ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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)

ISO 16000-12:2008
Indoor air — Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDF) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (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 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 9 ноября 2011 г. № 528-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 16000-12:2008 «Воздух замкнутых помещений. Часть 12. Отбор проб полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)» (ISO 16000-12:2008 «Indoor air — Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDF) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)»)

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 и распространенность ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ 2
4 Методика измерений 3
5 Планирование измерений 4
Приложение А (справочное) Структурные формулы, токсичность и вычисление эквивалентных показателей токсичности 9
Приложение В (справочное) Рекомендации по выявлению потенциальных источников выделения ПХБ в замкнутых помещениях с учетом возможных ремонтных работ 14
Приложение С (справочное) Исследование воздуха замкнутых помещений после пожаров на предмет присутствия ПХДД/ПХДФ 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 17
Библиография 18

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 к самим методикам измерений.

Отбор проб полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), также называемых оксантренами, и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) в воздухе замкнутых помещений описан в ИСО 16000-13, а соответствующие методики экстракции, очистки и анализа проб методами газовой хроматографии высокого разрешения/масс-спектрометрии установлены в ИСО 16000-14. При отборе и анализе проб на содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) можно применять ИСО 12884.

Некоторые ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ 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). Токсичность ПХБ и ПХДД/ПХДФ вычисляют в соответствии с международно-признанной системой (см. приложение А и [1]). В 1997 г. группой экспертов Всемирной организации Здравоохранения (ВОЗ) были установлены (в 2005 г. уточнены) показатели эквивалентной токсичности (ПЭТ) для ПХДД/ПХДФ и 12 ПХБ, известных как диоксиноподобные ПХБ (см. приложение А и [1]). К этим двенадцати диоксиноподобным ПХБ относятся четыре нон-орто ПХБ и восемь моно-орто ПХБ (содержащие или не содержащие один атом хлора в положении 2-, 2′-, 6- и 6′), имеющие компланарную или в основном компланарную структуру (см. таблицу А.2).

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. 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 во многих странах. Газы, выделяемые мусором от близлежащих свалок и заброшенных строительных площадок, также могут быть причиной попадания ПХБ и ПХДД/ПХДФ в воздух замкнутых помещений. Основным источником ПАУ в воздухе замкнутых помещений являются процессы горения (в основном табачный дым и дым от открытого пламени).

Кроме тех случаев, когда имеются прямые источники внутри замкнутого помещения, ПХБ и ПХДД/ПХДФ попадают в воздух замкнутого помещения из атмосферного воздуха при проветривании. Однако в атмосферном воздухе массовая концентрация этих соединений обычно ничтожно мала, например несколько фемтограмм на кубический метр для ПХДД/ПХДФ и от приблизительно 10 пг/м^3 до нескольких сотен пикограмм на кубический метр для ПХБ. Соединения, рассматриваемые в настоящем стандарте, обычно распределены между газовой фазой и твердыми взвешенными частицами в атмосферном воздухе или воздухе замкнутых помещений в зависимости от температуры, влажности, степени хлорирования, их содержания и способности сорбироваться на твердых частицах, взвешенных в воздухе. Раздельный анализ фильтра и ловушки для паров не следует применять, так как он не будет отражать исходное распределение в атмосферном воздухе при нормальной температуре окружающей атмосферы 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.

Применение методологии отбора проб, установленной в настоящем стандарте, предусматривает ознакомление с ИСО 16000-1.

В настоящем стандарте использовано определение окружающей среды в замкнутых помещениях, принятое Экспертным советом по вопросам окружающей среды (см. ИСО 16000-1 и [2]): жилых домах с гостиными, спальнями, мастерскими, спортивными залами и подвалами, кухнями и ванными комнатами; рабочих помещениях или рабочих местах — в зданиях, не подлежащих контролю со стороны комиссий по безопасности и охране труда в отношении загрязняющих веществ (например, офисы, торговые площади); общественных зданиях (например, больницы, школы, детские сады, спортивные залы, библиотеки, рестораны и бары, театры, кинотеатры и помещения другого назначения), а также кабинах транспортных средств (личных и общественного пользования).

Настоящий стандарт разработан на основе VDI 4300-2 [3].

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 12

Отбор проб полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)

Indoor air. Part 12. Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDF) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)

Дата введения — 2012—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применяют при планировании измерений содержания полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД), также называемых полихлорированными оксантренами, полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воздухе замкнутых помещений. При проведении измерений в воздухе замкнутых помещений тщательное планирование отбора проб и всей методологии измерения имеет особое значение, поскольку результат измерения может иметь далеко идущие последствия, например указывать на необходимость ремонта помещения или успешность его выполнения.

Несоответствующая методология измерений может вносить больший вклад в суммарную неопределенность результата измерения, чем неопределенность самого измерения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы 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 газовой хроматографии/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)

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

ИСО 16000-13 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 с сорбентом [ISO 16000-13, 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]

ИСО 16362 Воздух атмосферный. Определение содержания полициклических ароматических углеводородов в виде твердых частиц методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ISO 16362, Ambient air — Determination of particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons by high performance liquid chromatography)

Издание официальное

3 Источники и распространенность ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ

3.1 Общие положения

ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ попадают в воздух замкнутых помещений из различных источников, описанных ниже (см. 3.2, 3.3 и 3.4). В силу сорбционных эффектов соединения, выделяемые первичными источниками, могут быть сорбированы различными поверхностями, которые впоследствии могут выступать в качестве вторичных источников.

В настоящее время известны не все источники и процессы, приводящие к увеличению содержания этих соединений в воздухе замкнутых помещений. В таблице 1 приведен перечень источников наибольшей интенсивности, которые можно отнести к первичным источникам. В зависимости от интенсивности и продолжительности действия отдельных первичных источников процессы испарения, диффузии, сорбции или осаждения приводят к загрязнению поверхностей в помещении. Даже после удаления первичных источников эти загрязненные поверхности сами могут выступать в качестве вторичных источников.

