Приложение С
(справочное)

Структурные формулы, токсичность и вычисление эквивалентных показателей токсичности

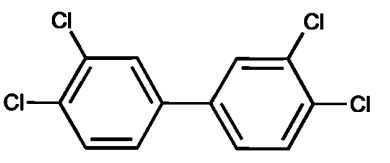
С.1 Структурные формулы ПХБ, ПХДД и ПХДФ

Т а б л и ц а С.1 — Структурные формулы ПХБ, ПХДД и ПХДФ с указанием числа возможных изомеров

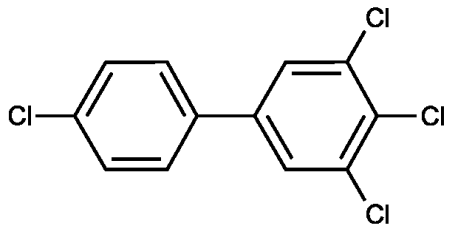
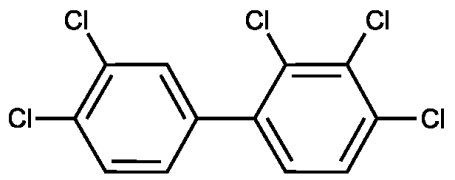
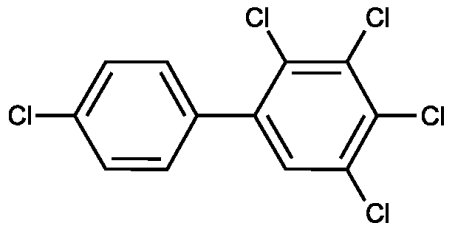
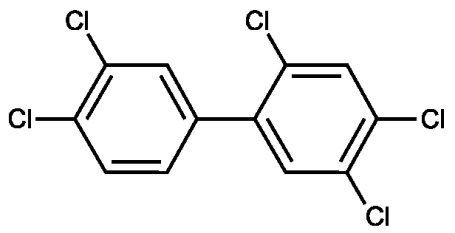
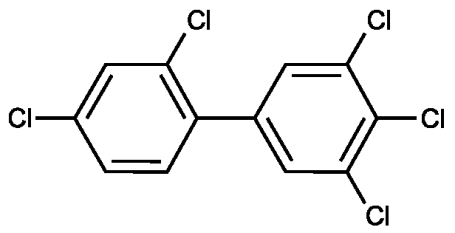
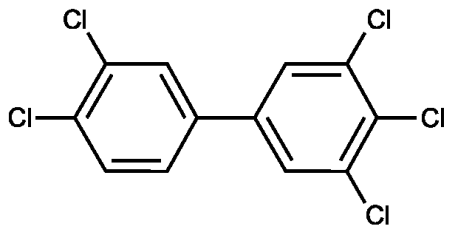
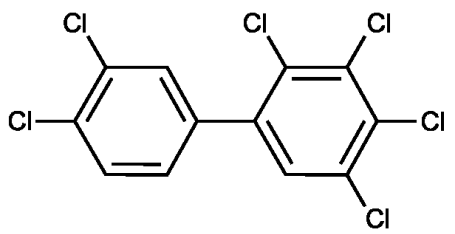
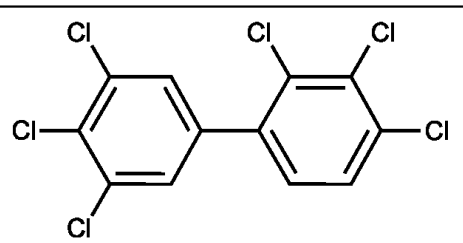
			
	ПХБ Полихлорированные бифенилы	ПХДД Полихлорированные дибензо-пара-диоксины	ПХДФ Полихлорированные дибензофураны
Число атомов хлора	Число изомеров ПХБ	Число изомеров ПХДД	Число изомеров ПХДФ
1	3	2	4
2	12	10	16
3	24	14	28
4	42	22	38
5	46	14	28
6	42	10	16
7	24	2	4
8	12	1	1
9	3	—	—
10	1	—	—
Общее число изомеров	209	75	135

С.2 Структурные формулы компланарных ПХБ

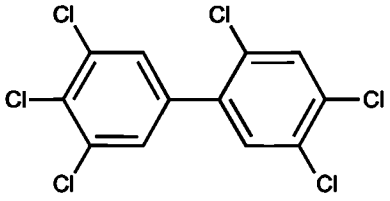
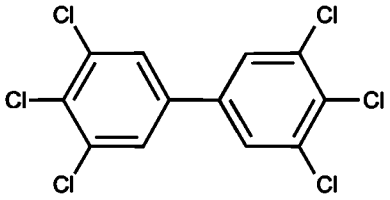
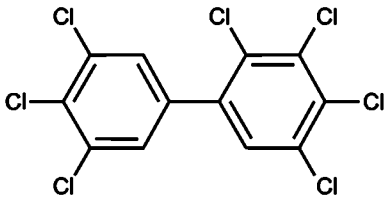
Т а б л и ц а С.2 — Структурные формулы 12 отобранных компланарных полихлорированных бифенилов

