



**Стокгольмская конвенция
о стойких органических
загрязнителях**

Distr.: General
8 November 2011

Russian
Original: English

Комитет по рассмотрению стойких органических загрязнителей
Седьмое совещание
Женева, 10–14 октября 2011 года

**Доклад Комитета по рассмотрению стойких органических
загрязнителей о работе его седьмого совещания**

Добавление

Оценка регулирования рисков по гексабромциклододекану

На своем седьмом совещании Комитет по рассмотрению стойких органических загрязнителей принял оценку регулирования рисков по гексабромциклододекану на основе проекта, содержащегося в документе UNEP/POPS/POPRC.7/5. Текст оценки регулирования рисков содержится в приложении к настоящему добавлению. Он не подвергался официальному редактированию.

Приложение

Гексабромциклододекан

ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВАНИЯ РИСКОВ

14 октября 2011 года

СОДЕРЖАНИЕ

Резюме	4
1. Введение	5
1.1 Идентификационные данные предлагаемого вещества	5
1.2 Выводы Комитета по рассмотрению, касающиеся информации, предусмотренной приложением E.....	8
1.3 Источники данных	8
1.4 Статус рассматриваемого химического вещества по международным конвенциям	8
1.5 Любые принятые национальные или региональные меры регулирования.....	8
2. Резюме информации, касающейся оценки регулирования рисков	10
2.1 Выявление возможных мер регулирования	11
2.2 Эффективность и действенность возможных мер регулирования для достижения цели сокращения рисков	12
2.3 Альтернативы (продукты и процессы)	15
2.3.1 Огнестойкий вспененный и экструзионный полистирол (ВПС/ЭПС).....	17
2.3.2 Альтернативы ГБЦД в ударопрочных полистирольных (УППС) пластмассах	22
2.3.3 Альтернативы применению ГБЦД на обратной стороне текстильных изделий.....	22
2.4 Резюме информации о последствиях применения возможных мер регулирования	23
2.4.1 Здоровоохранение, в том числе общественное здравоохранение, санитария окружающей среды и гигиена труда	23
2.4.2 Биота (биоразнообразие).....	24
2.4.3 Экономические аспекты, включая издержки и выгоды для производителей и потребителей, а также распределение издержек и выгод.....	24
2.4.4 Переход к устойчивому развитию	26
2.5 Другие соображения	27
3. Обобщение информации	27
3.1 Резюме информации, содержащейся в характеристике рисков	27
3.2 Резюме информации, содержащейся в оценке регулирования рисков	28
3.3 Предлагаемые меры по регулированию рисков	29
4. Заключение	29
Источники	31

Установочное резюме

1. Предложение о включении гексабромциклододекана (ГБЦД; также ГБЦДД) в число потенциальных СОЗ было внесено Норвегией в 2008 году. В 2010 году на шестом совещании Комитета по рассмотрению СОЗ было решено, что ГБЦД в результате его переноса на большие расстояния в окружающей среде может оказывать значительное неблагоприятное воздействие на здоровье человека и на окружающую среду, оправдывая тем самым принятие мер в глобальном масштабе. Исполнительный орган Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (КТЗВБР) пришел к выводу о том, что ГБЦД удовлетворяет критериям СОЗ, как они определяются в протоколе по СОЗ.
2. ГБЦД производится в Европе, Китае, США и Японии. Текущее известное производство составляет приблизительно 28 000 тонн в год (9000-15000 тонн в Китае, 13 426 тонн в Европе и США). Имеющаяся информация указывает на то, что масштабы применения ГБЦД могут расти. Основная доля реализуемого на рынке объема используется в Европе и Китае.
3. ГБЦД применяется в качестве огнеупорной добавки, призванной замедлить возгорание и последующее распространение огня, в течение срока эксплуатации транспортных средств, зданий или различных изделий, а также обеспечить защиту от пожаров при складском хранении материалов. Основным видом применения ГБЦД является производство пеноматериалов для теплоизоляции и использования в строительстве из огнеупорного вспененного полистирола (ВПС) и экструзионного полистирола (ЭПС) наряду с другими видами применения в текстильных изделиях и электротехнических и электронных устройствах (ударопрочный полистирол /УППС). В текстильных изделиях ГБЦД используется в качестве покрытия обратной стороны обивочной ткани для мягкой мебели и другого интерьерного текстиля, в том числе в автотранспортных средствах. Общие данные об объемах импорта и экспорта огнеустойчивых изделий с применением ГБЦД неизвестны.
4. Выброс ГБЦД в окружающую среду может происходить во время производства и изготовления, переработки, транспортировки, использования, обработки, хранения или улавливания, а также при удалении веществ или изделий, в состав которых он входит. Выбросы могут происходить из точечных источников или быть диффузными при эксплуатации произведенной продукции, например от установленных изоляционных панелей при использовании огнеупорных тканей или атмосферном старении и абразии используемых огнестойких изделий. Несколько исследований также выявили присутствие ГБЦД в воздухе внутри помещений и в домашней пыли, а также в пыли, обнаруженной в салонах новых и подержанных автомобилей. Нерегулируемое сжигание этого вещества или продуктов его содержащих может сопровождаться побочными выбросами полибромированных диоксинов и фуранов.
5. Согласно имеющимся оценкам эмиссии ГБЦД в окружающую среду на стадиях производства и эксплуатации невелики, по сравнению с выбросами из продуктов и отходов. После монтажа изделий, изготовленных из ВПС или ЭПС, выбросы ГБЦД в воздух внутри помещений в течение срока эксплуатации этих изделий, по оценкам, являются низкими, хотя таким оценкам выбросов во время эксплуатации изделий с ГБЦД присуща очень высокая степень неопределенности.
6. Выбросы от материалов, содержащих ГБЦД, будут потенциальным долгосрочным источником загрязнения окружающей среды. Основная часть производимых объемов ГБЦД оказывается заключена внутри изделий, главным образом в полистироле (ЭПС, ВПС), которые используются в строительной отрасли. Вероятные будущие выбросы от таких изделий не оценивались. По сообщениям срок службы полистирола в зданиях составляет от 30 до 50 лет. Использование ГБЦД в изоляционных плитах в зданиях и сооружениях расширяется, и вполне вероятно, что в будущем эти выбросы из ВПС/ЭПС будут более значительными, особенно где-то с 2025 года, когда подойдут сроки ремонта или сноса растущего числа зданий, содержащих ВПС и ЭПС с антипиреном в виде ГБЦД. Этот цикл будет различаться в разных регионах мира и колебаться в пределах 10-50 лет.
7. Отходы с ГБЦД включают в себя отходы производства, теплоизоляционные плиты, строительный и ремонтный мусор, а также отходы от других видов применения, такие как электротехнические и электронные товары, ткани и транспортные средства. Информация о том, в какой степени готовые продукты с ГБЦД вывозятся на свалки, сжигаются, остаются в виде отходов в окружающей среде, или же утилизируются, отсутствует. Отходы, которые попадают в муниципальные потоки отходов, скорее всего, вывозятся на свалки или сжигаются. В развивающихся странах электротехнические и электронные приборы, содержащие ГБЦД и другие токсичные вещества, зачастую утилизируются в условиях, способствующих относительно

более высоким объемам выброса ГБЦД в окружающую среду и загрязнению территории, а также воздействию на работников. Изделия, содержащие ГБЦД, и электронные отходы, как правило, вывозятся на открытые свалки и места сжигания.

8. Поэтапный отказ от ГБЦД мог бы включать в себя замену огнеупорной добавки, замену связующего агента/материала и конструкционное изменение продукции. На рынке уже имеются химические альтернативы для замены ГБЦД в ударопрочном полистироле (УППС) и в качестве покрытия обратной стороны текстильных изделий. Имеющиеся альтернативные негалогенированные химические вещества могут считаться более благоприятными для окружающей среды и здоровья людей. Какой-либо прямой химический заменитель для всех процессов производства ВПС/ЭПС в настоящее время на рынке отсутствует, хотя ожидается, что такой заменитель должен появиться к 2012 году. Кроме того, совместными усилиями различных заинтересованных субъектов в разных регионах разрабатываются другие химические заменители, но понадобится время, прежде чем выявленные альтернативы можно будет постепенно внедрить в промышленность по производству пенополистерола. На рынке также имеется ряд альтернативных материалов, которые могли бы использоваться в качестве заменителя огнеупорных ВПС и ЭПС. Они включают в себя пенофенопласты, покрытие из стеклянного и минерального волокна, ячеистое стекло, пеностекло и сыпучий изоляционный материал, который может содержать пенопласт из минеральной ваты, фиберпласт, целлюлозный или полиуретановый пенопласты. Другой альтернативой, применяемой в ряде стран, является использование ВПС/ЭПС без обработки антипиреном вкупе с альтернативными методами строительства и теплоизоляционными экранами. Однако применение этого варианта может зависеть от требований национальных строительных кодексов.

9. Предлагаемая мера регулирования состоит в том, чтобы включить ГБЦД в Конвенцию. Для того чтобы разрешить некоторые его основные виды применения в течение ограниченного периода времени, можно было бы предоставлять конкретное исключение для использования ГБЦД в ВПС/ЭПС вместе с описанием условий для производства и этих видов использования. Такое включение в Конвенцию по сути положило бы конец применению ГБЦД в качестве антипирена в текстильных изделиях с высоким уровнем выбросов и в УППС, для которых существует широкий набор альтернатив, а также в ВПС/ЭПС, где постепенно внедряются прямые химические заменители.

1. Введение

10. 18 июня 2008 года Норвегия как Сторона Стокгольмской конвенции представила предложение о включении бромированного антипирена гексабромциклододекана (ГБЦД, также ГБЦДД) как возможного стойкого органического загрязнителя (СОЗ) в приложение А к Конвенции (UNEP/POPS/POPRC.5/INF/16).

1.1 Идентификационные данные предлагаемого вещества

11. Технический ГБЦД – это твердое белое вещество. Производители и импортеры предоставили информацию по этому веществу под двумя разными наименованиями: гексабромциклододекан (номер КАС 25637-99-4, номер ЕС 247-148-4) и 1,2,5,6,9,10-гексабромциклододекан (номер КАС 3194-55-6, номер ЕС 221-695-9). Заявка охватывала ГБЦД под обоими наименованиями. Структурная формула ГБЦД представляет собой циклическую кольцевую структуру с присоединенными атомами брома (см. таблицу 1). Молекулярная формула соединения – $C_{12}H_{18}Br_6$, а его молекулярная масса составляет 641 г/моль. В зависимости от производителя и используемой технологии производства, технический ГБЦД состоит из 70-95 процентов γ ГБЦД и 3-30 процентов α - и β -ГБЦД (ЕС 2008; NCM 2008). Каждый из этих стереоизомеров имеет собственный отдельный номер КАС, т.е. α -ГБЦД имеет номер КАС: 134237-50-6; β -ГБЦД – номер КАС: 134237-51-7; γ ГБЦД – номер КАС: 134237-52-8. Более подробная информация об идентификационных данных ГБЦД приводится в таблице 2, а также содержится в дополнительных сведениях к характеристике рисков по ГБЦД (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/25).

Таблица 1. Информация, относящаяся к идентификационным данным ГБЦД

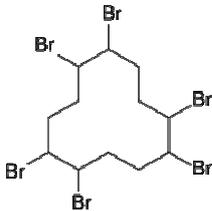
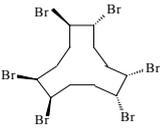
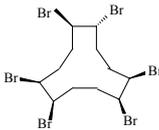
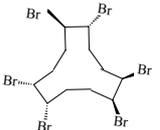
<p>Химическая структура</p> <p>Структурная формула ГБЦД¹: ¹Структурная формула 1,2,5,6,9,10-ГБЦД, т. е. ГБЦД с номером КАС 3194-55-6. Обратите внимание, что номер КАС 25637-99-4 также используется для этого вещества, хотя это и не правильно с химической точки зрения, так как это число не указывает позиции атомов брома. Ниже в качестве дополнительной информации приводятся структуры и номера КАС для диастереомеров, образующих 1,2,5,6,9,10-ГБЦД, хотя эти диастереомеры всегда встречаются в виде смесей в техническом продукте.</p>			
<p>Хиральные компоненты технического ГБЦД</p>	 <p>альфа-ГБЦД КАС №: 134237-50-6</p>	 <p>бета-ГБЦД КАС №: 134237-51-7</p>	 <p>гамма-ГБЦД КАС №: 134237-52-8</p>

Таблица 2. Идентификационные данные химического вещества

<p>Идентификационные данные химического вещества</p>	
<p>Химическое название:</p>	<p>Гексабромциклододекан и 1,2,5,6,9,10 -гексабромциклододекан</p>
<p>Номер ЕС:</p>	<p>247-148-4; 221-695-9</p>
<p>Номер КАС:</p>	<p>25637-99-4; 3194-55-6</p>
<p>Наименование МСТПХ:</p>	<p>Гексабромциклододекан</p>
<p>Молекулярная формула:</p>	<p>C₁₂H₁₈Br₆</p>
<p>Молекулярный вес:</p>	<p>641,7</p>
<p>Торговые марки/ другие синонимичные названия:</p>	<p>Циклододекан, гексабром; ГБЦД; бромкал 73-6CD, никкафаинон CG 1, пайрогард F 800, пайрогард SR 103, пайрогард SR 103A, пайроватекс 3887, "Великие озера" CD 75PTM, "Великие озера" CD-75, "Великие озера" CD75XF, "Великие озера" CD75PC (прессованный), бромная группа.</p> <p>"Мертвое море", измельченный, FR 1206 I-LM, бромная группа.</p> <p>"Мертвое море", стандарт, FR 1206 I-LM, бромная группа "Мертвое море", прессованный, FR 1206 I-CM.</p>
<p>Стереизомеры и чистота промышленных продуктов:</p>	<p>В зависимости от производителя, ГБЦД технического класса состоит приблизительно из 70-95 процентов γ-ГБЦД и 3-30 процентов α- и β-ГБЦД вследствие технологии производства (ЕС 2008). Каждый из них имеет отдельные номера КАС. Heeb et al. обнаружили в промышленном ГБЦД также два других</p>

Идентификационные данные химического вещества	
	стереоизомера: δ-ГБЦД и ε-ГБЦД (2005 год) – в концентрации соответственно 0,5 и 0,3 процента. В настоящее время эти примеси считаются ахиральными. По данным тех же авторов, 1,2,5,6,9,10-ГБЦД имеет 6 стереогенных центров и, следовательно, теоретически, может образовать 16 стереоизомеров.

12. ГБЦД продается на мировом рынке с конца 1960-х годов. Сообщается о его производстве в Европе, Китае, США и Японии. Текущее известное производство составляет приблизительно 28 000 тонн в год (Китай - 9000-10000 тонн в 2009 году и 15000 тонн в 2010 году; компании – члены Научно-экологического форума по брому (BSEF) в Европе и США - 13 426 тонн в 2009 году). Имеющаяся информация указывает на то, что масштабы применения ГБЦД могут возрастать. Данные о производстве в Японии отсутствуют. Какой-либо информации о производстве в других странах получено не было.

13. Судя по информации Сторон и наблюдателей, представляется, что основным регионом потребления и применения ГБЦД в настоящее время являются Европа и Китай. По данным промышленности о глобальном спросе за 2001 год, более половины рыночного объема (9500 из 16 500 тонн) было использовано в Европе. К 2002 году общемировой спрос на ГБЦД вырос более чем на 28 процентов до 21 447 тонн, и вновь несколько увеличился в 2003 году, достигнув 21 951 тонны (BSEF 2006). В США общий объем произведенного и импортированного ГБЦД составил в 2006 году, по сообщениям, составил от 4540 до 22 900 тонн (US EPA 2010). Общий объем ГБЦД, потребленный в ЕС в 2006 году, по оценкам, составил около 11 580 тонн. В ЕС спрос на ГБЦД превышает предложение, и ожидалось, что его чистый импорт в страны ЕС в 2006 году составил примерно 6 000 тонн (ECHA 2009). Официальные органы Японии сообщили, что общий объем произведенного и импортированного ГБЦД составил 2844 тонны в 2008 году и 2613 тонн в 2009 году. Некоторые органы других стран сообщают об импорте ГБЦД как чистого соединения или в составе продуктов: Канада (100-1 000 тонн), Австралия (<100 тонн), Польша (500 тонн, ежегодно импортируемых из Китая), Румыния (185 тонн) и Украина (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Имеющаяся информация позволяет предположить, что применение ГБЦД может расти (ECHA 2009; UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

14. ГБЦД используется в продуктах в качестве огнеупорной добавки, чтобы замедлить возгорание и последующее распространение огня, в течение срока эксплуатации транспортных средств, зданий или изделий, а также защиту от огня при складском хранении продукции (BSEF 2010; общий обзор см. в UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Основной областью применения ГБЦД в глобальном масштабе является производство пенополистирола для теплоизоляции и использования в строительстве из огнеупорного вспененного (ВПС)¹ и экструзионного (ЭПС)² полистирола (свыше 90 процентов применения ГБЦД), в то время как его применение в текстильных изделиях³ и электрических и электронных приборах (ударопрочный полистирол /УППС)⁴ носит менее широкие масштабы (BSEF 2011, документ UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 и ссылки в нем, например, на ECHA 2009; OECD 2007; INE-SEMARNAT 2004; LCSP 2006; BSEF 2010). С использованием данных об обновлении реестровых записей (IUR) Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) выяснило, что на ткани, текстильные и швейные изделия приходится менее 1 процента общего коммерческого и потребительского использования ГБЦД в США (US EPA 2010). ГБЦД используется в качестве покрытия обратной стороны обивочной ткани для мягкой мебели и в другом интерьерном текстиле, в том числе в автомобилях (Япония 2011; LCSP 2006). О некоторых других незначительных видах применения сообщалось KEMI (2006) и в документе UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2.