Таблица 1 — Возможные источники ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ в воздухе замкнутых помещений

Группа соединений	Источники
ПХБ	ПХБ-содержащие материалы для герметизации стыков. Конденсаторы с дефектами, например в лампах. Трансформаторы с дефектами. Краски и лаки, содержащие ингибиторы горения. Пластификаторы, используемые в синтетических материалах, например герметизирующий материал для компенсационных швов в предварительно собранных железобетонных конструкциях. Смазка для форм, применяемых в производстве бетонных конструкций. Почва, загрязненная отходами, и строительные участки
ПХДД/ПХДФ	Пентахлорфенол-содержащие материалы, например составы для защиты древесины, кожа. Пожары в присутствии галогенсодержащих материалов. Почва, загрязненная отходами, и строительные участки
ПАУ	Табачный дым. Дым от открытого огня. Красители или продукция, содержащая дегтярное масло или смолу (например, клей для паркета). Почва, загрязненная отходами, и строительные участки. Приготовление пищи

Если не существует обязательных критериев качественной оценки воздуха замкнутых помещений, то первоначальную оценку результатов анализа качества воздуха замкнутых помещений выполняют на основе сравнения полученных значений со значениями содержания соответствующих соединений в атмосферном воздухе. В таблице 2 приведены типичные значения содержания в атмосферном воздухе для бензо[а]пирена (главного компонента группы ПАУ), ПХДД/ПХДФ [в виде эквивалентов токсичности (TEQ), принятых ВОЗ, см. приложение А.3] и ПХБ [в виде суммы значений содержания шести конгенеров; см. сноску а) в таблице 2].

Таблица 2 — Диапазоны массовой концентрации ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ в атмосферном воздухе городских территорий

Группа соединений	Атмосферный воздух, средний диапазон массовой концентрации	
	на городской территории	на участке с максимальной массовой концентрацией
ПХБ[a)]	От 5 до 10 нг/м^3	—[b)]
ПХДД/ПХДФ[c)]	От 0,05 до 0,15 пг/м^3	От 0,15 до 0,5 пг/м^3
ПАУ (только бензо[а]пирен)	От 0,5 до 1 нг/м^3	От 1 до 21 нг/м^3 (см. [7])

[a)] Сумма значений содержания шести представителей ПХБ (28, 52, 101, 138, 153, 180 в соответствии с системой Бальшмитера), умноженная на пять для вычисления общего содержания ПХБ.

[b)] ПХБ присутствуют повсеместно, повышенное их содержание наблюдается только в непосредственной близости от загрязненных зданий.

[c)] Эквиваленты токсичности, см. приложение А.

3.2 Полихлорированные бифенилы

Ранее ПХБ сознательно и открыто применяли в замкнутых помещениях в составе ряда материалов для получения заданных свойств. Таким образом, полимерные герметизирующие материалы, содержащие ПХБ в качестве пластификаторов, применяли в основном в зданиях, при постройке которых использовали бетонные плиты. Кроме того, при монтаже навесных потолков применяли облегченные панели, обработанные ПХБ-содержащими эмульсионными красками, а также встречались деревянные поверхности, покрытые составами, содержащими ПХБ.

Закрытые системы, например небольшие ПХБ-содержащие конденсаторы, использовали повсеместно и среди прочего в лампах. Благодаря постановлениям правительства и добровольным ограничениям, введенным изготовителями конденсаторов, ламп и других устройств, ПХБ больше не применяют при их изготовлении.

Если в непосредственной близости от здания обнаруживают крупные источники выбросов ПХБ, то атмосферный воздух также рассматривают как источник ПХБ.

3.3 Полихлорированные дибензо-пара-диоксины и полихлорированные дибензофураны

ПХДД/ПХДФ присутствуют в качестве примесей в пентахлорфеноле (ПХФ). Они могут попасть в воздух замкнутого помещения в составе ПХФ-содержащих материалов, которые использовали до конца 1970-х гг. и в небольшом количестве — до середины 1980-х гг. [4]. ПХБ-содержащие составы для герметизации швов также могут содержать ПХДД/ПХДФ и выделять их в воздух.

В случае пожара наличие в помещении материалов на основе хлорорганических соединений, например оболочек электрических кабелей, напольных покрытий, дверей и оконных рам из поливинилхлорида (ПВХ), будет приводить к присоединению ПХДД/ПХДФ к частицам сажи и другим частицам, которые впоследствии осядут на поверхностях и, при отсутствии надлежащей очистки будут непрерывным источником загрязнения воздуха замкнутого помещения. Рекомендации по проведению ремонта, оценки, ликвидации последствий и других процедур в помещениях, загрязненных таким образом, были подготовлены Немецкой Государственной Службой по охране Здоровья (см. [5] и [6]).

3.4 Полициклические ароматические углеводороды

ПАУ образуются во всех процессах неполного сгорания. Наиболее известный пример такого процесса — курение сигарет. Однако дымоходы с плохой тягой или свечи с коптящим пламенем могут быть причиной присутствия в воздухе ПАУ в поддающихся измерению количествах. ПАУ также выделяют смолистые материалы, используемые при проведении работ по внутренней отделке помещения.

4 Методика измерений

4.1 Общие положения

Большинство ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ относятся к группе среднелетучих органических соединений. В воздухе замкнутого помещения они встречаются как сорбированные на твердых частицах (взвешенной в воздухе или осевшей пыли), так и в газовой фазе.

Методики отбора проб и анализа воздуха на содержание этих соединений стандартизованы (см. таблицу 3).

Таблица 3 — Методики отбора проб и анализа

Группа соединений	Методика	Краткое описание
ПХБ	ИСО 16000-13	Отбор проб с использованием пробоотборника с низкой или высокой объемной скоростью воздушного потока, заполненного пенополиуретаном или любым другим подходящим сорбентом, с предшествующим фильтром твердых частиц
ПХДД/ПХД	ИСО 16000-13	Отбор проб с использованием пробоотборника с низкой или высокой объемной скоростью воздушного потока, заполненного пенополиуретаном или любым другим подходящим сорбентом, с предшествующим фильтром твердых частиц
ПАУ	ИСО 12884 ИСО 16362 национальные стандарты	ИСО 12884 и ИСО 16362 применяют при проведении измерений в атмосферном воздухе и воздухе замкнутых помещений. В последнем случае пользователь должен учитывать наличие шумов и использовать только пробоотборник с низкой объемной скоростью воздушного потока (см. ИСО 16000—13). В этом случае в методику необходимо внести некоторые изменения

4.2 Полихлорированные бифенилы

Отбор проб по возможности должен проводиться с помощью малошумного пробоотборника с низкой объемной скоростью воздушного потока (при объемной скорости от 1,2 до 2,8 м^3/ч). Если ПХБ определяют при низком уровне их содержания, то с соблюдением некоторых ограничений используют пробоотборник с большой объемной скоростью (при объемной скорости от 6 до 16 м^3/ч). В любом случае объем отбираемого за час воздуха должен составлять не более 10 % объема воздуха в помещении. Пробоотборники с высокой объемной скоростью воздушного потока обычно издают при работе сильный шум, их не используют на заселенных участках в здании. Подходящие для отбора проб ПХБ пробоотборники и методики анализа приведены в ИСО 16000-13.