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
3,3',4,4'-тетра-хлорбифенил 3,3',4,4'-TeCB, PCB-77 [3,3',4,4'-ТХБ, ПХБ (77)]	$C_{12}H_6Cl_4$	291,9	

Продолжение таблицы С.2

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
3,4,4',5-тетрахлорбифенил 3,4,4',5-ТеСВ, PCB-81 [3,4,4',5-ТХБ, ПХБ (81)]	$C_{12}H_6Cl_4$	291,9	
2,3,3',4,4'-пентахлорбифенил 2,3,3',4,4'-РеСВ, PCB-105 [2,3,3',4,4'-ПХБ, ПХБ (105)]	$C_{12}H_6Cl_5$	326,4	
2,3,4,4',5-пентахлорбифенил 2,3,4,4',5-РеСВ, PCB-114 [2,3,4,4',5-ПХБ, ПХБ (114)]	$C_{12}H_6Cl_5$	326,4	
2,3',4,4',5-пентахлорбифенил 2,3',4,4',5-РеСВ, PCB-118 [2,3',4,4',5-ПХБ, ПХБ (118)]	$C_{12}H_6Cl_5$	326,4	
2',3,4,4',5-пентахлорбифенил 2',3,4,4',5-РеСВ, PCB-123 [2',3,4,4',5-ПХБ, ПХБ (123)]	$C_{12}H_6Cl_5$	326,4	
3,3',4,4',5-пентахлорбифенил 3,3',4,4',5-РеСВ, PCB-126 [3,3',4,4',5-ПХБ, ПХБ (126)]	$C_{12}H_6Cl_5$	326,4	
2,3,3',4,4',5-гексахлорбифенил 2,3,3',4,4',5-HxCB, PCB-156 [2,3,3',4,4',5-ГХБ, ПХБ (156)]	$C_{12}H_6Cl_6$	360,9	
2,3,3',4,4',5'-гексахлорбифенил 2,3,3',4,4',5'-HxCB, PCB-157 [2,3,3',4,4',5'-ГХБ, ПХБ (157)]	$C_{12}H_6Cl_6$	360,9	

Окончание таблицы С.2

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
2,3',4,4',5,5'-гексахлорбифенил 2,3',4,4',5,5'-HxCB, PCB-167 [2,3',4,4',5,5'-ГХБ, ПХБ (167)]	$C_{12}H_6Cl_6$	360,9	
3,3',4,4',5,5'-гексахлорбифенил 3,3',4,4',5,5'-HxCB, PCB-169 [3,3',4,4',5,5'-ГХБ, ПХБ (169)]	$C_{12}H_6Cl_6$	360,9	
2,3,3',4,4',5,5'-гептахлорбифенил 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB, PCB-189 [2,3,3',4,4',5,5'-ГпХБ, ПХБ (189)]	$C_{12}H_6Cl_7$	396,3	

[1)] Для удобства пользователей настоящего стандарта в квадратных скобках приведены русские эквиваленты наименований конгенеров.

С.3 Токсичность и вычисление эквивалентов токсичности ПХБ, ПХДД/ПХДФ

В окружающей среде ПХДД/ПХДФ никогда не встречаются в виде индивидуальных компонентов, а только в виде сложных смесей с другими подобными по структуре («диоксиноподобными») соединениями, такими как ПХБ.

В системе эквивалентов токсичности (ЭКТ) в качестве эталона используется 2,3,7,8-ТХДД, по которому вычисляют эквиваленты токсичности других соединений. В основе этого предположения лежит допущение, что механизм воздействия ПХДД/ПХДФ и диоксиноподобных соединений на организм человека одинаков. Токсические воздействия соединений оценивают на основе исследований субхронической токсичности и по некоторым биохимическим свойствам, таким как эффективность связывания ароматического углеводородного радикала с рецепторами.

Потенциальную токсичность отдельного конгенера определяют на основе его коэффициента эквивалентной токсичности (КЭТ), описывающего токсичность индивидуального соединения по отношению к токсичности воздействия 2,3,7,8-ТХДД. Для вычисления ЭКТ количество или содержание каждого соответствующего конгенера умножают на соответствующее значение КЭТ. Когда для всех конгенеров будут вычислены «эквиваленты токсичности по 2,3,7,8-ТХДД», их значения просто суммируют, и полученное значение ЭКТ определяет общую токсичность смеси (см. таблицу С.3).