15. На основе ответов Сторон и наблюдателей и ECHA (2009) общие данные об объемах импорта и экспорта ГБЦД в изделиях с огнеупорной добавкой отсутствуют. Материалы из пенополистирола обычно изготавливаются для нужд местного рынка, и основная доля производства идет на местное потребление, а не на экспорт (SWEREA 2010; BSEF 2011).

¹ 0,5-0,7 процента ГБЦД в весовом отношении (Канада, материал PlasticsEurope/Exiba 2011).

² 0,8-2,5 процента ГБЦД в весовом отношении (BFRIP 2005, XPSA и CPIA, материал PlasticsEurope/Exiba 2011).

³ 10-15 процентов ГБЦД в весовом отношении (Европейская комиссия, 2008 год).

⁴ 1-7 процентов ГБЦД в весовом отношении (ECHA 2009).

1.2 Выводы Комитета по рассмотрению, касающиеся информации, предусмотренной приложением Е

16. На своем шестом совещании в октябре 2010 года Комитет по рассмотрению СОЗ оценил проект характеристики рисков по ГБЦД в соответствии с приложением Е (UNEP/POPS/POPRC.6/13) и принял его (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). КРСОЗ решил, что "ГБЦД представляет собой не имеющее известных естественных источников синтетическое вещество, которое по-прежнему используется во многих странах, в том числе в импортных изделиях и продуктах. Выбросы ГБЦД в окружающую среду увеличиваются во всех исследуемых регионах, т.е. в Европе и Азии (Япония). ГБЦД отличается стойкостью в окружающей среде и бионакапливается и биоусиливается в рыбах, птицах и млекопитающих. Зафиксированные уровни концентрации в биоте, в том числе у видов, находящихся в верхней части пищевой цепи, таких как птицы и млекопитающие, в регионах-источниках и удаленных регионах представляют существенный повод для озабоченности в отношении здоровья человека и окружающей среды. Поэтому можно сделать вывод о том, что в результате переноса на большие расстояния в окружающей среде ГБЦД, вероятно, вызывает такие серьезные неблагоприятные последствия для здоровья человека и/или окружающей среды, что это дает основания для действий на глобальном уровне". Комитет также постановил создать Специальную рабочую группу для подготовки оценки регулирования рисков, которая включает анализ возможных мер регулирования в отношении гексабромциклододекана в соответствии с приложением F к Конвенции, для того чтобы ее можно было рассмотреть на его следующем совещании.

1.3 Источники данных

17. Настоящая оценка регулирования рисков была подготовлена с использованием материалов, представленных в соответствии с приложением F Сторонами и наблюдателями, в том числе промышленностью, использующей или производящей ГБЦД.

18. Материалы были представлены 16 Сторонами и странами-наблюдателями (Бразилия, Бурунди, Германия, Канада, Китай, Колумбия, Коста-Рика, Маврикий, Нигерия, Норвегия, Румыния, Финляндия, Чешская Республика, Швеция, Эквадор и Япония). Информацию представили пять неправительственных организаций со статусом наблюдателя – Научно-экологический форум по бромиду (BSEF), "Пластикс Эуропа/Эксипа (PlasticsEurope/Exiba), Институт окружающей среды (IMA) Бразилия, Ассоциация производителей экструзионного пенополистерола (XPSA) и Канадская ассоциация промышленности по производству пластмасс (CPIA), а также Международная сеть по ликвидации СОЗ (IPEN). Со всеми материалами можно ознакомиться на вебсайте Конвенции.

1.4 Статус рассматриваемого химического вещества по международным конвенциям

19. ГБЦД как вещество, входящее в группу бромированных антипиренов, включен в Перечень веществ, требующих безотлагательных действий, который содержится в Конвенции о защите морской среды Северо-Восточной Атлантики (Конвенция OSPAR). Конвенция OSPAR объединяет представителей правительств 15 Договаривающихся Сторон и Европейской комиссии. Кроме того, Хельсинкская комиссия (HELCOM) включила ГБЦД в перечень опасных первоочередных химикатов.

20. В декабре 2009 года Исполнительный орган Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (КТЗВБР) на основе технического обзора ГБЦД (ЕСЕ/ЕВ.AIR/WG.5/2009/7) признал ГБЦД в качестве вещества, удовлетворяющего критериям СОЗ, как они определены в протоколе по СОЗ. В 2010 году были оценены возможные варианты регулирования ГБЦД, которые могли бы быть положены в основу будущих переговоров. Предполагается, что такие переговоры должны начаться в декабре 2011 года.

1.5 Любые принятые национальные или региональные меры регулирования

21. В ЕС ГБЦД был определен в качестве вещества, вызывающего очень высокую озабоченность (ВОВО), отвечающего критериям СБТ (стойкого, биологически накапливающегося и токсичного) вещества в соответствии со статьей 57 d) регламента REACH (ЕСНА 2008). В феврале 2011 года ГБЦД был включен в рекомендованный Европейским химическим агентством (ЕСНА) список веществ, в первую очередь, подлежащих разрешению к использованию в рамках REACH. С 2015 года ГБЦД уже нельзя будет использовать без такого разрешения. Для обеспечения плавного перехода после появления альтернатив промышленности по производству полистирола придется рассмотреть вопрос об обращении в REACH за разрешением на использование ГБЦД в полистироле, чтобы иметь возможность и далее применять ГБЦД в Европе в период после августа 2015 года. Предложение относительно

классификации и маркировки ГБЦД в качестве возможного репротоксичного вещества было представлено в рамках ЕС (предложение о гармонизированной классификации и маркировке на основе Регламента CLP (ЕС) № 1272/2008, приложение VI, часть 2, наименование вещества: гексабромциклододекан, версия 2, сентябрь 2009 года) (КЕМИ 2009). Комитет ЕС по оценке рисков (РАС) придерживается мнения о том, что ГБЦД следует классифицировать в качестве вещества, которое может отрицательно влиять на фертильность или здоровье младенца в утробе матери (Reg.2 H361), и может наносить вред здоровью детей при грудном вскармливании (Lact. H362) (РАС 2010). В ЕС ГБЦД классифицирован в качестве экологически вредного вещества N:R50/53 "высокотоксично для водных организмов/может оказывать долгосрочное неблагоприятное воздействие в водной среде".

22. Директива ЕС по отходам электрического и электронного оборудования (ОЭЭО) (2002/96/ЕС) требует удаления пластмасс, содержащих бромированные антипирены и печатных плат из электрического и электронного оборудования до рекуперации и рециркуляции.

23. Директива ЕС по строительным изделиям (Директива Совета 89/106/ЕЕС) относит гигиену, здоровье и экологичность к числу вопросов, которые должны оговариваться в гармонизированных стандартах на изделия вместе с другими требованиями; прочностью и устойчивостью, безопасностью в случае пожара, безопасностью в использовании, защитой от шума, а также энергоэффективностью и тепловой инертностью, как это предусмотрено в приложении 1 к Директиве. Это важное требование признает действительность национальных нормативов по опасным веществам, эмиссии или выбросы которых могут происходить из строительных изделий в воздух в помещениях, почву, поверхностные или грунтовые воды или которые могут оказывать воздействие на окружающую среду. Директива применяется к характеристикам изделий, вмонтированных в здания, т.е. не к стадиям изготовления или сноса либо удаления. ГБЦД фигурирует в ориентировочном перечне регулируемых опасных веществ, которые должны учитываться в стандартах на изделия (http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/documents/legislation/cpd/index_en.htm).

24. В Украине ГБЦД внесен в Государственный реестр опасных факторов министерства здравоохранения, который включает в себя список химических веществ, используемых в промышленности на территории Украины. Настоящая регистрация ГБЦД действительна до 2014 года. За реализацию национальных мер по оценке риска химических веществ и соответствующее гигиеническое регулирование отвечает Государственный комитет по гигиеническому регулированию.

25. В Японии ГБЦД был включен в список контролируемых химических веществ из-за его стойкости и высокого коэффициента биоаккумуляции на основании Закона об оценке химических веществ и регламентации их производства и т.д. (известного как Закон о контроле над химическими веществами "ЗКХВ"). В сентябре 2010 года министры здравоохранения, труда и благосостояния и экономики, торговли и промышленности, а также окружающей среды поручили предпринимателям, занимающимся изготовлением или импортом ГБЦД, провести испытания для изучения воздействия этого вещества на репродуктивную функцию пернатых (руководящие принципы испытаний ОЭСР 206) и представить результаты испытаний к концу марта 2012 года в соответствии с ЗКХВ.

26. В США Агентство по охране окружающей среды (ЕРА) намерено предложить инструкции по важным новым видам применения (ИВНП) в рамках статьи 5 а) 2) Закона о контроле за токсичными веществами (ТСКА), которые будут касаться использования ГБЦД в текстильных изделиях массового спроса. Ожидается, что в разрабатываемом правиле будет сделано исключение для используемых в автомобилях текстильных изделий, которые продолжают применяться на потребительском рынке США. Оно также обяжет отдельных лиц уведомлять об этом ЕРА не менее чем за 90 дней до начала производства, импорта или переработки ГБЦД для использования в некоторых потребительских текстильных изделиях, что даст ЕРА возможность оценить предполагаемый вид использования и, при необходимости, запретить или ограничить такую деятельность до ее начала.

27. Предложение о национальном запрете ГБЦД в настоящее время рассматривается норвежским министерством по окружающей среде (Норвегия, 2011 год).

28. Канада в настоящее время проводит оценку рисков по ГБЦД и после проведения этой оценки, завершить которую планируется в 2011 году, перейдет к рассмотрению мер регулирования.

2. Резюме информации, касающейся оценки регулирования рисков

29. Выброс ГБЦД в окружающую среду может происходить во время производства и изготовления, обработки, транспортировки, использования, перевалки, хранения или улавливания, а также при удалении этого вещества или изделий, в состав которых оно входит. Выбросы могут быть точечными или диффузными при использовании готовой продукции. Кроме того, побочные выбросы полибромированных диоксинов и фуранов могут происходить в результате пожаров, горения или сжигания вещества или продуктов его содержащих. Выбросы зависят от условий горения, и они невелики при применении современных печей, которые, однако, не везде имеются в наличии.

30. По данным доклада ЕС об оценке рисков (ЕС 2008) объемы известных выбросов ГБЦД в окружающую среду во время производства и использования, по сравнению с выбросами из продуктов и отходов, являются небольшими и составляют порядка 0,1 процента от произведенного и импортированного в ЕС объема ГБЦД (8,7 тонны против общего объема в 8-9 тыс. тонн). Однако вызывает озабоченность воздействие таких выбросов на определенные экологические ниши. По данным EU RA, 99,9 процента произведенного/импортированного объема ГБЦД, в конечном счете, оказывается заключено внутри изделий, главным образом в полистироле (ЭПС, ВПС), который используется в секторе строительства, где такие изделия имеют очень длительный срок эксплуатации. Вероятные будущие выбросы из таких материалов (например, при ремонте или сносе старых зданий, автомобильных и железных дорог, а также других сооружений) не оценивались. В докладе об оценке рисков признается, что будущие выбросы весьма вероятны, но при этом какая-либо методология оценки будущих эмиссий отсутствует. В докладе также сделан вывод о том, что эмиссии по окончании срока эксплуатации будут более значительными, чем на стадиях производства/изготовления, если, конечно, не будет организована рециркуляция практически всего выпущенного строительного материала из полистирола, и, следовательно, в докладе RA долгосрочные риски, связанные с использованием ГБЦД в изделиях с длительным сроком службы, могут серьезно недооцениваться.

31. Происходят выбросы ГБЦД из продуктов (ЕС 2008, Miyake et al. 2009, и Kajiwara et al. 2009), но оценкам выбросов во время потребительского использования продуктов присуща очень высокая степень неопределенности (ЕСНА 2009). Применение ГБЦД в качестве огнеупорной добавки в текстильной продукции может вызывать загрязнение поверхностных вод при стирке. Кроме того, можно ожидать выбросов по мере износа ткани во время эксплуатации (ЕС 2008). Объем выбросов ГБЦД в воздух внутри помещений в результате повреждения изделий из ВПС или ЭПС в течение их срока службы оценивается как крайне незначительный (ЕСНА 2009), однако, установка панелей и плит в зданиях приводит к более существенным диффузным эмиссиям (SWEREA 2010, KLIF 2011a, ЕСНА 2008). Имеется также несколько исследований, свидетельствующих о наличии ГБЦД в воздухе внутри помещений и в домашней пыли (Abdallah et al. 2008 a) and b), Abdallah 2009, Goosey et al. 2008, Stapleton et al. 2008, Stuart et al. 2008, Takigami et al 2009 a) and b)), а также в пыли внутри новых и подержанных автомобилей (Harrad и Abdallah 2011). Согласно материалам, представленным Японией (2011), в новых моделях автомобилей материал с ГБЦД не используется.

32. Анализ потока вещества, проведенный в Японии (Managaki et al. 2009), показывает, что выбросы из строительных материалов будут продолжаться в течение нескольких десятилетий и являются потенциально долгосрочными источниками выщелачивания или выделения ГБЦД в окружающую среду, а также возрастут в будущем, когда здания будут сноситься или ремонтироваться. Кроме того, расширение использования ГБЦД, отмеченное в исследовании, указывает на возможность возникновения проблем при утилизации строительных материалов в будущем, когда существующие здания будут ремонтироваться или сноситься. Это подтверждается также результатами анализа потока вещества, проведенного в Швейцарии (Morf et al. 2008). В швейцарском исследовании также отмечается, что запасы ГБЦД в системе удаления отходов и на свалках являются долгосрочными источниками выбросов ГБЦД. Однако значение этих источников зависит от стратегий удаления отходов, применяемых в стране, сжигаются ли эти отходы, или удаляются на неконтролируемые или контролируемые свалки.

33. Выбросы от удаления отходов зависят от метода удаления. В конце срока службы продукты, содержащие ГБЦД, вероятно, будут удаляться на свалки, сжигаться, утилизироваться или останутся в виде отходов в окружающей среде (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Неизвестно в какой степени конечные продукты, содержащие ГБЦД, вывозятся на свалки, сжигаются, остаются в окружающей среде или

рециркулируются. Отходы, попадающие в муниципальные потоки отходов, скорее всего, вывозятся на свалки или сжигаются (ЕС 2008). Твердые отходы с ГБЦД могут иметь форму отходов материалов, образовавшихся при обработке продукции, пыли, образующейся при старении и износе готовой продукции, а также подлежащих удалению продуктов по окончании их полезного срока службы. Продукты и материалы на свалках будут подвергаться воздействию атмосферных факторов, приводящих к попаданию частиц ГБЦД прежде всего в почву и в меньшей степени – в воду и воздух (ЕСНА 2009, Environment Canada 2010b). При сжигании также существует возможность образования других побочных продуктов (см. ниже).

34. Большую часть отходов, содержащих ГБЦД, составляют теплоизоляционные плиты. По сообщениям срок службы пенополистерола в зданиях, составляет 30-50 лет (ЕСНА 2009, Plastics Europe 2009, SWEREA 2010). Предполагается, что большая часть этого материала будет отправляться на свалку или сжигаться, но при этом также будут происходить определенные выбросы ГБЦД вместе с пылью при сносе зданий с изоляцией из огнестойких теплоизоляционных панелей. Использование ГБЦД в теплоизоляционных панелях в зданиях и сооружениях расширяется, и вполне вероятно, что выбросы от ВПС/ЭПС, попавших в поток отходов, в будущем будут более значительными, особенно примерно с 2025 года, когда подойдут сроки ремонта или сноса растущего числа зданий, содержащих ГБЦД. Этот цикл будет варьироваться в разных регионах мира в течение периода от 10 до 50 лет. На промышленность по производству ВПС приходится 35 процентов общего рынка теплоизоляционных материалов для строительства в Европе (www.eumeps.org).