ПХДД/ПХДФ извлекают с фильтра и твердого сорбента, подвергают многоступенчатой обработке колоночной хроматографии для удаления примесей и анализируют методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ/МС).

4.3 Полихлорированные дибензопарадиоксины/дибензофураны

Отбор проб по возможности должен проводиться с помощью малошумного пробоотборника с низкой объемной скоростью воздушного потока (при объемной скорости от 1,2 до 2,8 м^3/ч). Если ПХБ определяют при низком уровне их содержания, то с соблюдением некоторых ограничений используют пробоотборник с высокой объемной скоростью воздушного потока (при расходе от 6 до 16 м^3/ч). В любом случае объем отбираемого за час воздуха должен составлять не более 10 % объема воздуха в помещении. Пробоотборники с высокой объемной скоростью воздушного потока обычно издают при работе сильный шум, их не используют на заселенных участках в здании. Подходящие для отбора проб ПХБ пробоотборники и методики анализа приведены в ИСО 16000-13.

ПХДД/ПХДФ извлекают с фильтра и твердого сорбента, подвергают многоступенчатой обработке колоночной хроматографии для удаления примесей и анализируют методом ГХ/МС.

4.4 Полициклические ароматические углеводороды

Для определения общего содержания ПАУ используют методику отбора проб, описанную в 4.1 и 4.2 (соответствующие пробоотборники по ИСО 16000-13, ИСО 12884 и ИСО 16362). В первую очередь рассматривают возможность применения пробоотборника с высокой объемной скоростью воздушного потока. Однако, если определяют содержание слаболетучих ПАУ (состоящих из пяти и более колец; с давлением насыщенного пара менее $1 \cdot 10^{-8}$ кПа или точкой кипения выше 475 °С), используют только пробоотборники, оснащенные фильтром для удаления твердых частиц (а не ловушкой для паров) (см. ИСО 16362).

Для проведения анализа ПАУ экстрагируют, экстракт фильтруют и большую часть растворителя удаляют. В некоторых случаях может потребоваться удаление полярных неароматических соединений с помощью колоночной хроматографии. Компоненты концентрированной пробы разделяют методом ГХ и определяют ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии или МС с использованием подходящего детектора.

5 Планирование измерений

5.1 Общие положения

Поскольку для определения ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ необходимы трудоемкие и дорогостоящие анализы, для представительного определения этих веществ необходимо тщательно планировать измерения. Заказчик и аналитическая лаборатория должны согласовать стратегию отбора проб, разработанную на основе настоящего стандарта.

5.2 Рассмотрение статуса помещения перед проведением измерений

Перед проведением измерений в воздухе замкнутого помещения проводят общие исследования, имеющие отношение к конкретному случаю. Рассматривают основания для жалоб и определяют особенности здания, меблировку помещения и т. д. (по ИСО 16000-1).

В рамках предварительной работы также должно быть исследовано состояние возможных источников и процессов выделения.

Во многих случаях полезно проанализировать пробы строительного материала, рассматриваемого в качестве предполагаемого источника выделения, а в отдельных случаях — смывы для грубой оценки влияния рассматриваемых веществ на качество воздуха исследуемого замкнутого помещения. Пригодность методики для конкретного случая или типа источника была подтверждена и кратко описана в нижеприведенных примерах.

Для обнаружения потенциального воздействия ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ на обитателей помещения можно сделать анализ пыли, осевшей в доме, или почвы, принесенной на обуви. Условия отбора проб и предельные условия, которые необходимо учитывать при использовании этого метода, описаны в [8].

5.2.1 Полихлорированные бифенилы

ПХБ могут попасть во внутреннюю среду помещения из различных источников (см. раздел 4). Для получения грубой оценки содержания ПХБ в воздухе зданий с неравномерными уровнями загрязнения в разных помещениях полезно выявить возможные источники их выделения.

Рекомендации по выявлению возможных источников выделения ПХБ в воздух замкнутых помещений приведены в приложении В.

5.2.2 Полихлорированные дибензодиоксины/дибензофураны

В помещениях, где имеются деревянные поверхности, обработанные защитными составами, содержащими пентахлорфенол, обычно не определяют содержание ПХДД/ПХДФ. Если необходима информация о содержании ПХДД/ПХДФ, то измерения проводят только в том случае, если отношение Q, $м^{-1}$, вычисляемое по формуле

$$Q = \frac{A}{V}, \quad (1)$$

где A — площадь обработанной деревянной поверхности, $м^2$;

V — объем пробы, $м^3$,

составляет $\geq 0{,}2\ м^{-1}$, а массовая доля ПХБ в защитном составе составляет более 50 мг на килограмм древесины.

При пожарах обычно не определяют содержание ПХДД/ПХДФ (см. [6]). Исследование воздуха замкнутых помещений на предмет присутствия ПХДД/ПХДФ после пожаров детально описано в приложении С.

5.2.3 Полициклические ароматические углеводороды

Если состав, содержащий дегтярное масло (например, в качестве защитного покрытия для древесины), применяли в прошлом, то на основе данных о составе конкретного продукта можно предположить, что в помещении присутствует потенциальный источник ПАУ. Значимые показатели возможного загрязнения воздуха замкнутого помещения ПАУ могут быть получены при анализе содержания бенз[а]пирена (главный компонент) в пробе материала, рассматриваемого как возможный источник выделения ПАУ.

5.3 Цель измерения и климатические условия в замкнутом помещении

Перед проведением анализа воздуха замкнутого помещения четко определяют цель измерений. Возможными целями измерения могут быть:

a) получение информации о среднем содержании в обычных условиях;

b) получение информации о пиковом содержании (особые условия);

c) проверка соответствия норме;

d) получение информации о соотношении содержания определяемых загрязнителей в атмосферном воздухе и воздухе замкнутого помещения.

5.3.1 Информация о среднем содержании в обычных условиях

Отбор проб проводят, принимая во внимание поведение (привычки и деятельность) обитателей помещения во время его обычного использования или, по крайней мере, при преобладающих условиях, которые соответствуют нормальному использованию помещения. Это значит, что, среди прочего, температура и условия проветривания в помещении во время измерения должны быть в пределах диапазона значений, характерного для данного помещения.

Для исключения влияний непрерывных выбросов (открытый огонь, открытый дымоход, курение), по возможности, заранее следует определить исходные условия. Для этого хорошо проветривают помещение, а затем оставляют двери и окна закрытыми на 8 ч (предпочтительно в течение ночного времени суток). Измерение начинают только после такой подготовки помещения.