Несмотря на то, что в настоящее время остались неопределенности, связанные с эквивалентами токсичности ПХДД/ПХДФ, были установлены международные коэффициенты эквивалентной токсичности (М-КЭТ) (см. [16] и таблицу С.3). В недавнее время Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) (см. [5]) была стандартизована токсичность 2,3,7,8-хлорозамещенных диоксинов и фуранов и некоторых диоксиноподобных ПХБ. Для всех остальных соединений, присутствующих в пробе, ЭКТ принимается равным нулю.

Схема была принята на международном уровне в качестве основы для определения ЭКТ. В последние годы токсичность ПХДД/ПХДФ выражали, в основном, в М-ЭКТ.

В последней к моменту выпуска международного стандарта схеме вычисления ЭКТ, разработанной ВОЗ и в рамках международной программы по химической защите (МПХЗ), была стандартизована токсичность 17 представителей диоксинов и фуранов и на начальном этапе 12 диоксиноподобных ПХБ (см. [5]). В ней были применены полученные к этому времени данные о токсичности ПХДД/ПХДФ и диоксиноподобных ПХБ (см. таблицу С.3).

Определение ЭКТ в соответствии с рекомендациями ВОЗ (ВОЗ-ЭКТ) основано на ежедневной предельно допустимой поглощенной дозе (ЕПДПД), составляющей для людей от 1 до 4 пг на килограмм массы тела (включая ПХБ), которая не должна быть превышена. ЕПДПД была рекомендована на основе критического воздействия (в том числе на эмбриональное развитие, адаптационную, репродуктивную, гормональную, иммунную системы организма и нейроповеденческие реакции), реакций, зависящих от величины поглощенной дозы, и экстраполяции риска в количественных эквивалентах.

С точки зрения международной гармонизации оценки риска, которая должна быть основана на наиболее современных знаниях, было бы обоснованным принять систему вычисления ЭКТ, предлагаемую ВОЗ, и в будущем рассматривать ЕПДПД в качестве основы для оценки риска на международном уровне.

Вычисление ЭКТ для ПХДД/ПХДФ обычно делают на основе М-КЭТ (см. выше). Вычисление ЭКТ для ПХДД/ПХДФ и диоксиноподобных ПХБ (компланарных без замещения хлором в орто-положениях) возможно только на основе коэффициентов эквивалентной токсичности, предложенных ВОЗ (ВОЗ-ЭКТПХБ). Схемы вычисления не являются взаимно совместимыми (см. таблицу С.3). В некоторых странах вычисление проводят на основе М-ЭКТ, в других — по схеме, предложенной ВОЗ (ВОЗ-$ЭКТ_{ПХБ}$); поэтому результаты и описание схемы вычислений приводят в протоколе измерений.

Таблица С.3 — Коэффициенты эквивалентной токсичности, рекомендуемые ВОЗ (ВОЗ-КЭТ) (см. [5]) и принятые в международной практике коэффициенты эквивалентной токсичности М-КЭТ (см. [16])

Конгенер[1)]	ВОЗ-КЭТ	М-КЭТ
2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин)	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD (1,2,3,7,8-пентахлордибензодиоксин)	1	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDD (1,2,3,4,7,8-гексахлордибензодиоксин)	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8- HxCDD (1,2,3,6,7,8-гексахлордибензодиоксин)	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD (1,2,3,7,8,9-гексахлордибензодиоксин)	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (1,2,3,4,6,7,8-гептахлордибензодиоксин)	0,01	0,01
OCDD (октахлордибензодиоксин)	0,0003	0,001
2,3,7,8-TCDF (2,3,7,8-тетрахлордибензофуран)	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF (1,2,3,7,8-пентахлордибензофуран)	0,03	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF (2,3,4,7,8-пентахлордибензофуран)	0,3	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF (1,2,3,4,7,8-гексахлордибензофуран)	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF (1,2,3,6,7,8-гексахлордибензофуран)	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF (1,2,3,7,8,9-гексахлордибензофуран)	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF (2,3,4,6,7,8-гексахлордибензофуран)	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (1,2,3,4,6,7,8-гептахлордибензофуран)	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (1,2,3,4,7,8,9-гептахлордибензофуран)	0,01	0,01
OCDF (октахлордибензофуран)	0,0003	0,001
ПХБ без замещения хлором в орто-положениях		
3,4,4',5-TeCB (81)	0,0001	—
3,3',4,4'-TeCB (77)	0,0003	—

Окончание таблицы С.3

Конгенер[1)]	ВОЗ-КЭТ	М-КЭТ
3,3',4,4',5-PeCB (126)	0,1	—
3,3',4,4',5,5'-HxCB (169)	0,03	—
Моно-орто ПХБ		
2,3,3',4,4'-PeCB (105)	0,00003	—
2,3,4,4',5-PeCB (114)	0,00003	—
2,3',4,4',5-PeCB (118)	0,00003	—
2',3,4,4',5-PeCB (123)	0,00003	—
2,3,3',4,4',5-HxCB (156)	0,00003	—
2,3,3',4,4',5'-HxCB (157)	0,00003	—
2,3',4,4',5,5'-HxCB (167)	0,00003	—
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189)	0,00003	—

[1)] Для удобства пользователей настоящего стандарта в скобках приведены русские эквиваленты наименований конгенеров (за исключением конгенеров, приведенных в таблице С.2).