2.1 Выявление возможных мер регулирования

35. Цель Стокгольмской конвенции (статья 1) заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от стойких органических загрязнителей. Это может быть обеспечено путем включения ГБЦД в Конвенцию при возможном сопровождении такого включения условиями в отношении некоторых видов применения ГБЦД. При оценке мер регулирования следует принимать во внимание выбросы от производства и применения ГБЦД и от изделий, содержащих ГБЦД, а также возможные выбросы от управления отходами в виде отработавших свой срок изделий, содержащих ГБЦД.

36. Поэтапный отказ от ГБЦД может включать в себя замену огнезащитной добавки, замену связующего вещества/материала и конструкционные изменения продукции (LCSP 2006). Кроме того, пересмотр или отмена требований противопожарной безопасности, например, для видов применения, где угроза возгорания отсутствует (например, подземное применение, хотя при этом может также существовать риск пожара во время строительства или во время хранения материалов до их использования при строительстве) позволили бы уменьшить потребность в огнеупорных теплоизоляционных материалах. Выбросы ГБЦД могут быть уменьшены в процессах, в которых используются ГБЦД или изделия, содержащие ГБЦД, а также на этапе управления отходами.

37. В ходе процесса, предусмотренного приложением F, Стороны и наблюдатели указали на ряд конкретных применений ГБЦД. Для ударопрочного полистирола (УППС) и производства огнезащитного покрытия обратной стороны текстильных изделий, альтернативы уже имеются и используются во многих странах. Химические антипирены, являющиеся альтернативой ГБЦД при производстве огнеупорного вспенивающегося полистирола, применяются в некоторых регионах, но подходят не для всех производственных процессов (см. раздел 2.3.1). Однако альтернативные теплоизоляционные материалы широко доступны наряду с альтернативными строительными методами. Эти виды применения и заменители, которые могут использоваться для этих целей, будут дополнительно рассмотрены в разделе 2.3 ниже.

38. Если будет решено разрешить конкретные исключения или допустимые цели применения в процессах производства и изготовления, возможно потребуются предусмотреть меры по сокращению выбросов и использование наилучших имеющихся методов (НИМ) и наилучших видов природоохранной деятельности (НПД), с тем чтобы обеспечить сокращение выбросов ГБЦД в окружающую среду. В 2006 году европейские производители ГБЦД и полистирола начали осуществление программ сокращения выбросов, которые нацелены на ликвидацию выбросов от пользователей ГБЦД первой очереди (Меры самостоятельного контроля над применением для сокращения выбросов (SECURE) и Добровольная программа действий по контролю над выбросами (VECAP). Большинство европейских предприятий по производству пенополистерола осуществляют эти меры по снижению степени риска (EВFRIP 2009a), и, согласно докладу о ходе осуществления VЕСАР в 2010 году, 95 процентов отходов упаковочных материалов обрабатывается с применением наилучших имеющихся методов удаления (VECAP 2011). В обследовании участвующих компаний отмечается, что внедрение

передового опыта обработки позволило сократить общее количество потенциальных выбросов с 2017 кг в 2008 году до 309 кг в 2009 году и до 560 кг в 2010 году (увеличение в 2010 году объясняется изменением методики обследования и основных критериев оценки, касающихся потенциальных выбросов, поскольку выяснилось, что не все потребители используют вентиляционные системы). Кроме того, японской промышленностью по пошиву занавесок и штор разработан метод коагулирования примесей воды с их последующим осаждением в процессе крашения тканей для уменьшения выбросов ГБЦД в воду (Япония 2011).

39. В случае включения ГБЦД в Конвенцию, в соответствии со статьей 6 1) d) ii), должны быть приняты меры по регулированию отходов для обеспечения удаления содержащих ГБЦД продуктов (ВПС, ЭПС, УППС, текстильные изделия), таким образом, чтобы находящиеся в них СОЗ уничтожались или удалялись иным экологически безопасным образом. Это требовало бы выявления содержащих ГБЦД материалов, например, при ремонте или сносе зданий, чтобы упростить уничтожение СОЗ в отходах и предотвратить другую отрицательную хозяйственную практику, ведущую к рециркулированию содержащихся в этих материалах СОЗ.

2.2 Действенность и эффективность возможных мер регулирования для достижения цели сокращения рисков

40. Включение ГБЦД в Конвенцию позволило бы действительно сократить выбросы ГБЦД. Это потребовало бы либо внедрения альтернативных методов строительства или теплоизоляционных материалов для обеспечения противопожарной безопасности при строительстве, либо постепенного внедрения альтернатив ГБЦД. Для текстильных изделий и видов применения УППС альтернативы уже имеются на рынке, хотя применение ГБЦД продолжается, особенно в текстильных изделиях.

41. Согласно документу UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 выбросы происходят в течение всего жизненного цикла изделий, содержащих ГБЦД. Как показывают оценки, подготовленные в ЕС, на этапах производства и изготовления выбросы ГБЦД в окружающую среду относительно малы. Согласно ЕСНА 2008а, общий расчетный объем выбросов ГБЦД в процессе производства и использования теплоизоляционных панелей (95 процентов потребления ГБЦД) и производства и использования текстильных материалов (2 процента потребления) имеют аналогичный порядок величин. Диффузные выбросы от установки и демонтажа пенополистерола и упаковочных отходов также способствуют попаданию ГБЦД в окружающую среду. Выбросы от пенополистерола и рециркулирования электронных и электротехнических изделий становятся значительными в развивающихся странах, особенно на этапе попадания соответствующих продуктов в потоки отходов.

42. Контроль за выбросами и методы регулирования отходов только на производственных объектах будут недостаточны для решения проблемы воздействия ГБЦД на окружающую среду и на здоровье людей, поскольку диффузные эмиссии и выбросы в водоемы и канализацию в результате использования и обработки изделий, содержащих ГБЦД, а также выбросы при их попадании в отходы также вызывают большую обеспокоенность. Ряд исследований указывают на присутствие ГБЦД в домашней, офисной и внутрисалонной автомобильной пыли (Abdallah et al. 2008a and b, Abdallah 2009; Goosey et al. 2008; Stapleton et al. 2008; Stuart et al. 2008; Takigami et al. 2009a and b).

43. Рециркулированные продукты, содержащие ГБЦД, включая панели из ВПС и ЭПС, являются такими же потенциальными источниками выбросов, как и исходные продукты. По данным проведенного Швейцарией анализа потока веществ доля рециркулируемого ГБЦД превышает аналогичную долю для материалов, содержащих другие бромированные антипирены, и ожидается, что в Швейцарии процентный показатель рециркулирования ГБЦД, использующегося в теплоизоляции из ВПС, возрастет с 30 процентов в 2005 году до 60 процентов в 2010 году (Geopartner 2007).

44. ВПС, как правило, рециркулируется, если его удастся извлечь без загрязнения другими материалами. Операции по рециркулированию для извлечения металлов и пластмасс из электронных изделий и автомобилей также являются потенциальными источниками выбросов. Директива ЕС по отходам электрического и электронного оборудования (WEEE) (2002/96/ЕС) требует удаления пластмасс, содержащих бромированные антипирены, и печатных плат из электрического и электронного оборудования до рекуперации и рециркуляции. Однако это затрагивает лишь малую часть отходов, содержащих ГБЦД. Рециркулируемые объемы варьируются по странам, но могут быть значительными (по оценке EU27 (ЕСНА 2009), 30 процентов ВПС). Варианты рециркулирования ВПС применяются сегодня в Европе, и рециркуляция ВПС осуществляется в масштабах экономики. Отходы могут размалываться и смешиваться с новопроизведенным ВПС для изготовления новых пеноматериалов, или же

расплавляться и экструдироваться для получения компактного полистирола. Он может использоваться для производства таких изделий, как цветочные горшки, плечики для одежды и заменителей древесины, или полистирола средней ударной прочности либо продуктов, из которых можно производить листовые изделия или изделия горячей формовки, например подносы. Будучи частью смешанных пластиковых отходов ВПС может рециркулироваться для изготовления, например, столбов ограждения и дорожных знаков (EUMEPS 2011). Однако при использовании этих процессов существует большая вероятность того, что ГБЦД будет находиться в изделиях, с трудом поддающихся идентификации, как это было ранее выявлено КРСОЗ применительно к рециркулированию продуктов, содержащих пента- БДЭ и окта-БДЭ. Раздробленный ВПС также может идти на переплавку и повторно использоваться для дренажа и обработки почвы. Отходы гранулированного пенополистирола используются также для улучшения гранулометрического состава сельскохозяйственной и садоводческой земли (UNEP/POPS/POPRC.6/10; Vogdt 2009).

45. В контролируемых потоках отходов материалы, содержащие ГБЦД, могли бы отсортировываться, но это не всегда будет технически возможно, так как содержащие ГБЦД материалы нельзя идентифицировать без специального технического оборудования или при смешивании с другими материалами. В качестве теплоизоляционного материала расчетный срок службы ВПС составляет порядка 30-50 лет, и сбор и рециркулирование отработавшего свой срок ВПС может сдерживаться сложностью обособления ВПС, содержащего ГБЦД, от других материалов. В ЕС в 2007 году доля ВПС с антипиреном составляла 60 процентов от общего спроса на ВПС, а доля ЭПС с антипиреном составляла 92 процентов от общего спроса на ЭПС (PlasticsEurope/Exiba 2011). Применение маркировки продуктов или компонентов продуктов может оказать ценную помощь в процессе идентификации и отделения содержащих ГБЦД элементов по окончании срока их использования (КЕМИ 2006). Соответствующие количества также могут быть высокими, особенно применительно к теплоизоляционным материалам, которые используются с 1980-х годов.

46. В настоящее время самыми крупными источниками попадания ГБЦД в отходы в ЕС служат текстильные изделия с антипиреном ГБЦД и УППС (ЕС 2011). В развивающихся странах электротехнические и электронные приборы, содержащие ГБЦД и другие токсичные вещества, зачастую утилизируются в условиях, способствующих относительно более высоким объемам выброса ГБЦД в окружающую среду и загрязнению территории (Zhang et al. 2009), а также воздействию на работников (Tue et al. 2010). Изделия, содержащие ГБЦД, и электронные отходы, как правило, удаляются на открытие свалки и места сжигания (Malarvannan et al. 2009; Polder et al 2008).

47. Одним из способов удаления отходов, содержащих ГБЦД, является открытое сжигание (ЕСНА 2009, PlasticsEurope/Exiba 2011). В сжигательной установке антипирен разлагается. По данным одного из исследований совместного сжигания на экспериментальной высокотемпературной установке (>900°C), добавление пенополистирола приводило к существенному повышению содержания брома в исходных материалах печи (вплоть до увеличения в шесть раз), но не приводило к существенному повышению опасности неочищенного газа или эмиссий из печи. Однако этот дополнительный бром практически полностью переходил в неочищенный газ, тогда как уровни зольных остатков оставались постоянными (АРМЕ). Экспериментальными данными подтверждается, что при тех же условиях сжигание ГБЦД и продуктов, содержащих ГБЦД, может вести к образованию полибромированных дибензо-п-диоксинов (ПБДД) и полибромированных дибензофуранов (ПБДФ), в том числе в современных муниципальных установках по сжиганию твердых отходов (АРМЕ, NCM 2004). Смешанные бромированные и хлорированные диоксины и фураны образуются в основном с помощью нового синтеза по аналогии с образованием ПХДД/Ф (Shuler and Jager 2004). Однако в современных инсинераторах ПБДД и ПБДФ, образовавшиеся из отходов, содержащих ГБЦД, скорее всего, будут уничтожаться при работе в режиме очень высоких температур, а эмиссии в окружающую среду будут контролироваться при помощи систем очистки дымового газа. Показатели эффективности сжигания и эксплуатационные режимы систем очистки дымового газа имеют очень важное значение для итоговых эмиссий диоксинов (NCM 2004), и БОД (включая ГБЦД) при контролируемых условиях горения могут уничтожаться с высокой эффективностью (Weber & Kuch 2003). Однако существует потенциал выбросов бромированных побочных продуктов при неконтролируемом сжигании и случайном возгорании, на установках пиролиза/газификации и от неисправных инсинераторов (Weber and Kuch 2003, ЕСНА 2009). Desmet et al. (2005) также задокументировали образование бромфенолов, известных прекурсоров, потенциально образующих ПБДД и ПБДФ при сжигании огнеупорного экструзионного полистирола, содержащего ГБЦД. Образование бромированных диоксинов и фуранов в ходе исследования не изучалось, но отмечалась

высокая вероятность формирования различных изомеров бромированных диоксинов из бромфенолов, хотя их количества не измерялись.

48. Как предполагается, в предстоящие годы новейшие методы сжигания станут более широко доступными в некоторых странах, что позволит перенаправить потоки содержащих ГБЦД материалов со свалок. Однако в настоящее время во многих странах грунтовое захоронение является наиболее распространенным методом удаления отходов, приводя к скапливанию содержащих ГБЦД отходов на свалках. В целях содействия устойчивому развитию в Японии отходы, содержащие ГБЦД (например, ВПС/ЭПС и ОПА⁵), используются в качестве ресурса предприятиями по рециркуляции материалов и термопереработке на стадии удаления.

Требования к огнестойкости

49. Полистирол и его сополимеры склонны деполимеризоваться при температурах воспламенения, приводя к образованию летучих продуктов с горючими углеводородами. На огнестойкость материала также влияют наполнители, покрытия, ламинаты, пигменты, красители и другие дополнительные агенты. Горючесть полимеров обычно оценивается через воспламеняемость, легкость тушения огня, скорость его распространения, коэффициент тепловыделения и дымообразование, которые являются естественными реакциями материала на горение (Weil and Levchik 2009). Следовательно, такие горючие сами по себе материалы могут нуждаться в обработке антипиреном для выполнения требований противопожарной безопасности, предусмотренных нормативными документами стран в отношении соответствующих видов их применения. Национальное законодательство обычно формулируется в общих и относительных терминах, не предписывая использования каких-либо конкретных антипиренов. Соблюдение требований оценивается на основе поддающихся проверке критерии, которые во многих случаях были разработаны при помощи органов по стандартизации, таких как ISO, CEN и UL (KEMI 2006).

50. Европейская система классификации строительных продуктов и материалов по пожароустойчивости не содержит требований к конкретным материалам в строительном продукте, а основана на показателях пожароустойчивости готового продукта при предполагаемом режиме эксплуатации. Однако в некоторых странах действуют конкретные национальные нормы пожароустойчивости открытых изоляционных материалов, которые не обязательно предсказывают поведение такого материала при реальном пожаре.

51. Соответственно, в зависимости от вида применения материала и условий эксплуатации (например, этажности здания), требуемая пожароустойчивость в ЕС варьируется от страны к стране. Критерии, основанные на характеристиках строительных материалов, играют центральную роль в новой Директиве ЕС по сертификации строительных материалов (CPD). Существует также мнение о том, что подход, "основанный на характеристиках материалов", позволит повысить противопожарную безопасность при меньших издержках (EUMEPS 2011).

52. Многие страны устанавливают либо стандарты пожароустойчивости строительных материалов, либо критерии пожароустойчивости для строительных конструкций, например, пола, стен или потолка (SWEREA 2010; KLIF 2011a; KLIF 2011b). Обязательное применение антипирена предписывается правилами пожарной безопасности в Австрии, Венгрии, Германии, Дании, Исландии, Канаде, Китае, Нидерландах, Словакии, Словении, Чешской Республике и Швейцарии при любом использовании в строительстве (Германия, PlasticEurope/Exiba 2011). Кроме того, антипирены используются для обработки ВПС при хранении на складах, чтобы замедлить возгорание и последующее распространение огня. Очень широко обработанный антипиреном пенополистирол используется в Италии, Португалии и Соединенном Королевстве (BSEF 2011). Хотя какие-либо официальные правила, которые исключали бы применение не обработанных антипиреном ВПС/ЭПС в Соединенном Королевстве отсутствуют, согласно информации промышленности по производству пластмасс Соединенного Королевства, практически весь рынок ВПС/ЭПС принадлежит обработанной антипиреном продукции в силу требований, предъявляемых сектором страхования. Другие негорючие альтернативные материалы, например, каменная или стеклянная вата, используются для определенных целей, предполагающих высокую пожароустойчивость. Обработанный антипиреном пенополистирол может использоваться для некоторых видов применения в строительных конструкциях в Норвегии, Финляндии и Швеции, хотя обязательного требования на этот счет нет. Швеция и Норвегия, регламенты, которых предусматривают требования в отношении пожарной

⁵ ОПА: "отходы переработки автомобилей" - материалы, остающиеся после рекуперации металлов и других материалов, подлежащих повторному использованию, из разобранных и измельченных кузовов автомобилей.

безопасности законченного продукта, используют намного меньше бромированных антипиренов, чем страны с более специфическими требованиями к пожароопасности на уровне отдельных материалов (KLIF 2011a). В Швеции и Норвегии промышленность по собственной инициативе изъяла с рынка изделия, содержащие ГБЦД, что оказалось возможным благодаря использованию альтернативных строительных методов, даже без отказа от применения ВПС.

53. В США и Канаде существуют многочисленные нормативы и стандарты, касающиеся изоляционных материалов, используемых в строительной отрасли. Эти нормативы и стандарты могут существовать на национальном уровне, уровне штатов, окружном или муниципальном уровнях (LSCP 2006). Наиболее распространенным требованием различных строительных кодексов применительно к строительным материалам является аэродинамический тест ASTM E 84 (Weil and Levchik 2009). С использованием испытания по стандарту UL-94 пластмассы можно поделить на пять классов по их огнестойкости.

54. В Австралии существуют очень низкие официальные требования в отношении огнезащитных характеристик материалов, для соблюдения которых не обязательно требовалось бы использование обработанных антипиреном ВПС/ЭПС. Однако представляется, что при применении ВПС/ЭПС вместо других материалов предпочтение на добровольной основе отдается использованию полистирола с антипиреном (KLIF 2011b).

55. Требования в отношении огнестойчивого УППС зависят от вида применения. Производство телевизоров, пожалуй, является наиболее широким видом применения УППС, для чего в США требуется класс V-0 согласно испытанию по стандарту UL-94, т.е. применяется более строгое требование, чем в Европе. Для того чтобы удовлетворять требованиям класса V-0 стандарта UL-94, необходимо использовать порядка 10 процентов антипирена в весовом соотношении в сочетании с окисью сурьмы. УППС обычно обрабатывается при температурах 220-230°C. Обычный ГБЦД при таких температурах недостаточно стабилен, в силу чего предпочтение отдается более стабильным бромированным соединениям. Между тем, на рынке присутствуют стабилизированные варианты ГБЦД для использования при более высоких температурах (Weil and Levchik 2009).

56. Основной спрос на обработанные антипиреном текстильные изделия приходится на рабочую одежду, обивочные ткани для офисной мебели, ковровые покрытия для офисов и жилых помещений, транспортные средства, военную форму и постельные принадлежности. Нормативы, касающиеся пожароустойчивости мягкой мебели, существуют в Соединенном Королевстве (стандарт BS 5852) и в штате Калифорния (США). В США существует стандарт испытания на открытый огонь для матрацев, изготовленных или импортированных с 1 июля 2007 года. Какие-либо сведения об использовании ГБЦД для этих целей отсутствуют, поскольку существует множество других способов выполнения требований этого стандарта, включая использование перегородок под обивкой (Weil and Levchik 2009).

57. Более подробное обсуждение нормативных требований к пожарной безопасности см. KLIF (2011a и b).

2.3 Информация об альтернативах (продуктах и процессах)

58. КРСОЗ заключил, что ГБЦД в силу своего переноса в окружающей среде на большие расстояния может приводить к значительному вредному воздействию на здоровье людей и окружающую среду, которое требует глобальных действий (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Для снижения рисков для здоровья человека и окружающей среды применение ГБЦД в различных целях должно быть сведено к минимуму. Целью или задачей любой стратегии снижения риска, связанного с ГБЦД, должно быть сокращение или устранение его выбросов и утечек с учетом примерного перечня, приведенного в приложении F, и, в частности, технической осуществимости возможных мер регулирования и альтернативных технических решений, опасностей и выгод, связанных с соответствующими веществами и их дальнейшим производством и применением. При анализе любой стратегии сокращения такого риска важно принимать во внимание наличие заменителей этих веществ для использования в соответствующих отраслях. В этой связи при замене ГБЦД другим химическим веществом или при применении иного технического решения необходимо учитывать такие факторы, как:

- техническая осуществимость (практичность применения альтернативной технологии, которая существует в настоящее время, или, как ожидается, будет разработана в обозримом будущем);
- издержки, в том числе, с точки зрения окружающей среды и здоровья людей;
- риск (безопасность альтернатив);

- наличие и доступность заменителей этих веществ для использования в соответствующих отраслях.

59. Судя по материалам Сторон и наблюдателей, в настоящее время ощущается потребность в изоляционных материалах для соблюдения требований в области энергоэффективности и непосредственная потребность в обработанных антипиреном изоляционных материалах в связи с существующими в некоторых странах конкретными требованиями в отношении пожароустойчивости. Однако требованиями, касающимися противопожарной безопасности, не предписывается использование каких-либо конкретных огнезащитных веществ или групп огнезащитных веществ, и их выбор остается за производителем.

60. На коммерческом рынке имеются технически обоснованные альтернативы большинству видов применения, в которых используется ГБЦД. Химические альтернативы, не требующие существенных изменений системы, для одностадийного производства ВПС и ЭПС станут доступными в краткосрочной перспективе. Альтернативы включают замену антипирена, замену связующего вещества/материала и изменение конструкции изделия. Некоторые из таких альтернатив являются безгалогеновыми и считаются более благоприятными для окружающей среды и здоровья людей в следующих оценках: ЕСНА 2009; SWEREA 2010; и KLIF 2010 (таблица 3). Однако они могут порождать другие риски, такие как другие вредные вещества или пыль, которые должны быть приняты во внимание (LCSP 2006, KLIF 2011c).

61. При рассмотрении химических альтернатив необходимо проводить различие между антипиреновыми добавками и ковалентно связанными химическими веществами, которые в меньшей степени подвержены попаданию в окружающую среду. Кроме того, необходимо учитывать изначальную горючесть связующих смол/материалов и, по возможности, следует рассматривать негорючие изоляционные материалы, равно как и альтернативные строительные методы.

62. Ниже содержится обсуждение различных стратегий и доступности и приемлемости альтернатив ГБЦД наряду с общим обзором технически осуществимых и коммерчески доступных альтернатив (таблица 3). Некоторые альтернативы, например, дека-БДЭ, разрешены не во всех странах. Дополнительную информацию также см. в DEPA (2010), SWEREA (2010), KLIF (2011a) и KLIF (2011b).

Таблица 3. Краткая информация о технически осуществимых и коммерчески доступных альтернативах ГБЦД (на основе материалов SWEREA 2010 и информации в соответствии с приложением F).

Материал	Виды применения	Химические альтернативы	Альтернативные материалы и способы конструкционного изменения изделий
ВПС и ЭПС	Теплоизоляция фундамента, стен и потолков. Настил первых этажей зданий, настил гаражей и т.д.	Какие-либо прямые химические альтернативы для всех производственных процессов и регионов в настоящее время отсутствуют. При двухшаговом процессе производства ВПС, позволяющем обойтись без ГБЦД, применяется другой антипирен.	ВПС и ЭПС без огнестойких добавок (ОД) с использованием теплоизоляционных экранов и перегородок. Пенополиизоцианураты, включая модифицированные пенополиуретаны. Пенофенопласты. Теплоизоляционные покрытия (в виде листовой или рулонной ваты), которые могут содержать каменную вату, стеклопластик, целлюлозный или полиуретановый пенопласт. Ячеистое стекло, пеностекло. Полиэстеровая вата. Сыпучий материал, который может содержать каменную вату, стеклопластик, целлюлозный или полиуретановый пенопласт. Системы отражательной теплоизоляции.
УППС	Корпуса электронных приборов. Прокладки электропроводов.	дека-БДЭ, Трис(трибромнеофенил) фосфат/АСК ТББФА-БДФЭ /АСК, 2,4,6-трис (2,4,6-трибромфенокси)-1,3,5 триазин/АСК, этан-1,2-бис(пентабромфенил)/ АСК, этиленбис (тетрабромфталимид)/АСК	Сплавы ПФЭ/УППС или ПК/АБС, обработанные фосфоросодержащими антипиренами.
Покрывание обратной стороны текстильных изделий	Защитная одежда Ковры Шторы Обивочные ткани Палатки Внутренняя отделка средств общественного транспорта (например, автомобилей, поездов, самолетов и т.д.) Другие технические текстильные изделия.	дека-БДЭ, декабромдифенилэтан, этиленовый бис(тетрабромфталимид), хлорированные парафины, полифосфаты аммония	Изначально негорючие материалы: шерсть Изначально огнеупорные волокна: вискоза, полиэфирное волокно, арамиды и другие синтетические ткани. Другие виды текстиля с полифосфатами аммония (ПФА). Текстильные изделия со вспучивающимся огнезащитным покрытием.

2.3.1 Огнестойкий вспененный и экструзионный полистирол (ВПС/ЭПС)

63. Наиболее широким видом применения ГБЦД является производство теплоизоляции из пенополистирола. От использования ГБЦД в ВПС/ЭПС можно было бы постепенно отказаться путем перехода на альтернативные антипирены, применения альтернативных изоляционных материалов или альтернативных строительных методов, которые обеспечивают такой же уровень противопожарной безопасности без антипирена.

64. Первое соображение заключалось бы в том, чтобы избежать использования ГБЦД и других антипиренов в ситуациях, когда угроза возгорания отсутствует. К таким видам применения относятся установка изоляции внутри стен из негорючего материала, например, камня или бетона, или же использование теплоизоляции между фундаментом здания и грунтом. Такие конструкционные изменения могли бы быть осуществлены изготовителем конечного продукта (LCSP 2006; KLIF 2011c) и реализовываться в соответствии с требованиями строительных кодексов. Кроме того, антипирены ВПС/ЭПС могут использоваться, к примеру, в других подземных видах применения, например для защиты грунта от промерзания или при строительстве автомобильных/железных дорог/мостов на грунте, плохо переносящем нагрузки. В настоящее время такое использование имеет место в ЕС, Скандинавии, США, Канаде, Японии, Таиланде и Ямайке (ЕС 2011; EPS 2011). В Норвегии использование геоплен на основе ЭПС в качестве антипирена было прекращено в 2004 году, и с тех пор никаких случайных возгораний ЭПС не было (Aabye and Frydenlund 2011). На строительной площадке противопожарная безопасность обеспечивается с помощью наблюдения, ограждений и аккуратного обращения с режущими и сварочными аппаратами и т.д.

Прямые химические альтернативы ГБЦД для видов применения ВПС/ЭПС

65. Согласно материалам, представленным в соответствии с приложением F, какие-либо коммерчески или технически оправданные прямые химические альтернативы ГБЦД в качестве антипирена при производстве ЭПС и наиболее распространенном "одностадийном" процессе производства ВПС, по крайней мере, как он применяется в настоящее время в Европе и в целом в Северной Америке, отсутствовали. В марте 2011 года была объявлена альтернатива ГБЦД в ВПС/ЭПС ("Эмеральд-3000"). При таком "одностадийном" процессе производства все добавки смешиваются в стирольном растворе перед полимеризацией. При альтернативном "двухстадийном" процессе производства на первой стадии полимеризуются шарики без антипиреновой добавки и пентана; антипирен и пентан могут быть затем добавлены на второй стадии. При двухстадийном процессе антипирен должен быть в состоянии пропитать уже полимеризованный шарик. ГБЦД плохо пропитывает шарики после полимеризации, в силу чего для этого должны использоваться другие антипирены.

66. Все европейские и большинство североамериканских производителей полистирола используют одностадийный процесс, для которого в настоящее время на рынке отсутствуют какие-либо альтернативы ГБЦД, удовлетворяющие техническим (характеристики пенополистирола, экологические характеристики) и эксплуатационным критериям (т.е. замедленное воспламенение и последующее медленное распространение огня при испытаниях). Согласно информации промышленности по производству ГБЦД, такие чистые стирольные полимеры, как УПС, ВПС и ЭПС нуждаются в бромированных антипиренах, чтобы соблюсти желательные стандарты противопожарной безопасности. Промышленность по производству полистирола вместе с производителями антипиренов занимается поисками альтернатив ГБЦД. Кроме того, US EPA обсуждает с промышленностью новые альтернативы ГБЦД в пенополистиролах, однако, результаты этих обсуждений пока не обнародованы.

67. Как было заявлено выше, в марте 2011 года компания "Грейт лейк солюшнз" объявила о том, что она расширит производство бромированного сополимера стирола с высоким молекулярным весом и бутадиенового антипирена (Emerald™ 3000), пригодных для ВПС и ЭПС, разработанных корпорацией "Дау кемиклз" (DOW 2011). Однако предполагается, что полный перевод отрасли на эту технологию займет несколько лет. Согласно подготовленной отраслью оценке степени риска это вещество является стойким, но при этом оно не подвержено биоаккумуляции и нетоксично. В рамках программы "Дизайн в интересах окружающей среды" US EPA будет проведена оценка рисков альтернатив ГБЦД, используемых в ВПС/ЭПС.

68. Два предприятия в Северной Америке и, возможно, некоторые другие за пределами Европы используют "двухстадийный" процесс. Неясно, что в настоящее время используется в так называемом процессе "производства ВПС без ГБЦД", но, по крайней мере, в прошлом при этом использовались тетрабромциклоктан и дибромэтилдибромциклогексан (LSCP 2006). Эти вещества также вызывают озабоченность по поводу их воздействия на здоровье людей и окружающую среду.

69. Японская промышленность по производству ВПС ставит перед собой цель замены ГБЦД в своих производственных процессах к концу 2012 года, а промышленность по производству ЭПС добивается сокращения применения ГБЦД путем пересмотра норм содержания ГБЦД и вообще необходимости использования ГБЦД в производимой продукции (Япония, 2011).

Альтернативы использованию огнеупорного ВПС/ЭПС

70. Огнеупорные пеноматериалы на основе ВПС и ЭПС, используемые в качестве теплоизоляции при строительстве, могут быть заменены альтернативными теплоизоляционными материалами, которые по данным KLIF (2011b) будут удовлетворять тем же самым нормам теплоизоляции и противопожарной безопасности и обладать такой же влагостойкостью, равно как и такой же жесткостью или большей гибкостью, чем огнеупорный ВПС/ЭПС. Об этой альтернативе сообщалось как о более комплексном подходе в сравнении с простой заменой антипирена, поскольку она окажет более существенное воздействие на общую стоимость и эксплуатационные качества продукции (LCSP 2006).

71. По своим качествам ВПС особенно хорошо подходит для теплоизоляции внешних стен, плоских крыш, пола и многослойных конструкций. Технически оправданные альтернативы для основных видов применения огнеупорного ВПС имеются на рынке в виде широко используемых во всем мире теплоизоляционных материалов. Такие альтернативные материалы включают в себя пенополиизоцианурат, пенофенопласты, поверхностную защитную изоляцию, стеклопластик, ячеистое стекло, полиэфирную вату, овечью шерсть и системы отражательной теплоизоляции, включая фольгу, пленку или бумагу (SWEREA 2010), а также охватывают такие теплоизоляционные материалы, как пенополиуретаны и зернистый материал, который может засыпаться, напыляться или вдуваться в конструкцию при строительстве. Однако в таких материалах могут использоваться антипирены (например, борная кислота) с сомнительными характеристиками с точки зрения воздействия на окружающую среду и здоровье людей. Засыпная теплоизоляция состоит из небольших частиц волокон, пенопласта или других материалов (US DOE 2010). Эти небольшие частицы образуют изоляционный материал, который может заполнить любое пространство, не повредив при этом сами конструкции или отделочные материалы. Эта способность заполнять пространство делает засыпную изоляцию особенно хорошо подходящей для применения в модифицированных изделиях или в местах, где было бы сложно применить другие теплоизоляционные материалы. Наиболее широко для засыпной теплоизоляции используются такие материалы, как целлюлоза, стеклянное волокно и минеральная (каменная или шлаковая) шерсть. Все эти материалы производятся с использованием рециркулированных отходов. Целлюлоза, главным образом, изготавливается из переработанной макулатуры. Основные виды стекловолокна содержат 20-30 процентов утилизированных отходов стекла. Минеральная шерсть обычно на 75 процентов состоит из вторсырья. Засыпная теплоизоляция также может производиться из таких материалов, как вермикулит или перлит. Считается, что с технической точки зрения теплоизоляционные панели из ячеистого стекла, перлита или древесного волокна полностью пригодны для замены ВПС для всех видов применения, кроме многослойных панелей. Все имеющиеся на рынке различные материалы имеют разные теплоизоляционные характеристики, области применения и требуют использования своих собственных методов монтажа (US DOE 2010, KLIF 2011b). Они также различаются по своей огнестойкости, но при этом существуют альтернативы, которые способны удовлетворять тем же самым или даже более высоким нормам противопожарной безопасности, что и огнеупорный ВПС (KLIF 2011b, 2011c).

Пенополиизоцианураты включают в себя модифицированные пенополиуретаны, в которых используются такие химические антипирены, как тримонохлорпропилфосфат (ТМХПФ, ТХПФ) и трихлорэтилфосфат (ТХЭФ). В ЕС была подготовлена оценка рисков (ЕСВ 2008) по ТМХПФ, выявившая риск только при воздействии на работников. В процессе изготовления ТХПФ используется этиленоксид (канцероген), и ТХПФ, который, по-видимому, оказывает токсичное воздействие на репродуктивную функцию, обнаружен в Арктике, что свидетельствует о его переносе на большие расстояния, он включен в перечень канцерогенов Управлением по оценке воздействия на окружающую среду штата Калифорния. По данным LCSP (2006), в силу использования хлорированных или бромированных антипиренов при изготовлении теплоизоляционных материалов из полиизоциануратов их нельзя считать предпочтительными альтернативами по причине их воздействия на здоровье людей.

Пенофенопласты используются в кровельных материалах, изоляции внутри стен, изоляции наружных стен и пола. Чаще всего они используются для связывания стекловолокна при изготовлении изоляционных плит. Одна из озабоченностей, связанных с их применением, заключается в том, что при изготовлении мономеров фенольной смолы может использоваться формальдегид, являющийся канцерогеном человека. Формальдегид классифицирован в качестве известного канцерогена человека Международным агентством по исследованиям в области раковых заболеваний (МАИР) (LCSP 2006). Это обстоятельство должно учитываться на производственных объектах путем использования доступных методов контроля выбросов и мер безопасности для защиты работников. Однако, согласно KLIF (2011c), при производстве

мономеров фенольной смолы можно обходиться без формальдегида ввиду наличия других альтернатив.

Поверхностная защитная изоляция одновременно является как технической альтернативой, так и альтернативным материалом. Она обычно изготавливается из стекловолокна или каменной шерсти и может устанавливаться между элементами каркаса, перекладинами и балками. По ширине ее можно использовать для заполнения стандартных проемов в каркасе стен или пола. Материал в рулонах можно отрезать вручную для установки в различных местах. Производятся изоляционные материалы, как с влагоустойчивым покрытием, так и без него. Вата со специальным антипиреновым покрытием используется в случаях, когда изоляционный материал остается открытым.

При некоторых видах использования теплоизоляции из ВПС/ЭПС может применяться ячеистое или пенистое стекло, в том числе для систем "теплой кровли", настила гаражей, настила кровель, вентилируемых фасадов, внутренней теплоизоляции, теплоизоляции пола на предприятиях, а также наземной изоляции и изоляции по периметру. Эти материалы имеют закрытую ячеистую структуру и изготавливаются из отходов стекла без связующих компонентов. Они имеются в ассортименте с различной плотностью для разных нагрузок и не горючи. Они также водонепроницаемы.

Фиберглас - это синтетическое стекловидное волокно. Засыпная теплоизоляция обычно вдвигается на место потоком воздуха или напыляется из специального пульверизатора. Она может использоваться для заполнения пустот в стенах и других пространствах неправильной формы.

Системы отражательной теплоизоляции включают в себя листы из фольги, пленки или бумаги, которые помещаются между элементами каркаса, балками и брусками и обычно используются для предотвращения нисходящего потока тепла в конструкциях кровель. В них обычно используются такие материалы, как облицованная фольгой бумага, облицованный фольгой пузырчатый полиэтилен, облицованная фольгой полимерная пленка и облицованный фольгой картон.

К другим широко используемым теплоизоляционным материалам относятся полиэфирная вата и овечья шерсть, которые могут помещаться между элементами каркаса, балками и брусками.

72. Фиберглас, стеклянную шерсть и минеральную шерсть относят к категории синтетических стекловолокон. Они также могут оказывать воздействие на здоровье работников. Частицы стекловолокна в воздухе могут вызывать раздражение глаз, носа, горла и частей легкого. Исследования на животных продемонстрировали, что систематическое вдыхание воздуха с частицами синтетического стекловолокна может приводить к воспалению и фиброзу легких (ATSDR 2004). Защитная одежда и оборудование (лицевые маски, очки, перчатки и т.д.) имеются в наличии и применяются строительными рабочими во избежание раздражения при контакте и попадания волокон в легкие. Однако это имеет важное значение лишь при производстве строительных работ, поскольку волокно применяется внутри стен, фундамента и потолка в зданиях и сооружениях, а также при сносе зданий и их капитальном ремонте. Кроме того, фиберглас может связываться в вату с помощью клея, который может содержать фенолформальдегид, опасное химическое вещество, которое, как известно, медленно выделяется в воздух из теплоизоляции на протяжении многих лет.

73. Замена ГБЦД при использовании в строительстве также может содействовать внесению конструкционных изменений в продукцию, например, посредством технических решений и изменений в практике и методах строительных работ. Панели ВПС без огнеупорных добавок применяются в ряде стран в сочетании с другими материалами, которые защищают ВПС от возгорания (KLIF 2011a). Примеры конструкционных изменений продукции включают использование противопожарных перегородок и другие стратегии, направленные на то, чтобы изолировать или оградить изделие от источника тепла. Такие конструкционные изменения могли бы быть внесены изготовителями конечных продуктов (LCSP 2006). С помощью теплоизолирующих экранов или прослоек можно обеспечить противопожарную безопасность без применения огнеупорного ВПС/ЭПС. Теплоизолирующие экраны или прослойки – это огнеупорные покрытия или прослойки, которые отделяют изоляционный материал от внутренних помещений здания. Например, изоляционный материал может устанавливаться между двумя несгораемыми компонентами стены из камня или бетона или между фундаментом здания и грунтом (LCSP 2006; KLIF 2011c). Этот метод может использоваться в таких конструкциях, как внешние фасады, панели перекрытия пола или плоские кровли (KLIF 2011c). В кровельных конструкциях между ВПС и кровельным железом устанавливается

теплоизоляционная прокладка. Для видов применения, при которых изоляционный материал непосредственно соприкасается с грунтом, нет необходимости использовать огнеупорные пенопласты, поскольку ЭПС, как правило, помещается между бетонной плитой и грунтом, что хорошо защищает изоляционный материал от огня (Klif 2011 с). Теплоизоляционные экраны или перегородки, в частности, изготавливаются из следующих материалов: гипсокартон, гипс или цемент, перлитные плиты, наносимая в виде спрея целлюлоза, использование покрытий из минерального волокна или гипса и отдельные виды фанеры. Все эти материалы в настоящее время широко применяются в жилищном и промышленном строительстве (LCSP 2006, SWEREA 2010).

74. Теплоизоляционные экраны регламентируются конкретными требованиями строительных кодексов определенных стран (SWEREA 2010), которые в настоящее время используются в Финляндии, Норвегии, Швеции и Испании, где национальные требования по противопожарной безопасности издаются в строительных кодексах. Также на основе рассмотрения технических аспектов и решений, например, использования теплоизоляционных экранов и способов применения изоляции в строительной конструкции, строительные кодексы этих стран предписывают, какие изоляционные изделия могут в них применяться и, для какого рода строительства. Таким образом, противопожарная безопасность может быть обеспечена даже в случае применения, не обработанного антипиреном ВПС/ЭПС. Вместе с тем необходимо отметить, что в краткосрочной перспективе использование теплоизоляционных барьеров во всех странах может оказаться невозможным из-за технических стандартов, строительных кодексов (SWEREA 2010) и проводимой политики. Кроме того, правила пожарной безопасности в некоторых странах требуют применения огнеустойчивого ВПС/ЭПС вне зависимости от вида применения для обеспечения безопасности при хранении и транспортировке.

75. Альтернативные изоляционные материалы/методы могут обладать характеристиками, которые отличаются от ЭПС и ВПС, и в большей или меньшей степени подходят для некоторых конкретных видов применения (включая водонепроницаемость, сопротивление механической нагрузке (высокая степень сжатия) и структурная целостность для соответствующего срока эксплуатации) (ECHA 2009; US DOE 2010). Согласно полученным материалам изоляционные материалы, являющиеся заменителями ВПС/ ЭПС, имеются для всех видов применения, за исключением некоторых видов применения ЭПС во влажной среде или при подверженности циклам заморозания/оттаивания в Северной Америке (XPSA/CPIA 2011). Использование альтернативных изоляционных материалов/методов может также зависеть от других экологических соображений, включая более высокие энергетические издержки при транспортировке, и может сопровождаться своим собственным набором рисков для здоровья людей и/или окружающей среды, которые во многих случаях пока еще не слишком хорошо известны. Если не принимать во внимание выбросы в окружающую среду вообще, воздействие любого отдельного изоляционного материала, прежде всего, имеет значение во время строительства, поскольку изоляционный материал помещается внутри стен, фундамента и потолка. Необходимо также учитывать воздействие альтернативных изоляционных материалов во время ремонта, перестройки и сноса зданий. Характеристики воздействия нескольких альтернативных материалов на окружающую среду и здоровье людей были недавно оценены в докладе Норвегии, в котором был сделан вывод о том, что альтернативы содержат химические вещества, которые порождают меньше проблем, чем ГБЦД, поскольку ни одно из них не является галогенированным и не было отнесено к категориям СБТ или классифицировано в качестве СОЗ (Klif 2011 с). Однако большинство альтернативных огнеупорных химических веществ, применяемых для обработки жесткого пенополиуретана, представляют собой галогенированные антипирены.

76. Замена изоляции из ВПС/ЭПС другими материалами также может отразиться на общей стоимости продукции и ее эксплуатационных качествах и может дополнительно требовать применения иных подходов при сооружении и строительстве. Однако современная строительная практика Швеции и Норвегии, где основная часть применяемого ВПС и ЭПС не содержит ГБЦД, показывает, что огнеустойчивость строительных материалов и зданий может быть достигнута при разумных издержках без применения ГБЦД и без внесения серьезных изменений в традиционные методы и практику строительства. Согласно проведенному в Норвегии анализу альтернатив огнеустойчивому ВПС переход от огнеустойчивого ВПС к альтернативным изоляционным материалам не будет сопровождаться ухудшением противопожарной безопасности и в целом альтернативы будут удовлетворять таким же или более высоким требованиям пожароустойчивости, что и огнеупорный ВПС. Альтернативы, включая не обработанный антипиреном ВПС в сочетании с теплоизоляционными экранами, как правило, имеют более высокую пожароустойчивость и могут конкурировать по своим

изоляционным качествам и влагостойкости, которые необходимы в большинстве видов применения в холодном и теплом климате (KLIF 2011c). Согласно KLIF (2011c) стоимость наиболее дешевых альтернатив колеблется в пределах от примерной стоимости огнеустойчивого ВПС до цифры примерно на 30 процентов превышающей эту стоимость.

2.3.2 Альтернативы ГБЦД в ударопрочных полистирольных (УППС) пластмассах

77. ГБЦД широко не используется в УППС, и разумно предположить, что альтернативные антипирены имеются в наличии для этого вида применения (таблица 3). В основном он используется в УППС марки V-2, где применение алифатических БОД является более эффективным, чем применение ароматических БОД. Декабромдифенилоксид (эфир), например, дека-БДЭ является наиболее широко используемым антипиреном для УППС из-за низкой стоимости и высокого содержания брома (Weil and Levchik 2009). Он также используется в изоляции электронных проводов. Однако он не может быть рекомендован в качестве заменителя ГБЦД из-за озабоченности по поводу его воздействия на здоровье человека или окружающую среду (ЕС 2002, US EPA 2010): а также его дебромирования в такие соединения, как пента-БДЭ и окта-БДЭ (UNEP/POPS/POPRC.6/2). В ЕС введение директив RoHS и WEEE положило конец применению дека-БДЭ в электронном оборудовании. В США промышленность добровольно прекращает применение дека-БДЭ для большинства целей к 2013 году. В Норвегии в 2004 году был введен запрет на изготовление, импорт, экспорт, продажу и использование веществ и смесей: содержащих 0,1 процента по весу дека-БДЭ или более.

78. Другие химические вещества, которые могут использоваться в качестве альтернативы ГБЦД в УППС, включают в себя набор бромированных антипиренов, которые применяются в сочетании с ангидридом сурьмянистой кислоты (АСК). К ним относятся трис(трибромнеофенил)фосфат, тетрабромбифенол А-бис(2,3-дибромпропилэфир) (ТББФА-ДВПЭ), 2,4,6-трис(2,4,6-трибромфеноксид)-1,3,5 триазин, этан-1,2-бис(пентабромфенил) и этиленбис(тетрабромфталимид).

79. На рынке также имеются альтернативы УППС, позволяющие обойти проблему поиска замены ГБЦД. Конкретно, в электротехнических изделиях УППС можно заменить различными альтернативными материалами, включая смеси поликарбонат/акрилонитрил бутадиен стирола (ПК/АБС), полистирол/полифениленэфира (ПС/ПФЭ) и полифениленэфира/ударопрочного полистирола (ПФЭ/УППС⁶) без антипиренов или с использованием негалогенированных фосфорных антипиренов (Бразилия 2011, DEPA 2010). Как представляется, органические арилфосфорные соединения, резорцин бис(бифенилфосфат), бифенол А бис(бифенилфосфат), полимерный дифенилфосфат, дифенилкрезилфосфат, трифенилфосфат (Kemi 2006) требуют применения дополнительной добавки, чтобы предотвратить миграцию фосфорного соединения на поверхность УППС. Фосфорные альтернативы УППС требуют использовать при более высоких нагрузках (ЕСНА 2009). Соплимерные смеси широко используются в электронном оборудовании с антипиренами и без них они имеют более высокую ударопрочность и сами по себе являются более огнестойкими, так как при нагревании образуют на поверхности изолирующую обугленную пленку (DEPA 2010).

2.3.3 Альтернативы применению ГБЦД на обратной стороне текстильных изделий

80. ГБЦД используется в качестве антипирена на обратной стороне текстильных изделий для мягкой мебели, обивочных материалов автомобильных сидений, драпировки, отделочного покрытия стен, матрасного тика и интерьерного текстиля, например, роликовых штор (LCSP 2006; ЕСНА 2009; SWEREA 2010). По сравнению с другими видами применения обычная концентрация ГБЦД в текстильных изделиях является высокой, составляя от 6 до 15 процентов в полимере (CEFC/EFRA 2006, ЕС 2008). Так как ГБЦД сравнительно дорог, он используется, главным образом там, где, по мнению производителя, он удовлетворяет необходимым эксплуатационным требованиям (ЕСНА 2008b).

81. Использование антипирена в текстильных изделиях можно избежать, если сам материал будет негорючим или слабогорючим. Поэтому некоторые природные материалы, например шерсть, могут использоваться в качестве огнеупорных покрытий в мебели (Норвегия, 2011; SWEREA 2010). Другие изначально огнестойкие материалы включают в себя вискозу с фосфорной добавкой, полиэфирные волокна и арамиды (Weil and Levchik 2009). Существует также несколько химических веществ, которые могли бы быть непосредственными заменителями ГБЦД в текстильных изделиях. Для обработки обратной стороны текстиля химические альтернативы ГБЦД включают в себя дека-БДЭ, декабромдифенилэтан, этилен

⁶ ПФЭ/УППС: сплав полифениленэфира и ударопрочного полистирола.

бис(тетрабромфталимид), хлорированные парафины и полифосфаты аммония (ЕСНА 2009; KLIF 2011a). Об озабоченности по поводу дека-БДЭ уже было сказано выше.

Длинноцепочечные хлорированные парафины токсичны для репродуктивной системы человека, демонстрируют хроническую токсичность, оказывая воздействие на печень и почки, и являются потенциальными канцерогенами (ЕСНА 2009). Для обработки обратной стороны различных текстильных изделий также можно использовать полифосфат аммония (ПФА).

82. В текстильных изделиях противопожарная безопасность может быть также обеспечена за счет использования системы вспучивающихся огнестойких покрытий (KLIF 2010). Такое покрытие представляет собой вспенивающуюся обугленную пленку, которая выполняет функцию теплоизолятора. Система вспучивающегося огнестойкого покрытия, как правило, представляет собой сочетание источника углерода для получения эффекта обугливания, соединения, вырабатывающего кислоту, и разлагающегося соединения для генерирования исходящих газов для вспенивания обугленной корки (Weil & Levchik 2009). Толщина такой корки в 10-100 раз превышает толщину первоначально нанесенного покрытия и изолирует субстрат за счет своей низкой теплопроводности, делая такие системы эффективным средством уменьшения возгораемости и воздействия дымовых газов (КЕМИ 2006). Несколько систем вспучивающихся огнестойких покрытий для применения в текстильных изделиях имеются на рынке в течение порядка 20 лет и доказали свою высокую эффективность. Системы вспучивающихся огнестойких покрытий включают в себя пеноматериалы пропитанные вспенивающимся графитом, поверхностную обработку и барьерные технологии использования полимерных материалов (SWEREA 2010). Системы вспучивающихся огнестойких покрытий могут оказаться непригодными для некоторых видов текстильных изделий в качестве БОД на обратной стороне.

83. Согласно материалу, представленному Японией, ГБЦД был заменен как средство обработки ткани в новых моделях автомобилей. Однако предложение тканей, содержащих ГБЦД, еще какое-то время сохранится, поскольку эти ткани по-прежнему будут использоваться в запчастях для старых моделей (Япония, 2011).

2.4 Резюме информации о последствиях применения возможных мер регулирования

84. Поскольку такие свойства ГБЦД, как стойкость, способность к биоаккумуляции и токсичность, а также возможность трансграничного переноса на большие расстояния показаны в характеристике рисков, согласованной в рамках КРСОЗ Стокгольмской конвенции, следует ожидать, что прекращение использования этого вещества окажет позитивное воздействие на устойчивое развитие в глобальном масштабе. Если производство, использование и регулирование отходов ГБЦД не будут поставлены под контроль и будут продолжаться или расширяться, то это, скорее всего, приведет к повышению его концентраций в окружающей среде, и в частности, в организмах людей и животных, даже на большом удалении от мест его производства и применения.

2.4.1 Здравоохранение, в том числе общественное здравоохранение, санитария окружающей среды и гигиена труда

85. Очень важное значение имеет поддержание уровня пожарной безопасности посредством использования альтернативных антипиренов, материалов или строительных технологий для сведения к минимуму гибели людей, ущерба здоровью и имуществу и пагубных выбросов в результате пожаров.

86. В случае принятия в глобальном масштабе мер регулирования, направленных на сокращение или прекращение производства и применения ГБЦД, можно рассчитывать на благоприятное воздействие на здоровье людей и состояние окружающей среды. У людей ГБЦД обнаруживается в крови, плазме, грудном молоке и жировой ткани. В настоящее время известно, что ГБЦД попадает в организм человека в основном с загрязненными продуктами питания и пылью. Требование о принятии мер регулирования, вероятно, приведет к снижению уровней ГБЦД в такой сельхозпродукции, как искусственно выращенная (и дикая) рыба, молоко/молочные продукты и различные мясopодукты. В краткосрочной перспективе наиболее позитивное воздействие следует ожидать в отношении качества воздуха внутри помещений, где запрет позволит полностью ликвидировать или уменьшить содержание ГБЦД в пыли. Позитивным результатом этого стало бы сокращение воздействия на людей через продукты питания и пыль, особенно на детей, в организм которых, как показали исследования, попадает больше пыли, чем в организм взрослых. Также будет сокращено воздействие на работников предприятий, производящих огнеупорный ВПС, а также на работников производств, занимающихся рециркуляцией электротехнических и электронных устройств в развивающихся странах (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

87. Хотя информация о токсичности ГБЦД для человека крайне ограничена, ГБЦД может оказаться опасным для таких уязвимых категорий, как эмбрионы и младенцы (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2, RAC 2010), особенно в силу наблюдаемой нейроэндокринной токсичности и его воздействия на внутриутробное развитие, наблюдаемое у подопытных животных. Поэтапный отказ или ликвидация ГБЦД окажут также особо благоприятное воздействие на коренные народы Арктики, питающиеся в основном традиционными продуктами и поэтому подвергающиеся значительно большему риску воздействия, чем население других районов. Особая угроза, которую СОЗ представляют для арктических экосистем и коренного населения этого региона, признается в преамбуле Стокгольмской конвенции.

88. Поэтапный отказ от использования ГБЦД в изделиях и отходах имеет насущное значение для уменьшения воздействия на окружающую среду и дикую природу, воздействия на людей через загрязненную пищу и воду, а также прямого воздействия на работников через операции по утилизации или на полигонах по удалению отходов или же при открытом сжигании отходов, содержащих ГБЦД, в развивающихся странах (Malarvannan et al. 2009; Polder et al. 2008; Tue et al. 2010; Zhang et al. 2009).

89. Общая эффективность правил, требующих применения антипиренов, на противопожарную безопасность ставится под сомнение группой ученых, высказывающих тезис о том, что это может приводить к увеличению выбросов токсичных газов и сажи, которые являются основной причиной гибели или увечий людей при пожарах (ЕНР 2010). Горение материалов, содержащих ГБЦД или другие галогенированные антипирены, во время пожаров или сжигания содержащих антипирен отходов может повышать токсичность дымовых газов в результате увеличения выбросов монооксида углерода, кислотных газов, таких как бромистый водород и бромированных и хлорированных диоксинов и фуранов (Halogenated Flame Retardants 2010). Поэтому общее сокращение обработанных антипиреном материалов может вести к сокращению риска появления проблем со здоровьем у населения и пожарников, если противопожарную безопасность можно обеспечить иными средствами.

2.4.2 Биота (биоразнообразие)

90. Поэтапный отказ от ГБЦД имеет насущное значение для недопущения повышения его концентрации в дикой природе, уже подвергающейся риску. ГБЦД считается очень ядовитым для водных организмов. Существует риск неблагоприятных последствий для морских млекопитающих и рыб в непосредственной близости от точечных источников, а также в регионах с повышенным фоновым уровнем. Измеренные уровни концентрации в биоте превышают ПКНВ для вторичных последствий в 5 мг/кг св, установленную в оценке риска ГБЦД, произведенной ЕС (ЕС 2008). Был сделан вывод, что уровни концентрации в пернатых в европейских районах с повышенным фоновым уровнем или вблизи местных точечных источников находятся на пределе пороговых уровней вредного воздействия. Новые предварительные данные о воздействии ГБЦД на американскую пустельгу дают дальнейшие основания для беспокойства, так как свидетельствуют о риске для репродуктивной системы и развития также диких птиц в отдаленных районах (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2).

2.4.3 Экономические аспекты, включая издержки и выгоды для производителей и потребителей, а также распределение издержек и выгод

91. Для многих видов применения ГБЦД существуют экономически оправданные альтернативные материалы и методы. ВПС и ЭПС без антипиренов могут использоваться во многих видах применения и не сопряжены с более высокими издержками для изготовителя. В соответствии с рекомендациями производителей изоляционные панели из ВПС и ЭПС покрываются другими материалами в зданиях и сооружениях для улучшения теплоизоляционных качеств, а также огнестойкости, даже в тех случаях, когда они произведены с использованием антипиренов (KLIF 2011c, EUMEPS 2011b). На рынке в Скандинавии доминируют полистироловые панели без антипиренов. Это достигнуто за счет того, что правила пожарной безопасности не требуют применения антипирена, обеспечивая тот же самый уровень защиты другими средствами и в меньшей степени полагаясь на использование антипиренов (SWEREA 2010).

92. Затраты на поэтапный отказ от ГБЦД будут низкими для районов, где применение ГБЦД было по большей части свернуто или где они широко не применяются (например, в Скандинавии и большинстве развивающихся стран согласно материалам, представляемым в соответствии с приложением F, и данным о применении). В других регионах воздействие будет зависеть от наличия других антипиренов после отказа от ГБЦД. Более значительным такое воздействие будет на рынках с существенной долей производства и применения

обработанных ГБЦД изоляционных панелей из ВПС (особенно в Европе). Вследствие отсутствия в настоящее время альтернативных химических огнезащитных веществ для ВПС/ЭПС отказ от ГБЦД без спланированного по этапам переходного периода затронет производство огнеупорного ВПС/ЭПС во всех регионах. Вместе с тем, также имеется широкий набор альтернативных материалов и альтернативных технических решений для продукции, которую можно использовать вместо ВПС и ЭПС (таблица 3). На основе убедительных данных считается, что стоимостные издержки для производителей будут находиться в диапазоне от низких до умеренных, а переход на другие антипирены, альтернативные материалы и технические решения станет стимулом для некоторых производителей (KLIF 2010).

93. Для большинства развивающихся стран издержки, связанные с поэтапным отказом от видов использования ГБЦД, должны быть ограниченными, поскольку основная часть ГБЦД используется в Европе, США и Китае. Запрещение ГБЦД при отсутствии прямого химического заменителя может оказать негативное воздействие на промышленность по производству ВПС и ЭПС в Европе и на занятость в этом секторе (PlasticsEurope/Exiba 2011). Упомянутые угрозы включают в себя изменения в предложении стиролов и проблемы конкурентоспособности малых и средних предприятий. В США и Канаде запрет ГБЦД создаст проблемы, как минимум, для одного вида применения, в котором огнеупорный ЭПС является единственным материалом, рекомендованным и разрешенным строительными кодексами (XPSA/CPIA 2011). В скором времени ожидается появление на рынке и внедрение прямых химических заменителей ГБЦД в ВПС и ЭПС (DOW 2011; BASF 2011).

94. В нескольких странах применение ВПС и ЭПС без антипиренов вместо огнеупорных ВПС/ЭПС потребовало бы корректировки политики и внесения изменений в порядок соблюдения стандартов противопожарной безопасности. На это уйдет время, но издержки, как считается, будут умеренными. В ЕС уже осуществляются инициативы по гармонизации стандартов противопожарной безопасности, и ГБЦД входит в ориентировочный перечень веществ, применения которых следует избегать для защиты зданий и сооружений от пожаров. Это обстоятельство также было бы существенным стимулом для внесения изменений в правила противопожарной безопасности (KLIF 2010a).

95. Для прямых химических заменителей в связи с переходом от одного антипирена к другому необходимо учитывать два вида издержек (SWEREA 2010).

Расходы на переход, которые отражают издержки в связи с изменением состава вещества, другими словами – стоимость разработки или замены оборудования. От предприятий по изготовлению и переработке могут потребоваться инвестиции в новое оборудование для перехода на альтернативные антипирены. Такие издержки с трудом поддаются оценке и обычно включают в себя затраты на научные исследования и разработки, которые оказались безрезультатными и не привели к созданию эффективных альтернативных антипиренов. Речь идет об издержках, возникающих в начале жизненного цикла продукции.

Производственные издержки, которые отражают (общую) себестоимость антипирена. Кроме того, удельные производственные издержки могут быть различными для новых производственных этапов, необходимых для изготовления других антипиреновых добавок. По соображениям экономической целесообразности антипирены должны быть просты в изготовлении и обеспечивать необходимую затартоэффективность для соответствующих условий массового производства. Себестоимость сильно зависит от стоимости сырьевых материалов, но степень такой зависимости для разных антипиренов различна.

96. Если не будут внесены изменения в стандарты противопожарной безопасности (например, на основе характеристик готового изделия) и не будут разработаны методы, которые не требовали бы добавления химических антипиренов, промышленности по производству пенополистирола может понадобиться время, чтобы приспособиться к новым альтернативным антипиренам. Поэтому ограниченное по времени исключение для применения ГБЦД в пенополистироле позволило бы уменьшить экономические последствия. Вместе с тем нажим со стороны потребителей и национального законодательства уже заставляет производителей переходить на менее опасные антипирены (SWEREA 2010).

97. В соответствии со статьей 6 1) d) ii) удаление содержащих ГБЦД продуктов (ВПС, ЭПС, УППС, текстильные изделия) должно было бы осуществляться таким образом, чтобы содержащиеся в них СОЗ уничтожались или необратимо преобразовывались и не проявляли свойств СОЗ или удалялись иным экологически безопасным образом. Вместе с тем специализированное регулирование и удаление отходов, связанных с ГБЦД (здания и изделия), могло бы дорого стоить для развитых стран, доминирующих на мировом рынке потребления ГБЦД. Количество отходов, которое должно подлежать регулированию, зависит от времени,

которое займет поэтапный отказ от ГБЦД. В ЕС оценивается, что в период с 1988 по 2010 год было потреблено порядка 170 000 тонн ГБЦД, что к 2017 году (с учетом всех видов применения) составит порядка 23 млн. тонн отходов, содержащих ГБЦД⁷. Из них, согласно оценкам, менее одного миллиона тонн отходов было удалено к 2010 году и в 2050 году в секторе строительства и сноса зданий в ЕС будет необходимо ежегодно удалять свыше 5000 тонн ГБЦД (ЕС 2011). При сохранении нынешних показателей использования, 10 431 тонна ГБЦД ежегодно инкорпорируется в новые обработанные антипиреном изделия в ЕС и, как минимум, 28 000 тонн – во всем мире, и они поступят в поток отходов в будущем. Согласно материалам в соответствии с приложением F у развивающихся стран имеется лишь самая общая информация о количествах и видах применения ГБЦД в импортной продукции.

98. Меры по снижению выбросов и использование наилучших видов практики могут быть необходимы при производстве ГБЦД для потенциальных конкретных исключений и его использования в этих целях в интересах сокращения выбросов от них ГБЦД в окружающую среду. Стоимость программ сокращения выбросов, инициированных европейскими производителями ГБЦД и полистирола, очень сильно зависит от специализации компаний (BSEF 2011).

99. Для обработки обратной стороны текстильных изделий и УППС несколько альтернатив уже применяются, что говорит об их экономической обоснованности. Однако экономическая целесообразность систем вспучивающихся огнестойких покрытий была поставлена под сомнение промышленностью по производству ГБЦД. Общие дополнительные производственные издержки замены ГБЦД в УППС во всем ЭЭО оцениваются в пределах 1-10 млн. евро в год в случае замены ГБЦД другими бромированными антипиренами и 5-25 млн. евро в год в случае замены УППС/ГБЦД сополимерами с негалогенированными антипиренами. Такие издержки могут сокращаться с течением времени в результате расширения рынка сбыта для альтернативных веществ (DEPA 2010).

100. При контролируемом сжигании отходов и применении НИМ/НВПП ограничение выбросов других побочных продуктов горения также приводит к сокращению побочных выбросов ГБЦД и бромированных диоксинов и фуранов. В этой сфере дополнительных издержек не возникает.

101. Рыба, особенно хищная жирная рыба, находящаяся на высоких звеньях пищевой цепи, является важным источником воздействия на человека (Polder et al. 2008, Thomsen et al. 2003). Среди всех продуктов питания самая высокая концентрация ГБЦД (до 9,4 нг/г см) обнаружена в рыбе (Knutsen et al. 2008; Remberger et al. 2004; Allchin and Morris 2003). Поэтому поэтапный отказ от ГБЦД мог бы оказать положительное воздействие на рыбные промыслы и аквакультуру и, кроме того, в целом пойдет на благо потребителей. Рыбный промысел и аквакультура являются важной мировой отраслью, и загрязнение рыбы может нанести экономический ущерб этой отрасли.

2.4.4 Переход к устойчивому развитию

102. Контролирование рисков, порождаемых химическими веществами, составляет важную часть деятельности по построению устойчивого общества. Более глубокие знания о пожарах позволяют принимать более эффективные решения об обеспечении высокого уровня защиты от пожаров и от опасных веществ (КЕМІ 2006). Переход к экологически безопасным антипиренам или нехимическим альтернативам (альтернативным материалам/изменению самих продуктов) является более устойчивым подходом, поскольку он сопряжен с меньшим риском для здоровья человека и окружающей среды. Это будет также вести к меньшим издержкам для общества в долгосрочном плане и формированию "зеленой" экономики путем избежания расходов, связанных с опасными химическими веществами (расходов на управление отходами, ухудшения состояния здоровья, расходов на восстановление загрязненных участков и т.д.), и созданию для промышленности стимулов перехода на устойчивые производство и потребление. Уже осуществляются совместные инициативы властей и промышленности, направленные на переход к более устойчивому использованию антипиренов. "Green Flame™" ("Зеленое пламя") представляет собой систему добровольной оценки качества изделий на предмет воздействия на окружающую среду и здоровье человека в случае пожаров (www.sp.se/en/index/services/greenflame). Система открыта для самой различной продукции и стимулирует изготовителей при создании товаров руководствоваться более высокими стандартами, чем те, которые к ним предъявляются. Цель системы "Green Flame™"

⁷ При оценке предполагалось, что потребление будет постоянно сокращаться с 2013 года до 2017 года, в котором оно сойдет на нет.

заключается в предоставлении конкурентных преимуществ компаниям, которые обладают необходимыми знаниями и полны решимости внедрять потребительские товары, которые существенно повышали бы противопожарную безопасность и экологичность продукции.

2.5 Другие соображения

103. Агентство Соединенных Штатов Америки по охране окружающей среды (USEPA) создало широкое партнерство для изучения воздействия на здоровье человека и окружающую среду вероятных и более безопасных альтернатив ГБЦД. Кроме того, в рамках Комплексной информационной системы оценки рисков (IRIS) этого Агентства в настоящее время готовится Токсикологический обзор ГБЦД.

<http://www.epa.gov/dfepubs/projects/hbcd/index.htm>

<http://www.epa.gov/iris/index.html>

104. Европейская комиссия выделила финансирование для проекта, в рамках которого исследуются прототипы, которые могли бы использоваться для замены конкретных бромированных антипиренов. Хотя ГБЦД в этот проект не включен, цель заключается в составлении исчерпывающего ряда данных о производстве и применении, экологической безопасности и оценке с позиций жизненного цикла всех альтернативных антипиренов (АП).

<http://www.enfiro.com/index.html>

105. Добровольные действия промышленности по сокращению выбросов ГБЦД в Европе описываются в:

<http://www.bsef.com/our-substances/hbcd/voluntary-emissions-reduction-programme-vecap-and-secure> <http://www.vecap.info/>

106. Общеввропейский мониторинг бромированного антипирена ГБЦД в рыбе, яйцах птиц и взвешенном дисперсном веществе (ВДВ) в период 2007-2016 годов исследовательской группой Франкоферского института молекулярной биологии и прикладной экологии, Трирского университета и Свободного университета Берлина. Проект спонсируется Рабочей группой промышленности по ГБЦД, отраслевой группой Европейского совета химической промышленности (СЕФИК).

http://www.ime.fraunhofer.de/fhg/Images/summary_environmental_ГБЦД_monitoring_in_Eu_гоpean_fish_new_tcm279-177322.pdf

107. Мониторинговая информация по ГБЦД получена из Европы, Северной Америки и Азии. Для отслеживания эффективности потенциальных действий ГБЦД следует включить в рамки проводимой работы по мониторингу СОЗ.

3. Обобщение информации

3.1 Резюме информации, содержащейся в характеристике рисков

108. Технический бромированный антипирен гексабромциклододекан (ГБЦД) – это липофильное вещество, имеющее высокое химическое родство с твердыми частицами и низкую растворимость в воде. В зависимости от производителя и используемой технологии производства, технический ГБЦД состоит из 70-95 процентов γ -ГБЦД и 3-30 процентов α - и β -ГБЦД.

109. Было установлено, что в биоте происходит биоконцентрация, биоаккумуляция и биоусиление ГБЦД на высших трофических уровнях. Высокая концентрация ГБЦД была обнаружена в Европе и Японии и в прибрежных водах Южного Китая, вблизи мест производства ГБЦД, мест изготовления продуктов, содержащих ГБЦД, и мест хранения отходов, включая те, где производится либо утилизация, либо захоронение, либо сжигание отходов.

110. ГБЦД долго сохраняется в атмосфере и может переноситься на большие расстояния. Как показывают исследования, широко распространен ГБЦД и в отдаленных регионах, таких как Арктика, где наблюдается повышенная концентрация этого вещества в атмосфере и организме высших хищников.

111. Существует риск неблагоприятных последствий для морских млекопитающих и рыб в непосредственной близости от точечных источников, а также в регионах с повышенным фоновым уровнем. Измеренные уровни концентрации в биоте превышают ПКНВ для вторичных последствий в 5 мг/кг св, установленную в оценке риска ГБЦД, произведенной ЕС (European Commission 2008). Был сделан вывод, что уровни концентрации в пернатых в европейских районах с повышенным фоновым уровнем или вблизи местных точечных источников находятся на пределе пороговых уровней вредного воздействия.

112. Данные лабораторных исследований японского перепела и американской пустельги показывают, что ГБЦД при экологически значимых дозах может вызвать истончение яичной скорлупы, уменьшение яйценоскости, снижение качества яйца и ухудшение физического состояния вылупившихся птенцов. ГБЦД также крайне токсичен для водных организмов. Согласно исследованиям у млекопитающих происходят изменения репродуктивного цикла, развития и поведения. Последние достижения в изучении токсичности ГБЦД позволяют глубже понять потенциальную способность ГБЦД изменять гипоталамо-гипофизарно-тиреоидную (ГГТ) систему, нарушать нормальное развитие и влиять на центральную нервную систему.

113. Проведенные исследования показывают, что ГБЦД хорошо поглощается в желудочно-кишечном тракте грызунов. У людей ГБЦД обнаруживается в крови, плазме и жировой ткани. Данные исследований человеческого грудного молока, проводившихся с 1970-х годов по 2000 год, показывают, что уровни ГБЦД выросли. Концентрации ГБЦД в человеческом молоке, по-видимому, отражают объемы ГБЦД, реализуемые на рынке.

3.2 Резюме информации, содержащейся в оценке регулирования рисков

114. ГБЦД производится в Европе, Китае, США и Японии. Известное текущее производство составляет приблизительно 28 000 тонн в год. Основная доля этого вещества, поступающая на рынок, используется в Европе и Китае.

115. ГБЦД продается на мировом рынке с 1960-х годов. ГБЦД используется в качестве огнеупорной добавки, призванной замедлить возгорание и последующее распространение огня, в течение срока эксплуатации транспортных средств, зданий или изделий, а также обеспечить защиту от огня при складском хранении. Основным видом применения ГБЦД во всем мире является производство огнеупорного пенополистирола на основе вспененного (ВПС) и экструзионного (ЭПС) полистирола для теплоизоляции и строительства, наряду с менее широким применением в текстильных изделиях и электротехнических и электронных устройствах (УППС). В текстильных изделиях ГБЦД используется в качестве покрытия обратной стороны обивочных материалов мягкой мебели и другого интерьерного текстиля, в том числе в салонах автомобилей.

116. Многие страны уже ограничили использование ГБЦД или находятся в процессе оценки связанных с ним рисков. Существует ряд альтернативных антипиренов для замены ГБЦД в УППС и для обработки обратной стороны текстильных изделий. О создании химиката под названием "Эмеральд-3000", который является альтернативой ВПС и ЭПС, было объявлено в 2011 году; в 2012 году ожидается начало его коммерческого производства. Однако предполагается, что переход всей промышленности на использование альтернативного антипирена займет несколько лет, так как это потребует оптимизации производственных процессов и продуктов и получение новых сертификатов на продукты, выпускаемых широким кругом предприятий.

117. В одних странах необходимость применения огнеупорных изоляционных материалов обусловлена действующими требованиями противопожарной безопасности. В других странах от применения ГБЦД уже полностью отказались. В таких странах нормы противопожарной безопасности не предусматривают обработки материалов антипиреном, и тот же самый уровень противопожарной безопасности достигается при помощи других технически обоснованных и коммерчески доступных методов.

118. На рынке также существуют технически осуществимые и коммерчески доступные альтернативы ГБЦД. Такие альтернативы включают в себя замену антипирена, замену связывающего агента/материала и конструкционное изменение самого изделия.

119. ГБЦД может поступать в воздух, воду, почву и седимент на всех стадиях своего жизненного цикла, включая производство и изготовление, обработку, транспортировку, использование, перевалку, хранение или улавливание, а также при удалении веществ или изделий, в состав которых входит это вещество. Такие выбросы могут происходить из точечных источников или могут быть диффузными при использовании готовой продукции. В ЕС выбросы ГБЦД в окружающую среду при изготовлении или приготовлении, а также при эксплуатации готовой продукции, по оценкам, невелики. Основную долю выбросов в отходные или поверхностные воды в процессе эксплуатации изделий составляют выбросы из текстильных изделий. Однако оценкам выбросов в процессе эксплуатации потребителями присуща высокая степень неопределенности.

120. Содержащие ГБЦД отходы вызывают озабоченность по причине того, что такие отходы на свалках и в других местах могут быть долгосрочным источником выбросов ГБЦД в

окружающую среду. В случае включения в Конвенцию запасы и отходы, содержащие ГБЦД, будут подлежать действию положений статьи 6 и, должны будут регулироваться экологически обоснованным образом. Отходы ГБЦД включают в себя отходы производства, изоляционные панели в отходах, строительный и ремонтный мусор и отходы других, менее распространенных видов применения, включая электротехнические и электронные устройства и текстильные изделия. Процесс перестройки и сноса зданий порождает обеспокоенность по поводу того, что выбросы ГБЦД из смонтированных строительных изделий продолжатся в будущем при отсутствии мер по надлежащему регулированию этих отходов со стороны будущих поколений. Объемы попадающих в отходы материалов в перспективе будут расти из-за продолжающегося сегодня использования ГБЦД.

121. Продукты и изделия, содержащие ГБЦД, широко рециркулируются при попадании в поток отходов. Это может вести к загрязнению ГБЦД продуктов, которые с трудом поддаются идентификации. В развивающихся странах электротехнические и электронные приборы, содержащие ГБЦД и другие токсичные вещества, зачастую утилизируются в условиях, способствующих относительно более высоким объемам выброса ГБЦД в окружающую среду и загрязнению территории (Zhang et al. 2009), а также воздействию на работников (Tue et al. 2010). Изделия, содержащие ГБЦД, и электронные отходы широко удаляются на открытые свалки и места сжигания (Malarvannan et al. 2009; Polder et al 2008).

122. Одним из способов удаления отходов, содержащих ГБЦД, является открытое сжигание. В случае неконтролируемого горения (пожара) и при совместном сжигании при низких температурах или в неисправных печах существует риск образования полибромированных диоксинов (ПБДД) и фуранов (ПБДФ) (ЕСНА 2009). В настоящее время во многих странах грунтовое захоронение является наиболее распространенным методом удаления отходов, приводя к накоплению содержащих ГБЦД отходов на свалках.

3.3 Предлагаемые меры по регулированию рисков

123. В качестве меры регулирования предлагается включить ГБЦД в Конвенцию. Чтобы некоторые ограниченные во времени важнейшие виды применения ГБЦД могли продолжаться, можно было бы предусмотреть конкретное исключение в отношении использования ГБЦД в ВПС/ЭПС вместе с описанием условий для производства и для таких видов применения. Такое включение по сути положило бы конец применению ГБЦД в качестве антипирена в текстильных изделиях с высоким уровнем выбросов и в УППС, для которых существует широкий набор альтернатив, и в ВПС/ЭПС, где постепенно внедряются химические заменители, требующие минимальных изменений в системе. Для обеспечения бесперебойного перехода на химический заменитель огнеупорных ВПС и ЭПС, безусловно, еще нужно время для проведения его испытаний, проверки результатов, классификации, корректировки производственных мощностей и коммерциализации. Пройдет несколько лет, прежде чем достаточный объем альтернатив ГБЦД, удовлетворяющих потребностям рынка, станет доступным в коммерческих масштабах.

124. Включение ГБЦД в Конвенцию стало бы отражением того, что это преднамеренно производимое вещество обладает свойствами СОЗ, и послало бы четкий сигнал по поводу необходимости поэтапного отказа от производства и использования ГБЦД. Такое включение может иметь последствия для стран в свете текущих видов использования, для которых необходимо поэтапно внедрять альтернативные вещества или альтернативные методы.

125. На содержащие ГБЦД запасы и отходы распространялось бы действие положений статьи 6.

4. Заключение

126. Приняв решение о том, что гексабромциклододекан (ГБЦД) в результате его переноса в окружающей среде на большие расстояния может вызывать серьезные неблагоприятные последствия для здоровья человека и/или окружающей среды, которые потребуют глобальных действий;

127. Подготовив оценку регулирования рисков и рассмотрев варианты регулирования;

128. Комитет по рассмотрению стойких органических загрязнителей рекомендует Конференции Сторон Стокгольмской конвенции в соответствии с пунктом 9 статьи 8 Конвенции рассмотреть вопрос о включении гексабромциклододекана и

1,2,5,6,9,10-гексабромциклододекана⁸ в Стокгольмскую конвенцию и о разработке надлежащих мер регулирования в его отношении.

⁸ "Гексабромциклододекан" означает гексабромциклододекан (КАС No.: 25637-99-4), 1,2,5,6,9,10-гексабромциклододекан (КАС No.: 3194-55-6) и его основные диастереомеры: альфа-гексабромциклододекан (КАС No.: 134237-50-6); бета-гексабромциклододекан (КАС No.: 134237-51-7); и гамма-гексабромциклододекан (КАС No.: 134237-52-8).

Источники

Формы представления информации в рамках статьи 8 Стокгольмской конвенции, приведенные в приложении F к Конвенции, опубликованы на веб-сайте Стокгольмской конвенции: www.pops.int/poprc

Бразилия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Бурунди 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Канада 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Колумбия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, март 2011 года.

Китай 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Коста-Рика 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Чешская Республика 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Эквадор 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Финляндия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011.

Германия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Япония 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, март 2011 года.

Нигерия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Норвегия 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Маврикий 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Румыния 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Швеция 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

[BSEF] 2011. Научно-экологический форум по бром (BSEF). Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

PlasticsEurope/Exiba 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Институт окружающей среды (ИМА) Бразилии 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

[XPSA/CPIA] Ассоциация производителей экструзионного пенополистерола (XPSA) и Канадская ассоциация промышленности по производству пластмасс (CPIA). Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

[IPEN] Международная сеть по ликвидации CO₂ 2011. Форма представления в соответствии со статьей 8 Стокгольмской конвенции информации, указанной в приложении F, январь 2011 года.

Другие источники:

[Aabye, R, Frydenlund, T.E.] 40 years of experience with the use of EPS Geofam blocks in road construction. Presentation by Norwegian Public Road Administration and Geo Con at 4th International Conference on Geofam Blocks in Construction Applications. Lillestrøm, 6–8 June 2011.

Abdallah MA, Harrad S. Personal exposure to HBCDs and its degradation products via ingestion of indoor dust. *Environ Int.* 2009;35(6):870-6.

Abdallah MA, Harrad S, Covaci A. Hexabromocyclododecanes and tetrabromobisphenol- A in indoor air and dust in Birmingham, U.K: implications for human exposure. *Environ Sci Technol.* 2008a;42(18):6855-61.

Abdallah MAE, Harrad S, Ibarra C, Diamond M, Melymuk L, Robson M, Covaci A. Hexabromocyclododecanes in indoor dust from Canada, the United Kingdom, and the United States. *Environ Sci Technol.* 2008b;42(2):459-64

Allchin CR, Morris S. Hexabromocyclododecane (HBCD) diastereoisomers and brominated diphenyl ether congener (BDE) residues in edible fish from the rivers Skerne and Tees, U.K. *Organohalogen Compd.* 2003, 61, 41-44.

[APME] Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME), European Extruded Polystyrene Insulation Board Association (Exiba), European Isocyanate Producers Association (Isopa) (no date). Co-combustion of Building Insulation Foams with Municipal Solida Waste. Summary report. Authors: Vehlow, J., Mark, F.E. 4 p.

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2004. Synthetic vitreous fibers. Division of Toxicology ToxFAQs. <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts161.pdf>

[BASF] 2011. BASF supports new polymeric flame retardant. Press release 5 April 2011. 3 p. <http://www.basf.com/group/pressrelease/P-11-230>

[BFR] 2010. Brominated Flame Retardants in Products: Results of the Swiss Market Survey 2008. Authors: Bantelmann, E., Ammann, A., Näf, U., Tremp, J. Abstract at BFR 2010 conference. 4 p.

[BFRIP] Brominated Flame Retardant Industry Panel 2005. HPV Data Summary and Test Plan for Hexabromocyclododecane (HBCD). CAS No.3194556. <http://www.epa.gov/hpv/pubs/summaries/cyclodod/c13459rt.pdf>

[BSEF] Bromine Science and Environmental Forum. About Hexabromocyclododecane (HBCD). 2006. <http://www.bsef.com/our-substances/hbcd/about-hbcd/> (accessed January 2008).

[BSEF] Bromine Science and Environmental Forum. About Hexabromocyclododecane (HBCD). 2010. <http://www.bsef.com/our-substances/hbcd/about-hbcd/> (accessed June 2010).

[BUWAL] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft 2004. Bromierte Flammenschutzmittel in Kunststoffprodukten des Schweizer Marktes. Authors: Kuhn, E., Arnet, R., Känzig, A. and Frey, T. 53 p.

[CEFIC/EFRA] European Chemical Industry Council. European Flame Retardants Association 2006. Flame Retardants Fact Sheet. Hexabromocyclododecane (HBCD). 3 p. <http://www.cefic-efra.com/Objects/2/Files/HBCDFactsheet.pdf>

[CEFIC/EFRA] European Chemical Industry Council. European Flame Retardants Association. Flame Retardants Fact Sheet. Ammonium Polyphosphate (APP). 4 p. <http://www.cefic-efra.com/Objects/2/Files/APPFactSheet.pdf>

[DEPA] Danish Environmental Protection Agency 2010. Inclusion of HBCDD, DEHP, BBP, DBP and additive use of TBBPA in annex IV of the Commission's recast proposal of the RoHS Directive, COWI A/S. Danish Ministry of Environment, Environmental Project No. 13172010. Authors Maag J, Brandt K, Mikkelsen S, Lassen C. 87 p.

[DIOXIN] 2010a. PBDEs and their replacements: Does the benefit justify the harm? Dioxin 2010, 1-6. Authors: Blum, A., Shaw, S. & Birnbaum, L.

[DIOXIN] 2010b. PBDE, HBCD and other non-PBDE flame retardants in car dust sampled in the Czech Republic in 2009. Dioxin 2010. Authors: Stavelova M, Kalachova K, Pulkrabova J, Hradkova P, Kovar M, Demnerova K, Hajslova J.

- Desmet K, Schelfaut M, Sandra P. 2005. Determination of bromophenols as dioxin precursors in combustion gases of fire retarded extruded polystyrene by sorptive sampling-capillary gas chromatography-mass spectrometry. J Chromatogr., A 1071(1 2):125–129.**
- [DOW] DOW Chemicals 2011. Dow Announces Development of a New Polymeric Flame Retardant Technology for Polystyrene Foam Building Insulation Products. Press release 29 March, 2011. Available at <http://www.dow.com/news/corporate/2011/20110329b.htm>**
- Dumler R, Thoma H, Lenoir D, Hutzinger O. 1989. PBDF and PBDD from the combustion of bromine containing flame retarded polymers: a survey. Chemosphere 19(12):2023–2031.**
- [EC] European Commission 2002. Risk Assessment Report Volume 17 Bis(Pentabromophenyl)Ether CAS No: 1163-19-5 Einesc No: 214-604-9 Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities. 294 p.
http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/REPORT/decabromodiphenyletherreport013.pdf
- [EC] European Commission. Risk assessment hexabromocyclododecane, CAS-No.: 25637-99-4, EINECS No.: 247-148-4, Final Report May 2008. 492 pp. http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/hbcddreport044.pdf**
- [EC] European Commission. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. FINAL REPORT 25 March 2011 (Update 13 April 2011). 841 p.
http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2011.pdf
- [ECB] European Chemicals Bureau 2008. TRIS(2-CHLORO-1-METHYLETHYL) PHOSPHATE (TCPP). CAS No: 13674-84-5; EINECS No: 237-158-7; Summary Risk Assessment Report. Ireland (lead) and United Kingdom. 20 p. <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/risk-assessment/SUMMARY/tcppsum425.pdf>**
- [ECHA] (European Chemicals Agency) 2008. Member state committee support document for identification of hexabromocyclododecane and all major diastereoisomers as a substance of very high concern. 43 pp. Available at: http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp**
- [ECHA] European Chemicals Agency 2009. Data on Manufacture, Import, Export Uses and Releases of HBCDD as well as Information on Potential Alternatives to Its Use. December 1, 2009. http://echa.europa.eu/doc/consultations/recommendations/tech_reports/tech_rep_hbcdd.pdf**
- [EHP] San Antonio statement on brominated and chlorinated flame retardants, Environ Health Perspect 118:516 – 518 (2010). Authors: DiGangi J, Blum A, Bergman A, de Wit CA, Lucas D, Mortimer D, Schecter A, Scheringer M, Shaw SD, Webster TF (2010)**
- [EMPA] Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology 2010. RoHS substances in mixed plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment. Final Report September 17, 2010. Authors: Wäger, P., Schlupe, M. and Müller, E. 99 p.**
- [Environment Canada]. Draft Screening Assessment Cyclododecane, 1,2,5,6,9,10-hexabromo-Chemical Abstracts Service Registry Number 3194-55-6. Environment Canada. Health Canada. August 2010a. 114 p.**
- [Environment Canada]. Risk Management Scope for Cyclododecane, 1,2,5,6,9,10 – hexabromo-(Hexabromocyclododecane; HBCD). Environment Canada. Health Canada. August 2010b. 12 p.
- [EPS 2011] 4th International Conference on Geofoam Blocks in Construction Applications.
http://www.tekna.no/portal/page/portal/tekna/event?p_kp_id=20775&p_backurl=http://www.tekna.no/portal/page/portal/tekna/event&p_action=PREVIEW
- [EUMEPS] European Manufacturers of Expanded Polystyrene 2002. Building a Better Environment with EPS. <http://www.eumeps.org/show.php?ID=4469&psid=xwctaave> (Accessed May 2011). 6 p.**
- [EUMEPS] European Manufacturers of Expanded Polystyrene 2011. Fire Safe Construction with EPS.
<http://www.eumeps.org/show.php?ID=4530&psid=xwctaave> (Accessed May 2011). 18 p.
- [Geopartner] GEO Partner AG Resource Management 2007. Dynamic Substance Flow Analysis Model for Selected Brominated Flame Retardants as a Base for Decision Making on Risk**

- Reduction Measures (FABRO). Final report. Authors: Morf, L., Buser, A., Taverna, R. 165 p.**
- Goosey E, Abdallah M, Harrad S. Dust from Primary School and Nursery Classrooms in the UK: Its Significance as a Pathway of Exposure for Young Children to PFOS, PFOA, HBCDs and TBBP-A. *Organohalogen Compd.* 2008; 70: 855-858.**
- [Halogenated flame retardants] 2010. Do the fire safety benefits justify the risks? Authors: Shaw SD, Blum A, Weber R, Kurunthachalam K, Rich D, Lucas D, Koshland CP, Dobraca D, Hanson S, Birnbaum L. *Reviews on Environ Health* 25:261 - 305**
- Harrad, S. & Abou-Elwafa Abdallah, M. Brominated flame retardants in dust from UK cars-within-vehicle spatial variability, evidence for degradation and exposure implications. *Chemosphere* 2011;82(9):1240-5**
- [HBCD Industry Working Group]. Update on research programmes on alternatives to HBCD for polystyrene insulation foams. Submission to ECHA public consultation (2009) and to UNECE (February 2010) 7 p.**
- Heeb NV, Schweizer WB, Kohler M and Gerecke AC. Structure elucidation of hexabromocyclododecanes - a class of compounds with a complex stereochemistry. *Chemosphere* 2005; 61: 65-73.**
- Heeb NV, Schweizer WB, and Lienemann P. Thermally-induced transformation of hexabromocyclododecane and isobutoxypenta bromocyclododecanes in flame-proofed polystyrene materials. *Chemosphere* 2010; 80(7):701-708.
- [HSDB] Hazardous Substances Data Bank. Comprehensive, peer-reviewed toxicology data for about 5,000 chemicals. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB> Accessed in June 2011.**
- [INE-SEMARNAT] Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Las sustancias tóxicas persistentes en Mexico. Report. Authors: Bremauntz AF, Yarto Ramírez MY, Díaz JC. 2004, 261 pp.**
- Kajiwaru N, Sueoka M, Ohiwa T, Takigami H. Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles. *Chemosphere*. 2009;74(11):1485-9.
- [KEMI] Swedish Chemicals Agency 2006. Survey and technical assessment of alternatives to TBBPA and HBCDD. Author: Posner, S. 43 p. http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/PM/PM1_06.pdf**
- [KEMI] Swedish Chemicals Agency 2008. Proposal for Harmonised Classification and Labelling Based on the CLP Regulation (EC) No 1272/2008, Annex VI, Part 2. Substance Name: Hexabromocyclododecan. Dossier submitted to the European Commission 2009; 49 pp.**
- [KLIF] Climate and Pollution Agency in Norway 2011a. Exploration of management options for Hexabromocyclododecane (HBCD). 18 August 2010 (updated version). Author: Posner, S., Säll, L. 45 p. <http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2011/Mai/Report-to-the-8th-meeting-of-the-UNECE-Task-Force-on-Persistent-Organic-Pollutants-Montreal-18-20-May-2010-updated-18-August-2010/>**
- [KLIF] Climate and Pollution Agency in Norway. 2011b. Assessment of the consumption of HBCDD in EPS and XPS in conjunction with national fire requirements. Authors: Posner, S., Blomqvist, P., Simonson McNamee, M., Thureson, P. 75 p. <http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2011/Mai/Assessment-of-the-consumption-of-HBCDD-in-EPS-and-XPS-in-conjunction-with-national-fire-requirements/>**
- [KLIF] Climate and pollution agency in Norway 2011c. Alternatives to the use of flame retarded EPS in buildings. A report by COWI AS Denmark. Authors: Lasses, C., Maag, J., Hoibye, L., Vesterlykke, M., Lundegaard, T. 97 p.
- Knutsen HK, Kvalem HE, Thomsen C, Frøshaug M, Haugen M, Becher G, Alexander J, Meltzer HM. Dietary exposure to brominated flame retardants correlates with male blood levels in a selected group of Norwegians with a wide range of seafood consumption. *Mol Nutr Food Res*. 2008;52(2):217-27.
- Leung, A.O.W., Chan, J.K.Y., Hua Xing, G., Xu, Y., Chun Wu, S., Wong, C.K.C, Leung, C.K.M., Wong, M.H, Body burdens of polybrominated diphenyl ethers in childbearing-**

aged women at an intensive electronic-waste recycling site in China. *Environ Sci Pollut Res* (2010) 17:1300–1313

[LCSP] Lowell Center For Sustainable Production. **An Overview of Alternatives to Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and Hexabromocyclododecane (HBCD). Report prepared for The Jennifer Altman Foundation. University of Massachusetts , 2006. Author: Morose G. 32 pp.**

Managaki S, Miyake Y, Yokoyama Y, Hondo H, Masunaga S, Nakai S, Kobayashi T, Kameya T, Kimura A, Nakarai T, Oka Y, Otani H and Miyake A. Emission load of hexabromocyclododecane in Japan based on the substance flow analysis. 2009.

http://risk.kan.ynu.ac.jp/publish/managaki/managaki200908_1.pdf

Malarvannan, G., Kunisue, T., Isobe, T., Sudaryanto, A., Takahashi, S., Prudente, M., Subramanian, A. & Tanabe, S. 2009. Organohalogen compounds in human breast milk from mothers living in Payatas and Malate, the Philippines: levels, accumulation kinetics and infant health risk. *Environ Pollut*, 157, 1924-32.

Miyake Y, Managaki S, Yokoyama Y, Nakai S, Kataoka T, Nagasawa E, Shimojima M, Masunaga S, Hondo H, Kobayashi T, Kameya T, Kimura A, Nakarai T, Oka Y, Otani H and Miyake A. Exposure to hexabromocyclododecane (HBCD) emitted into indoor air by drawing flameretarded curtain.

http://risk.kan.ynu.ac.jp/publish/masunaga/masunaga200908_3.pdf

Morf L, Buser A, Taverna R, Bader HP, Scheidegger R. Dynamic substance flow analysis as a valuable tool - a case study for brominated flame retardants as an example of potential endocrine disruptors. 2008: 62(5):424-431

[NCM] Nordic Council of Ministers 2004. Emission measurements during incineration of waste containing bromine TemaNord. Nordic Council of Ministers 2004:529 0903-7004
Corporate Author: Nordic Council of Ministers. 55 p.

[NCM] Nordic Council of Ministers 2008. Hexabromocyclododecane as a possible global POP. Nordic Chemicals Group and Nordic Council of Ministers, Author: Peltola-Thies J. 2008, 91 pp. <http://www.norden.org/en/publications/publications/2008-520>

[OECD] Organization for Economic Co-operation and Development. SIDS Initial Assessment Profile for Cas. No. 25637-99-4, 3194-55-6, Hexabromocyclododecane (HBCDD). SIAM 24, 19-20 April 2007. Available from:
<http://webnet.oecd.org/Hpv/UI/handler.axd?id=ea58ac11-e090-4b24-b281-200ae351686c>

Polder, A., Venter, B., Skaare, J. U. & Bouwman, H. 2008. Polybrominated diphenyl ethers and HBCD in bird eggs of South Africa. *Chemosphere*, 73, 148-154.

[RAC] Committee for Risk Assessment RAC. Opinion proposing harmonised classification and labeling at Community level of hexabromocyclododecane (HBCDD). European Chemicals Agency (ECHA), 2010

[RAC] Committee for Risk Assessment RAC. **Annex 1. Background Document to the Opinion proposing harmonized classification and labelling at Community level of Hexabromocyclododecane (HBCDD). European Chemicals Agency (ECHA), 2010.**

Remberger M, Sternbeck J, Palm A, Kaj L, Strömberg K, Brorström-Lundén E. The environmental occurrence of hexabromocyclododecane in Sweden. Chemosphere. 2004;54(1):9-21

Shuler D, Jager J (2004) Formation of chlorinated and brominated dioxins and other organohalogen compounds at the pilot incineration plant VERONA, Chemosphere 54:49 – 59

Stapleton HM, Allen JG, Kelly SM, Konstantinov A, Klosterhaus S, Watkins D, McClean MD, Webster TF. Alternate and new brominated flame retardants detected in U.S. house dust. Environ Sci Technol. 2008;42(18):6910-6.

[Stec A & Hull R.] Fire toxicity. Woodhead publishing Limited, Oxford. 728 p. ISBN 1 84569 502 X

Stuart H, Ibarra C, Abdallah MA, Boon R, Neels H, Covaci A. Concentrations of brominated flame retardants in dust from United Kingdom cars, homes, and offices: Causes of variability and implications for human exposure. *Environ Int*. 2008;34(8):1170-5.

- [SWEREA] Exploration of management options for HBCDD. Report. Authors: Posner S, Roos S, Olsson E. 2010. 84 pp.
- Takigami H, Suzuki G, Hirai Y, Ishikawa Y, Sunami M, Sakai S. Flame retardants in indoor dust and air of a hotel in Japan. *Environ Int.* 2009a;35(4):688-93.
- Takigami H, Suzuki G, Hirai Y, Sakai S. Brominated flame retardants and other polyhalogenated compounds in indoor air and dust from two houses in Japan. *Chemosphere.* 2009b ;76(2):270-7.
- Thomsen C, Frøshaug M, Leknes H and Becher G. Brominated flame retardants in breast milk from Norway. *Organohalogen compounds* 2003; 64:
- Tue, N. M., Sudaryanto, A., Tu, B. M., Isobe, T., Takahashi, S., Pham H. V. & Tanabe, S. 2010. Accumulation of polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants in breast milk from women living in Vietnamese e-waste recycling sites. *Science of The Total Environment*, 408, 2155-2162.
- [USDOE] US Department of Energy. Insulation and Air Sealing. Accessed June 2011. http://www.energysavers.gov/your_home/insulation_airsealing/index.cfm/mytopic=11510
- [US EPA] US Environmental Protection Agency. Initial Risk-Based Prioritization of High Production Volume Chemicals. Chemical/Category: Hexabromocyclododecane (HBCD). Risk-Based Prioritization Document 3/18/2008
- [US EPA] US Environmental Protection Agency. Hexabromocyclododecane (HBCD) Action Plan. 12 p. http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/RIN2070-AZ10_HBCD%20action%20plan_Final_2010-08-09.pdf
- [VECAP] Voluntary Emissions Control Action Programme 2011. Annual Progress Report 2010. European Flame Retardants Association (EFRA), the Bromine Science and Environmental Forum (BSEF). 22 p. www.vecap.info
- [VISTA] Vista Analyse AS. Kostnader og konsekvenser av utfasing av stoffer og stoffgrupper m.v. Vista Analyse Rapport 2010/09. Author: Skjelvik, J.M.. 42 p. <http://www.miljogift.no/Portals/0/Sluttrapport%20-%20Kostnader%20og%20konsekvenser%20av%20utvalgte%20tiltak.pdf>
- [Vogdt] F.U. Planung, Konstruktion, Ausführung, Kapitel 15: Umwelt und Gesundheit. Kalksandstein – Umwelt und Gesundheit. Januar 2009.
- Weber R, Kuch B. 2003. Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. *Environment International* 29: 699 -710.
- Weil E.D., Levchik, S.V.. Flame Retardants in Commercial Use or Development for Textiles. *Journal of Fire Sciences* May 2008 vol. 26 no. 3 243-281
- Weil E.D., Levchik, S.V.. Flame Retardants for Plastics and Textiles. Practical Applications. Hanser Publications. Munich. 2009. ISBN 978-1-56990-454-1. 297 p.
- Zhang, X. L., Yang, F. X., Luo, C. H., Wen, S., Zhang, X. & Xu, Y. 2009. Bioaccumulative characteristics of hexabromocyclododecanes in freshwater species from an electronic waste recycling area in China. *Chemosphere*, 76, 1572-1578.