При исследовании помещений с установленной системой нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ) дают системе проработать при обычных условиях по крайней мере три часа до начала отбора проб.

Для помещений с установленными правилами проветривания (например, школы, детские сады) перед проведением измерений должен быть закончен полный эксплуатационный цикл (т. е. период времени между двумя проветриваниями).

Для того чтобы результаты измерений были достоверными, исследуемое помещение эксплуатируют в обычном режиме. Это связано с тем, что многие определяемые соединения оседают на твердых частицах, которые могут повторно попасть в воздух в результате деятельности обитателей помещения, что окажет влияние на их содержание в воздухе замкнутого помещения.

Однако по различным причинам, например из-за шумов, вызываемых устройством отбора проб, или официальных запретов, наложенных органами власти, может оказаться невозможным провести отбор проб в присутствии обитателей помещения. Поэтому содержание твердых частиц в воздухе замкнутого помещения может оказаться ниже, чем при его обычном использовании. Это может привести к заниженной оценке содержания ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ в воздухе замкнутого помещения.

5.3.2 Содержание в области пиков (особые условия)

Наличие информации о содержании в воздухе ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ в области пиков обеспечивает более точную оценку общей ситуации, а соответствующие значения содержания могут быть получены при проведении измерений в условиях низкой кратности воздухообмена и высокой температуры в помещении.

Только в исключительных случаях уровни загрязнения, соответствующие содержанию в области пиков, должны измеряться при температуре в помещении более 26 °С (см. [10]). Воздухообмен в помещении должен осуществляться только за счет просачивания воздуха (через закрытые окна и двери в помещениях с естественной вентиляцией и при выключенной системе НВКВ в помещениях с принудительной вентиляцией). Особо тщательно следует соблюдать требования к объему отбираемого воздуха и времени отбора проб, приведенные в таблице 4. Перед проведением измерений эти условия должны соблюдаться в течение достаточно длительного предварительного периода (по крайней мере 8 ч, предпочтительно в ночное время).

Таблица 4 — Объем проб и продолжительность их отбора при проведении измерений в воздухе замкнутого помещения

Группа соединений	Объем пробы, $м^3$	Время отбора пробы для пробоотборника с низкой объемной скоростью воздушного потока, ч	Время отбора пробы для пробоотборника с высокой объемной скоростью воздушного потока, (16 $м^3$/ч), ч
ПХБ	От 5 до 10[a)]	От 2 до 4	—[c)]
ПХДД/ПХДФ	400	150	25
	60[b)]	22	4
ПАУ	От 5 до 10	От 2 до 4	—[c)]

[a)] Если необходимо определять компланарные ПХБ, то может потребоваться такой же объем пробы, как для ПХДД/ПХДФ.
[b)] Анализ с помощью газового хроматографа с масс-спектрометром высокого разрешения.
[c)] Не рекомендуется.

5.3.3 Проверка соответствия ориентировочному значению содержания

Если для индивидуальных веществ установлены нормы содержания, то целью измерения скорее всего будет проверка соответствия этим нормам. При проведении измерений следят за тем, чтобы соблюдались условия, в которых были определены эти нормы. Если требования к условиям измерений не установлены, то содержание определяют в обычных условиях в соответствии с 5.3.1.

При определении содержания ПХБ было установлено, что оно в значительной степени зависит от температуры. Значения содержания ПХБ в воздухе замкнутых помещений в зимний период при других сопоставимых условиях, как правило, значительно ниже значений содержания в летний период из-за высоких температур воздуха (см. [11]).

Значения в зимний период невозможно экстраполировать к значениям, преобладающим в летний период, поскольку зависимость содержания ПХБ в воздухе замкнутого помещения от температуры стен и интенсивности проветривания в настоящее время недостаточно хорошо известна и меняется в зависимости от конкретных обстоятельств.

Если нет возможности отложить измерения до летнего периода, то для грубой оценки содержания ПХБ проводят измерения в зимний период при повышенной температуре в помещении. В протоколе испытаний отмечают это обстоятельство.

5.3.4 Информация об отношении значений содержания в воздухе замкнутых помещений и в атмосферном воздухе

В некоторых случаях, особенно если нормы содержания ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ не заданы или не имеется общей информации об их содержании или источниках выделения в помещениях, целью измерения может быть получение информации о соотношении их содержания в воздухе замкнутого помещения

и в атмосферном воздухе (см. 5.6). При этом измерения в воздухе замкнутого помещения и в атмосферном воздухе проводят одновременно.

Пробы атмосферного воздуха отбирают в непосредственной близости от здания, но так, чтобы точка отбора проб была от него на достаточном расстоянии (от > 10 до 100 м).

При наличии систем НВКВ пробы атмосферного воздуха отбирают в непосредственной близости от канала забора воздуха. При сравнении значений содержания, полученных для воздуха замкнутых помещений и атмосферного воздуха, необходимо помнить, что в зависимости от времени года температура воздуха в двух различных точках отбора проб может значительно отличаться.

5.4 Продолжительность отбора проб и периодичность измерений

К измерениям приступают после того, как в помещении будут установлены заданные условия (условия проветривания, режим эксплуатации, см. 5.2).

Во время отбора проб условия в помещении регистрируют в соответствии с ИСО 16000-1, приложение D, пункты A—G.

Продолжительность отбора проб определяется целью измерений (см. 5.3) и пределом обнаружения применяемого метода анализа. Последний определяет минимальный объем воздуха, отбираемый для анализа конкретных групп веществ (см. таблицу 4).

Также следует отметить, что объем воздуха, отбираемого за час, должен составлять от 5 % до 10 % объема помещения. Это ограничение необходимо для сведения к минимуму изменений, происходящих в воздухе помещения в результате отбора проб. Если это ограничение не соблюдать, то могут быть получены ошибочные результаты измерений, например из-за очистки воздуха, происходящей в результате отбора проб, и смещения равновесия между материалами и воздухом. Пробоотборник с высокой, более 16 $м^3$/ч, объемной скоростью воздушного потока можно использовать только в достаточно больших помещениях.

Поскольку объем многих исследуемых замкнутых помещений составляет менее 140 $м^3$, требование, установленное в предыдущем абзаце, будет соблюдено при использовании пробоотборника с меньшей объемной скоростью воздушного потока, например менее 10 $м^3$/ч. Этому требованию соответствует пробоотборник с меньшей объемной скоростью воздушного потока, например менее 3 $м^3$/ч.

Из-за высокой стоимости ремонтных работ необходимо всегда контролировать результаты анализа путем проведения повторного измерения. От этого условия можно отойти только в том случае, если стоимость анализа и затрачиваемые на него усилия значительно превышают возможную стоимость ремонтных работ.

5.5 Место отбора проб

Выбор места отбора проб в значительной степени определяется положениями, приведенными в 5.2. Однако есть и другие положения, которые необходимо рассматривать при выборе места отбора проб; они приведены в ИСО 16000-1.

Выбор места отбора проб в исследуемом замкнутом помещении не столь важен для веществ, рассматриваемых в настоящем стандарте. Точка забора воздуха должна находиться на высоте от 1 до 1,5 м от пола и на расстоянии по крайней мере 1 м от стен.

При загрязнении воздуха ПХБ, вызванном применением материала для герметизации швов, проверяют, была ли использована во всех помещениях в здании одна и та же техническая смесь, содержащая ПХБ; если содержание ПХБ в герметиках одно и то же, то различное содержание ПХБ в воздухе замкнутых помещений может быть следствием применения материалов различного состава.

5.6 Сравнительные измерения

Во многих случаях оценка результатов измерений, получаемых при исследовании качества воздуха замкнутых помещений, представляет трудности из-за отсутствия критериев.

В данном случае может оказаться полезным сравнение результатов параллельных измерений, полученных для другого помещения того же самого здания, которое можно рассматривать как незагрязненное, или для атмосферного воздуха. Значения, приведенные в таблице 2, могут служить в качестве исходной информации о возможном содержании веществ в атмосферном воздухе.

Общее загрязнение на конкретном участке или содержание, обусловленное источником, находящимся в непосредственной близости от здания, определяют по результатам измерений, сделанных на расстоянии от 10 до 100 м от здания.

Если есть основания полагать, что загрязнение воздуха замкнутого помещения обусловлено самим зданием и загрязнитель переносится с наружной части здания внутрь за счет диффузии воздуха (например, происходит выделение ПХБ герметиками швов на наружных стенах здания), измерение

содержания ПХБ в атмосферном воздухе проводят в непосредственной близости от здания (на расстоянии около 1 м) для выяснения пути распространения загрязнителя.

Если это целесообразно, то в качестве мер предосторожности отбирают резервные пробы для сравнения, которые анализируют по мере необходимости.

5.7 Обеспечение качества

В плане измерений должны быть описаны меры, принимаемые для обеспечения выполнения требований к качеству, предъявляемых заказчиком.

Рекомендуется отбирать повторные пробы. Одна или несколько проб могут быть при необходимости оставлены и проанализированы позже. Степень извлечения проб отмечают в сопроводительной документации.

При выборе подрядчика или лаборатории для проведения измерений следует учитывать следующие важные критерии:

- имеет ли аналитическая лаборатория документированную систему менеджмента качества (например, по ИСО/МЭК 17025 [16]);
- какие применяются процедуры калибровки, насколько часто и широко;
- какие методы применяются для идентификации ПХБ, ПХДД/ПХДФ и ПАУ;
- необходимо ли выполнять параллельные измерения;
- каким образом проводят оценку неопределенности измерения (например, по ИСО GUM 98 [17]);
- участвует ли лаборатория в межлабораторных испытаниях.

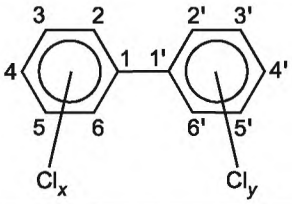
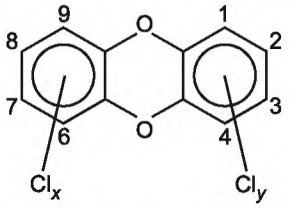
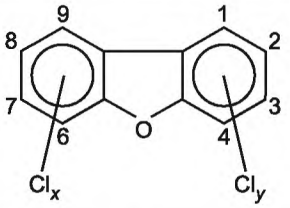
Приложение А
(справочное)

Структурные формулы, токсичность и вычисление эквивалентных показателей токсичности

А.1 Структурные формулы ПХБ, ПХДД и ПХДФ

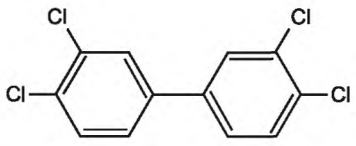
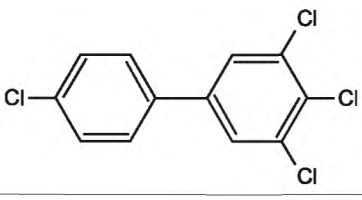
Более подробно ПХДД и ПХДФ описаны в ИСО 16000-13.

Таблица А.1 — Структурные формулы ПХБ, ПХДД и ПХДФ с указанием числа возможных изомеров

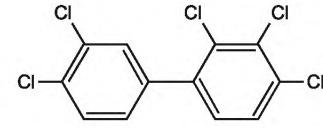
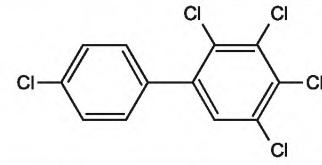
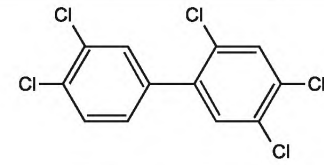
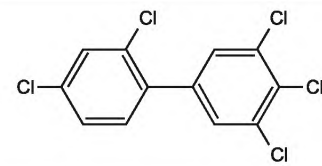
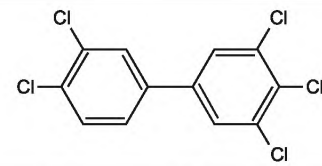
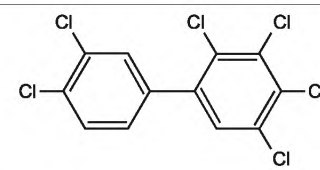
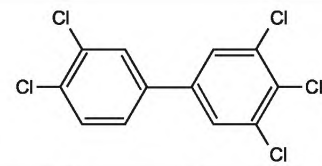
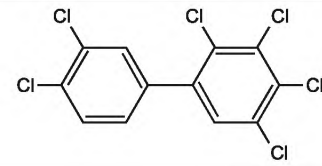
			
	ПХБ Полихлорированные бифенилы	ПХДД Полихлорированные дибензо-*пара*-диоксины	ПХДФ Полихлорированные дибензофураны
Число атомов хлора	Число изомеров ПХБ	Число изомеров ПХДД	Число изомеров ПХДФ
1	3	2	4
2	12	10	16
3	24	14	28
4	42	22	38
5	46	14	28
6	42	10	16
7	24	2	4
8	12	1	1
9	3	—	—
10	1	—	—
Общее число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

А.2 Структурные формулы компланарных ПХБ

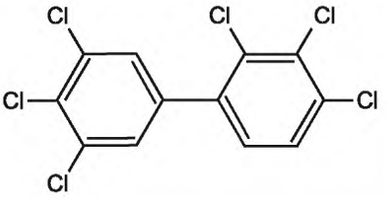
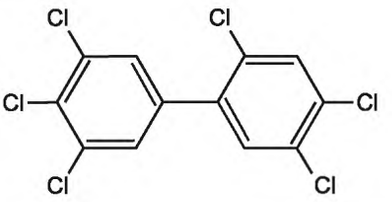
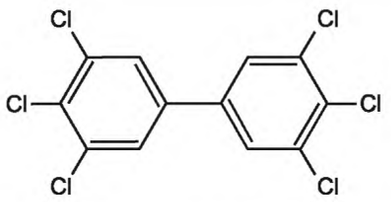
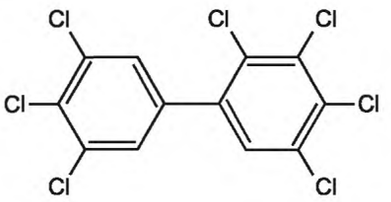
Таблица А.2 — Структурные формулы 12 отобранных компланарных полихлорированных бифенилов

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
3,3′,4,4′-тетрахлорбифенил 3,3′,4,4′,-TeCB PCB-77 [3,3′,4,4′-ТХБ ТХБ (77)]	$C_{12}H_6Cl_4$	291,9	
3,4,4′,5-тетрахлорбифенил 3,4,4′,5-TeCB PCB-81 [3,4,4′,5-ТХБ ТХБ (81)]	$C_{12}H_6Cl_4$	291,9	

Продолжение таблицы А.2

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
2,3,3′,4,4′-пентахлорбифенил 2,3,3′,4,4′-PeCB PCB-105 [2,3,3′,4,4′-ПХБ ПХБ (105)]	$C_{12}H_5Cl_5$	326,4	
2,3,4,4′,5-пентахлорбифенил 2,3,4,4′,5-PeCB PCB-114 [2,3,4,4′,5-ПХБ ПХБ (114)]	$C_{12}H_5Cl_5$	326,4	
2,3′,4,4′,5-пентахлорбифенил 2,3′,4,4′,5-PeCB PCB-118 [2,3′,4,4′,5-ПХБ ПХБ (118)]	$C_{12}H_5Cl_5$	326,4	
2′,3,4,4′,5-пентахлорбифенил 2′,3,4,4′,5-PeCB PCB-123 [2′,3,4,4′,5-ПХБ ПХБ (123)]	$C_{12}H_5Cl_5$	326,4	
3,3′,4,4′,5-пентахлорбифенил 3,3′,4,4′,5-PeCB PCB-126 [3,3′,4,4′,5-ПХБ ПХБ (126)]	$C_{12}H_5Cl_5$	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)]	$C_{12}H_4Cl_6$	360,9	
3,3′,4,4′,5-пентахлорбифенил 3,3′,4,4′,5-PeCB PCB-126 [3,3′,4,4′,5-ПХБ ПХБ (126)]	$C_{12}H_5Cl_5$	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)]	$C_{12}H_4Cl_6$	360,9	

Окончание таблицы А.2

Название по ИЮПАК и синонимы[1)]	Эмпирическая формула	Молярная масса, г/моль	Структурная формула
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)]	$C_{12}H_4Cl_6$	360,9	
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)]	$C_{12}H_4Cl_6$	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)]	$C_{12}H_4Cl_6$	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)]	$C_{12}H_3Cl_7$	396,3	

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

А.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 рецептором.

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 А.3).

Несмотря на то, что в настоящее время остались неопределенности, связанные с эквивалентами токсичности ПХДД/ПХДФ, были установлены международные коэффициенты эквивалентной токсичности (М-ЭКТ) (см. [12] и таблицу А.3). В недавнее время Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) (см. [1]) 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. [1]). В ней были применены полученные к этому времени данные о токсичности ПХДД/ПХДФ и диоксиноподобных ПХБ (см. таблицу А.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-ЭКТ (см. выше). Вычисление ЭКТ для ПХДД/ПХДФ и диоксиноподобных ПХБ (компланарных ПХБ без замещения хлором в орто-положениях) возможно только на основе показателей эквивалентной токсичности, предложенных ВОЗ (ВОЗ-$ЭКТ_{ПХБ}$). Схемы вычисления не являются взаимно совместимыми (см. таблицу А.3). В некоторых странах вычисление проводят на основе М-ЭКТ, в других — по схеме, предложенной ВОЗ (ВОЗ-$ЭКТ_{ПХБ}$), поэтому результаты расчета и описание схемы вычислений должны быть приведены в протоколе измерений.

Таблица А.3 — Коэффициенты эквивалентной токсичности, рекомендуемые ВОЗ (ВОЗ-КЭТ) (см. [1]), и принятые в международной практике коэффициенты эквивалентной токсичности (М-КЭТ) (см. [12])

Соединение	ВОЗ-ПЭТ	М-ЭКТ
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

Окончание таблицы А.3

Соединение	ВОЗ-ПЭТ	М-ЭКТ
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	—
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 А.2).

Приложение В
(справочное)

Рекомендации по выявлению потенциальных источников выделения ПХБ в замкнутых помещениях с учетом возможных ремонтных работ

Известные к настоящему времени источники выделения ПХБ приведены в таблице 1. На практике наиболее важными источниками являются следующие:

a) ПХБ в качестве пластификаторов в составе герметизирующих материалов;

b) ПХБ в качестве ингибиторов горения в составе эмульсионных красок для подвесных потолков;

c) ПХБ в качестве ингибиторов горения для деревянных поверхностей и

d) ПХБ-содержащие конденсаторы в лампах.

Знание года постройки здания или частей здания, а также года проведения отделочных работ внутри помещения позволяет сделать предварительное заключение о присутствии многих ПХБ. Для первых трех случаев, являющихся примерами так называемого «открытого» применения ПХБ, последним временем применения в зданиях приблизительно можно считать 1980 г. Наибольшее число примеров применения этих веществ было обнаружено в зданиях, построенных в середине 1970-х гг. Применение ПХБ-содержащих конденсаторов было повсеместно прекращено в середине 1980-х гг.

Результатом наличия этих первичных источников обычно было загрязнение всего помещения. Все поверхности могли выступать в качестве вторичных источников низкой интенсивности.

При наличии первичных открытых источников обычно массовая доля ПХБ составляла 1 г/кг (1 ‰) и более. При наличии вторичных источников массовая доля обнаруживаемых ПХБ значительно ниже (например, менее 1 г/кг). Целевое удаление первичных источников и очистка или удаление вторичных источников должны производиться во время проведения ремонтных работ.

Если есть подозрение, что в здании были использованы ПХБ-содержащие герметизирующие материалы, полезно брать образцы материала в различных местах здания для их анализа на предмет содержания ПХБ. Особенно внимательно следует относиться к тем случаям, когда все типы швов, такие как компенсационные швы здания, герметики оконных проемов, полов и дверей, а также стыки в ванных комнатах и на лестничных пролетах, рассматривают как источники ПХБ. ПХБ присутствуют только в неизменно гибких соединениях, основанных на полисульфиде, но не в состаренных уплотняющих материалах, которые выглядят хрупкими (например, на основе полиакрилата). В качестве альтернативы при подозрении на загрязнение ПХБ эффективными оказались проверка здания, отбор представительных проб воздуха и параллельный анализ образцов строительных материалов на различных участках здания для определения содержания в них ПХБ.

Примером другого источника ПХБ с достаточно большим его содержанием может быть штукатурка (см. [13]).

ПХБ также добавляли в краски, в основном до конца 1970-х гг. и в меньшей степени — до середины 1980-х гг. ПХБ применяли для увеличения эластичности красочных покрытий и в качестве ингибиторов горения. В результате ПХБ в красках для стен могут быть обнаружены в эвакуационных путях аварийных выходов общественных зданий, а также в зонах, где применялись масляные, струйные и другие краски подобного типа. Тест Бейльштейна для пятна краски может указать на высокое содержание хлорсодержащих веществ. В этом тесте пробу краски приводят в тесный контакт с медной сеткой или медной пластинкой. При нагревании, например в пламени паяльной лампы, в присутствии хлорсодержащих соединений пламя приобретает зеленый цвет. Положительный результат должен быть подтвержден при последующем анализе строительного материала.

Следует учитывать, что возведение больших зданий, как правило, осуществляется в несколько этапов и с перерывами, а отдельные части могут возводиться разными строительными компаниями. В таких случаях пробы, вероятно, следует отбирать на разных этажах здания. Только после такого скрининга анализы могут стать представительными, и следовательно, в здании могут быть спланированы и проведены достоверные измерения.

Кроме герметиков, источником ПХБ могут быть древесно-стружечные плиты, окрашенные в процессе изготовления ПХБ-содержащими красками, предназначенные для монтажа подвесных потолков. Таким образом, при осмотре здания следует учитывать наличие подобных плит.

В некоторых странах, например Германии, источником ПХБ в воздухе замкнутых помещений могут быть также древесно-волокнистые потолочные плиты. В соответствии с информацией изготовителя эти плиты окрашивались огнестойкими красками с высоким содержанием ПХБ вплоть до 1972 г. включительно. Массовая доля ПХБ в краске на лицевой стороне плиты составляет около 15 %; в результате содержание ПХБ, отнесенное ко всей плите, составляет около 1 %.

Поскольку ПХБ относительно широко использовали при производстве красок, они могут присутствовать в красках старого производства. Поэтому деревянные потолочные панели также необходимо проверять на наличие огнестойких красок. Подобные краски выглядят как хорошо видимое, неравномерно распределенное белесое покрытие. Если такие поверхности были обнаружены, то берут пробу материала плиты, снимая от 1 до 2 мм ее верхнего слоя с использованием подходящего инструмента, и определяют содержание ПХБ.

Срок службы конденсаторов составляет более 10 лет, поэтому некоторые из них все еще могут содержать ПХБ. Информация о наличии ПХБ в составе конденсатора приведена в маркировке типа, нанесенной на прибор. Соответствующие перечни были опубликованы в некоторых странах (см [14]). Однако следует отметить, что не существует единообразного обязательного обозначения. Поэтому не всегда можно успешно определить тип конденсатора. В случае протекающих или поврежденных конденсаторов анализ вытекшей электроизоляционной жидкости или смыва на содержание ПХБ может показать, попали ли ПХБ в воздух замкнутого помещения.

В [9] признаны пригодными следующие рекомендации:

- содержание ПХБ в воздухе замкнутого помещения ниже 300 нг на кубический метр можно считать допустимым для долгосрочных периодов времени (в мерах предосторожности);

- при содержании ПХБ в воздухе замкнутого помещения от 300 до 3000 нг на кубический метр рекомендуется выявить источник загрязнения. Источники удаляют или, по крайней мере, сводят к минимуму выделение ПХБ с учетом целесообразности (например, путем регулярного проветривания и тщательной очистки помещения и удаления из него пыли). Ориентировочное значение ПХБ составляет менее 300 нг на кубический метр;

- для предотвращения возможных неконтролируемых воздействий ПХБ на обитателей помещения не допускают его содержание в воздухе более 3000 нг на кубический метр. Если содержание ПХБ в воздухе составило более 3000 нг на кубический метр, то немедленно повторяют определение содержания ПХБ. Если выявлено превышение содержания ПХБ в воздухе замкнутого помещения, то в зависимости от уровня загрязнения принимают меры по снижению содержания для исключения рисков для здоровья, возникающих при нахождении в таком помещении. Корректирующие мероприятия должны быть эффективны в отношении снижения поглощенной дозы ПХБ. В данном случае ориентировочное значение также составляет менее 300 нг на кубический метр (целевое значение для проведения корректирующих мероприятий).

Приложение С
(справочное)

Исследование воздуха замкнутых помещений после пожаров на предмет присутствия ПХДД/ПХДФ

С.1 Общие положения

Известно, что при горении галогенсодержащих веществ во время пожара могут образовываться ПХДД/ПХДФ. Для упрощения процедуры исследования или отбора проб в воздухе замкнутых помещений для проведения оценки обычно отбирают пробы вблизи поверхностей.

Информация об эквивалентах токсичности, определенных после произошедших пожаров приведена в [15].

Рекомендации по очистке замкнутых помещений, на которые повлиял пожар, были изданы в Германии в 1990 г., и в соответствии с ними исследование на предмет присутствия ПХДД/ПХДФ проводят только в некоторых случаях (см. [5]). В соответствии с этими рекомендациями отбор проб проводят только в случае обширных пожаров, в которых сгорел ПВХ в относительно больших количествах, а также большое число кабелей, конденсаторов, трансформаторов, герметизирующих материалов и пластмасс. Отбор проб необходим особенно в том случае, когда можно считать, что при пожаре были затронуты ПХБ, полихлорированные бензолы или фенолы.

Приведенная ниже методика (см. С.2) пригодна для помещений или зданий, граничащих с очагом возгорания и пострадавших от сажи, но не подходит для самого очага возгорания. Методика пригодна для использования при оценке степени риска в замкнутых помещениях вблизи очага возгорания. Можно ожидать загрязнения от первичных источников, если содержание ПХДД/ПХДФ составляет от одного до нескольких микрограмм на килограмм в образцах материалов или на квадратный метр — в пробах, отобранных вблизи поверхностей. Более низкие значения, как правило, являются результатом вторичного загрязнения через воздух.

С.2 Методика

Пробы-мазки следует отбирать на участках, где наблюдается высокий уровень загрязнения сажей. Последующий анализ в первую очередь следует проводить для проб (помещений), которые предположительно являются наиболее загрязненными. На основе первых результатов может быть принято решение о необходимости проведения дальнейших исследований.

Отбор проб проводят предпочтительно на горизонтальных гладких поверхностях в различных зонах помещения, сметая сажу с участка определенной площади для определения содержания ПХДД/ПХДФ на единицу площади и единицу массы. Общую площадь для отбора проб выбирают с учетом предела обнаружения применяемого метода анализа. Таким образом, при использовании оборудования для ГХ/МС низкого разрешения требуется отбор пыли с участка площадью по крайней мере 1 $м^2$, а при использовании приборов высокого разрешения — достаточно участка площадью 100 $см^2$.

При осаждении маслянистой сажи путем смахивания ее с поверхностей нельзя получить представительные пробы. В этом случае отбор проб проводят путем протирания подходящих участков впитывающим материалом, который был обработан подходящим смачивающим растворителем (например, толуолом). Сам материал не должен влиять на результаты анализа, и поэтому может потребоваться его предварительная очистка. Если все поверхности шероховатые (например, кирпичная кладка или покрытие обоями или тканью), то верхний слой материала должен быть снят механически. В таких случаях результат анализа выражают только в виде содержания на единицу площади.

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 16000-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 16000-1—2007 «Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Отбор проб. Общие положения»
ИСО 16000-13	—	*
ИСО 16362	IDT	ГОСТ Р ИСО 16362—2009 «Воздух атмосферный. Определение содержания полициклических ароматических углеводородов в виде твердых частиц методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»

* 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] Van Den Berg, M., Birnbaum, L.S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Mark Feeley, M., et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds, Toxicol. Sci., 2006, 93, p. 223—241

[2] RSU (Rat der Sachverständigen für Umweltfragen [Expert Council on Environmental Matters]). Luftverunreinigungen in Innenräumen: Sondergutachten [Air pollution in enclosed rooms: Special evaluation], Stuttgart, Kohlhammer, 1987, p. 110

[3] VDI 4300-2 Messen von Innenraumluftverunreinigungen — Meßstrategie für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polychlorierte Biphenyle (PCB) [Indoor air pollution measurement — Strategy measurement for PAHs, PCDDs, PCDFs, and PCBs]

[4] Rotard, W.D. Risikobewertung von Dioxinen im Innenräumen [Dioxin risk evaluation in indoor environments], Bundesgesundheitsblatt 1990, 33, p. 104—107

[5] BGA (Bundesgesundheitsamt [German Federal Health Office]). Empfehlung zur Reinigung von Gebäuden nach Bränden [Cleaning recommendations for buildings after fires], Bundesgesundheitsblatt 1990, 33, p. 32—34

[6] Rotard, W.D. PCDD/PCDF in Brandrückständen [PCDDs/PCDFs after fires], Techn. Überwach., 1992, 33, p. 185—191

[7] Köhler, M., Weis, N., Zorn, C. Luftgetragene PAK-Belastungen in Innenräumen — Vorkommen, Quellen und Bewertung [Airborne PAH levels in indoor environments — Incidence, sources and evaluation]. In: WEBER, S-, editor. Umwelt, Gebäude und Gesundheit: Innenraumhygiene, Raumluftqualität und Energieeinsparung. [Environment, buildings and health: Enclosed room hygiene, room air quality and energy conservation], p. 298—308. Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), Springe Eldagsen, 2004

[8] VDI 4300-8 Messen von Innenraumluftverunreinigungen — Probenahme von Hausstaub [Measurement of indoor air pollution — Sampling of house dust]

[9] ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder.). Richtlinie für die Bewertung und Sanierung pentachlorphenol-(PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie) [Guidelines for the evaluation and reorganization of pentachlorphenol-(PCP)-impregnated building materials and construction units in buildings (PCP guidelines)].] Mitteil. Deutsch. Inst. Bautechn. 1997, 1, p. 6—16

[10] EN 13779 Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (EH 13779, Система вентиляции в нежилых зданиях — Требования, предъявляемые к функционированию систем вентиляции и кондиционирования помещений)

[11] UFU (Untersuchungsstelle Für Umwelttoxikologie Des Landes Schleswig-Holstein). Innenraumbelastung durch polychlorierte Biphenyle (PCB) in dauerelastischen Dichtungsmassen [Interior PCB content in permanent elastic sealants]. In: UfU-Jahresbericht 1990/1991, p. 59—63. Kiel, 1993

[12] Committee on the challenges to modern society. International toxicity equivalency factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds. NATO, Brussels, 1988. (CCMS Report No. 176.)

[13] Weis, N.; Köhler, M.; Zorn, C. Highly PCB-contaminated schools due to PCB-containing roughcast. In: Proceedings of the international conference on «Healthy buildings», Singapore, 2003, 1, p. 283-288. Available (2007—11-07) at:
gost.e-ecolog.ru

[14] LAGA (Länderarbeitsgemeinsgemeinschaft Abfall). Merkblatt; Entsorgung PCB-haltiger Kleinkondensatoren [Instruction card for disposal of PCB-containing small condensers]. 15 March 1989

[15] Funcke, W., Theisen, J., Balfanz, E., König, J. Entstehung halogenierter organischer Substanzen in Brandfällen [Emergence of halogenated organic substances in cases of fire]. VDI-Berichte 1989, (745), p. 195—208

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

[17] ISO Guide 98:1995 Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). (ИСО Guide 98:1995, Руководство по выражению неопределенности измерений)

УДК 504.3:006.354 ОКС 13.040.20 Т58

Ключевые слова: воздух, помещения замкнутые, планирование измерений, отбор проб, полихлорированные бифенилы, полихлорированные дибензо-пара-диоксины, полихлорированные дибензофураны, полициклические ароматические углеводороды

Редактор *А.В. Маркин*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 20.06.2012. Подписано в печать 09.07.2012. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,50. Тираж 126 экз. Зак. 612.

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