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 12884	IDT	ГОСТ Р ИСО 12884—2007 Воздух атмосферный. Определение общего содержания полициклических ароматических углеводородов (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент с последующим анализом методом хромато-масс-спектрометрии
ИСО 16000-12	IDT	ГОСТ Р ИСО 16000-12—2011 Воздух замкнутых помещений. Часть 12. Отбор проб полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)
ИСО 16000-14	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] ISO 9169 — Air quality — Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system (ИСО 9169, Качество воздуха. Определение характеристик методик выполнения измерений)

[2] ISO 12219-1 (in preparation) — Indoor air — Road vehicles — Part 1: Whole vehicle test chamber — Specification and method for the determination of volatile organic compounds in car interiors (ИСО 12219-1, Воздух замкнутых помещений. Транспортные средства. Часть 1. Испытательная камера для всего транспортного средства. Технические характеристики и метод определения летучих органических соединений в кабинах транспортных средств)

[3] 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 (ИСО16017-1, Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки)

[4] 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 (ИСО16017-1, Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 2. Диффузионный метод отбора проб)

[5] — Van Den Berg, M., Birnbaum, L. S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L., Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama, C., Tritscher, A.,Tuomisto, J., Tysklind, M., Warlker, N., Peterson, R.E. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicol. Sci. 2006, 93, pp. 223—241 or gost.e-ecolog.ru

[6] — Lewis, R. G., Jackson, M.D. Modification and evaluation of a high-volume air sampler for pesticides and other semivolatile industrial organic chemicals. Anal. Chem. 1982, 54, pp. 592—594

[7] — EPA Compendium Method TO-9A, Determination of polychlorinated, polybrominated and brominated/chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in ambient air. Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds. In: Ambient Air, 2nd ed., EPA Report No. EPA/625/R-96/010b, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA, 1999

[8] — Wilson, N. K., Kulhman, M. R., Chuang, J.C. Sampling polycyclic aromatic hydrocarbons and related semivolatile organic compounds in indoor air. Indoor Air 1991, 4, pp. 513—523

[9] — Winberry, W.T., Forehand, L., Murphy, N.T., Ceroli, A., Phinney, B., Evans, A. Methods for determination of indoor pollutants: EPA methods. Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ, USA, 1993

[10] — Bernanek, L.L., Blazier, W.E., Figwer, J.J. Preferred noise criterion (PNC) curves and their application to rooms. J. Acoust. Soc. Am. 1971, 50, pp. 1223—1228

[11] VDI 3498-2 — *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit kleinem Filter* [Ambient air measurement — Indoor air measurement — Measurement of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans; Method using small filters]

[12] VDI 3498-1 — *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit großem Filter* [Ambient air measurement — Indoor air measurement — Measurement of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans; Method using large filters]

[13] — Lewis, R. G., Zimmerman, N.J. Danger of recirculation in Hi-Vols. Anal. Qual. Contr. Newsl. 1976, 28, pp. 7—8

[14] — Wilson, N. K., Chuang, J. C., Mark, G. A., Howes JR., J.E. A quiet sampler for the collection of semivolatile organic pollutants in indoor air. Environ. Sci. Technol., 1989, 23, pp. 1112—1116

[15] — Development of a sampler for particulate-associated and low volatility organic pollutants in indoor air. EPA Report No. EPA/600/4-85/079, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA, 1985

[16] — NATO/Committ For The Challenges of Modern Society. Project for international information exchange on dioxins, furans and related chemicals — Toxicity equivalent factor method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds. CCMS Report No. 176, August 1998

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.20 Т58

Ключевые слова: воздух, помещения замкнутые, отбор проб, полихлорированные бифенилы, полихлорированные дибензо-пара-диоксины, полихлорированные дибензофураны, пары, твердые взвешенные частицы, фильтр, сорбент

Редактор *П.М. Смирнов*
Технический редактор *А.И. Белов*
Корректор *И.А. Белова*
Компьютерная верстка *А.С. Шаповаловой*

Сдано в набор 23.04.2014. Подписано в печать 02.08.2014. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,90. Тираж 64 экз. Зак. 3065.

Набрано в Издательском доме «Вебстер»
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru