

Т.И. Кухарчик, доц., д-р геогр. наук;
М.И. Козыренко, к-т. геогр. наук; В.Д. Чернюк
Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОМУ ОБРАЩЕНИЮ С ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ, ДОПОЛНИТЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫМИ В СТОКГОЛЬМСКУЮ КОНВЕНЦИЮ О СОЗ

Эффективность регулирования опасных химических веществ, включенных в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ, а также выполнение принятых международных обязательств по конвенции зависит не только от полноты и точности информационной базы, но и научно-методического и нормативного технического обеспечения.

При постановке задания 2.1.8 «Разработать мероприятия по предотвращению поступления химических веществ, дополнительно включенных в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ, в окружающую среду; подготовить национальные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух для представления в ЕЭК ООН» во внимание принималась необходимость регулирования двух веществ, включенных в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ: гексабромциклододекан (2013 г.) и декабромдифенилового эфира (2018 г.). Это связано с продолжающимся поступлением в Беларусь полистирола вспенивающегося, при производстве которого широко применялся и применяется гексабромциклододекан (ГБЦД), а также значительными объемами полимерных отходов, потенциально содержащих декабромдифениловый эфир, и возможностью их поступления на вторичную переработку.

Исходными данными для выполнения НИР явились международные руководства, касающиеся экологически безопасного обращения с отходами, содержащими СОЗ, данные официальной статистики, справочная и производственно-техническая информация, результаты запросов в государственные органы управления и на предприятия; учтен опыт зарубежных стран в области обращения с «новыми» СОЗ.

В ходе выполнения задания разработаны:

- рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими гексабромциклододекан;
- рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими декабромдифениловый эфир.

Рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими гексабромциклододекан.

Гексабромциклододекан (ГБЦД) – антипирен, предназначенный для придания негорючих свойств материалам из полистирола, в меньшей степени – тканям и другим изделиям. ГБЦД начал производиться в конце 1960-х гг., и его производство продолжается в настоящее время.

Приоритетной сферой применения ГБЦД является его использование в качестве антипирена при производстве пеноматериалов из вспенивающегося и экструдированного полистирола, предназначенных для теплоизоляции промышленных и жилых зданий (свыше 90 % общего объема ГБЦД). Выделяются следующие виды изделий из полистирола, содержащие ГБЦД: вспенивающийся полистирол; экструдированный полистирол; ударопрочный полистирол. Содержание ГБЦД в полистироле может варьировать от 0,5 до 7 % в зависимости от вида полистирола (максимальные концентрации обнаруживаются в ударопрочном полистироле).

Поступление ГБЦД в окружающую среду возможно на различных этапах жизненного цикла материалов/изделий, содержащих ГБЦД: при их производстве, использовании, транспортировке, обращении с отходами (хранении, переработке, удалении). ГБЦД может поступать в различные природные среды (атмосферный воздух, воду и почву) с выбросами в атмосферный воздух, со сточными водами, с отходами производства и потребления.

Возможно также выщелачивание ГБЦД из готовых изделий, его содержащих, в процессе их использования, а также из отходов.

ГБЦД включен в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ в 2013 г. на 5-ой конференции Сторон; обязательства для Беларуси вступили в силу в 2014 г. Отходы, содержащие ГБЦД, регулируются также Базельской конвенцией о контроле трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Стороной которой является Беларусь.

Согласно Стокгольмской конвенции о СОЗ, Стороны запрещают и/или прекращают производство ГБЦД, за исключением случаев, когда они уведомляют Секретариат конвенции о своем намерении применять его для пенополистирола (ППС) и экструдированного полистирола (ЭПС), предназначенных для применения в зданиях, как это предусмотрено в приложении А к Конвенции. В настоящее время исключения на производство ГБЦД официально зарегистрировали Китай, Чехия и Турция.

В странах ЕС ГБЦД включен в приложение XIV системы регулирования REACH в 2011 г.; в 2016 г. принята поправка к Положению ЕС №850/2004 Европейского парламента и Совета о СОЗ, согласно которому устанавливаются предельные значения ГБЦД в препаратах и изделиях на уровне равном или ниже 100 мг/кг (0,01% по весу). Запрет на производство, использование, продажу, импорт пеноматериалов с ГБЦД, пенополистирола и экструдированного полистирола и промежуточных продуктов, содержащих ГБЦД, для использования в строительстве введен в Канаде. В Китае, который является крупнейшим производителем и потребителем ГБЦД в мире, предприятия должны регистрировать импорт и экспорт ГБЦД с 1 января 2017 г.; производство и использование ГБЦД может осуществляться до конца 2021 г.

Выполненные исследования показали, что законодательные и нормативно-технические документы, регулирующие обращение с ГБЦД и материалами/изделиями, содержащими ГБЦД, в Беларуси пока отсутствуют. Рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими гексабромциклододекан, базируются на международных руководствах, разработанных под эгидой Стокгольмской конвенции о СОЗ и Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, с учетом опыта зарубежных стран, а также принимая во внимание ситуацию с использованием изделий/материалов, содержащих ГБЦД, в Беларуси. Рекомендации включают общие сведения о гексабромциклододекане и сферах его применения, типах полистирола/пенополистирола и отходов, содержащие или потенциально содержащих ГБЦД, анализ ситуации с использованием ГБЦД и вспенивающегося полистирола в Беларуси, международные обязательства по Стокгольмской конвенции о СОЗ, касающиеся ГБЦД, альтернативы ГБЦД при производстве вспененного и экструдированного полистирола, общие требования к предотвращению поступления ГБЦД в окружающую среду, правила обращения с изделиями и отходами, содержащими ГБЦД, экологически безопасные методы утилизации отходов, содержащих ГБЦД.

Установлено, что ГБЦД продолжает поступать в Беларусь в составе полистирола вспенивающегося. Всего за период с 2000 по 2017 г. в страну было ввезено более 190 тыс. т, экспортировано – менее 4 тыс. т данного материала. Показано, что по-прежнему в сопроводительной документации на полистирол (паспортах безопасности, ТУ, сертификатах) нет информации о содержании или отсутствии ГБЦД. В ГОСТах, СТБ и ТУ на производство пенополистирольных плит также отсутствует информация об антипиренах. В то же время получено подтверждение о содержании ГБЦД в полистироле вспенивающимся в концентрации от 0,6 до 1% от таких производителей как ОАО «Пластик» и АО «Сибур-Химпром (Российская Федерация). Кроме того, ГБЦД может содержаться в полистироле, поступающем от производителей Китая и стран ЕС. Полистирол вспенивающийся используется как минимум на 15 предприятиях, выпускающих пенополистирольные плиты для утепления зданий/сооружений, а также для других целей (например, сэндвич-панели для автомобилей). В прошлом не исключается использование ГБЦД при производстве экструзионного пенополистирола.

Анализ ситуации с отходами полистирола показал, что в страну объем импорта товаров под кодами ТН ВЭД АЕЭС – 3915200000 (отходы, обрезки и скрап, из пластмасс: полимеров стирола) и 921110000 (плиты, листы, пленка и полосы или ленты из пластмасс, прочие: из полимеров стирола) в 2017 г. составил около 6 тыс. т, экспорта – 2,45 тыс. т. Это означает, что в Беларуси осталось 3,55 тыс. т отходов, которые, вероятно, используются в производственном процессе. Основным объемом отходов полистирола на рынок Беларуси поставляется из России, на долю которой приходится около 98 % объема поставок.

Согласно статистической отчетности по формам 1-отходы, в 2017 г. в Беларуси образовалось 8,35 тыс. т отходов на основе полистирола, из которых около 52% приходится на долю отходов полистирола (код 5710801) и 32,3% – на долю остатков и смесей полимерных материалов (5710100).

К настоящему времени под эгидой Стокгольмской конвенции о СОЗ и Базельской конвенции о контроле трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, при содействии ЮНИДО и ЮНИТАР разработаны руководства, рекомендованные для использования при обращении с отходами, содержащими ГБЦД. Для обеспечения экологически безопасного обращения с изделиями и отходами, содержащими или потенциально содержащими ГБЦД, а также с целью предотвращения поступления опасных химических веществ в окружающую среду и минимизации их негативного воздействия необходимо соблюдение следующих требований:

- прекращение использования ГБЦД, полистирола вспенивающегося и других материалов, содержащих ГБЦД;
- маркировка продуктов и изделий, содержащих ГБЦД, которые продолжают производиться при регистрации в секретариате Конвенции, является обязательным условием;
- предотвращение образования отходов с ГБЦД путем изоляции и отделения таких отходов от всех других отходов в месте их образования с целью предотвращения их смешивания с другими отходами и загрязнения от них. Смешивание или соединение отходов, содержащих ГБЦД в количествах, превышающих 100 мг/кг или 1000 мг/кг, с другими материалами исключительно с целью получения смеси с концентрацией ГБЦД в количестве 100 мг/кг или 1000 мг/кг или ниже, не является экологически безопасным;
- сбор и хранение отходов с надлежащими мерами для предотвращения рассеяния, возможного выщелачивания и последующего поступления опасных веществ в подземные воды;
- переработка/удаление отходов, содержащие ГБЦД, в количестве свыше 100 мг/кг или 1000 мг/кг должны удаляться таким образом, чтобы содержащиеся в них СОЗ уничтожались или необратимо преобразовывались;
- мониторинг, который должен осуществляться на объектах по обращению с ГБЦД и отходами, содержащими ГБЦД.

Рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими к-декаБДЭ.

Коммерческие декабромдифениловый эфир (к-декаБДЭ) используется в качестве огнестойкой добавки для предотвращения возгорания материалов и распространения пламени. Применяется преимущественно при производстве полимерных материалов, в меньшей степени – текстильных изделий, клеев, герметиков и других видов продукции. Пластмассы, содержащие к-декаБДЭ, используются в электротехническом и электронном оборудовании, проводах и кабелях, трубах и ковровых покрытиях. В текстильной промышленности к-декаБДЭ в основном используется в специализированных тканях, в основном для общественных зданий и транспорта, а также в тканях для обивки мебели в домах в странах со строгими нормами пожарной безопасности [1]. Считается, что до 90% к-декаБДЭ используется для изготовления пластмассы и пластмассовых элементов электронных изделий [2]. Обычно в составе пластика содержание к-декаБДЭ составляет 10–15% общеговеса, достигая в некоторых случаях 20%.

Промышленное производство к-декаБДЭ началось в 1970-х гг. и продолжается до сих пор. Общее производство к-декаБДЭ в глобальном масштабе за период с 1970 до 2002 г. оценивается в 1,1–1,25 млн т (примерно столько же, сколько производство ПХБ) [2].

ДекаБДЭ более десяти лет находится под пристальным вниманием в связи с его потенциальным негативным воздействием на здоровье человека и окружающую среду. К настоящему времени в ряде стран приняты меры по ограничению использования к-декаБДЭ, в том числе некоторыми крупными производителями электроники. В странах ЕС приняты директивы 2002/95/ЕС RoHS и 2011/65/ЕС RoHS, в которых введены ограничения содержания ПБДЭ, включая декаБДЭ, в электрическом и электронном оборудовании (ЭЭО). Максимально допустимая концентрация ПБДЭ в ЭЭО установлена на уровне 0,1 % от массы в однородных материалах. Регулирование отходов, содержащих ПБДЭ, в странах ЕС осуществляется через Директивы 2000/53/ЕС, 2002/96/ЕС и 2012/19/ЕС, которыми устанавливаются требования к сбору, отдельной переработке и перемещению отходов, содержащих ПБДЭ. Ограничения в отношении декаБДЭ введены также в Канаде, США, Норвегии, в некоторых странах Азии (Китае, Корее, Индии).

Первым документом, ограничивающим применение ПБДЭ в полимерных материалах на территории Беларуси, явился Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиотехники» (ТР ЕАЭС 037/2016). Согласно ТР ЕАЭС 037/2016, с 1 марта 2018 г. Содержание полибромированных дифенилов в изделиях электротехники и радиоэлектроники не должно превышать 0,1% от массы однородного вещества.

Декабромдифениловый эфир, согласно решению SC-8/10, включен в приложение А Конвенции с конкретными исключениями для его производства и использования, в том числе для запасных частей транспортных средств, летательных аппаратов, текстильных изделий, за исключением одежды и игрушек, в качестве добавки в пластмассовых корпусах и деталях, используемых для бытовых обогревательных приборов, утюгов, вентиляторов и др.[3]. Срок действия конкретных исключений, например, для запасных частей транспортных средств истекает в конце срока службы транспортных средств или в 2036 г., летательных аппаратов, сертификат для которых был получен до декабря 2022 г., в конце срока службы этих летательных аппаратов. Это означает, что производство декаБДЭ будет продолжаться для указанных исключений, соответственно, неизбежно распространение данного вещества с готовыми изделиями.

Согласно Конвенции, все запасы к-декаБДЭ в составе отходов должны быть выявлены и удалены экологически безопасным способом. Вторичная переработка полимерных изделий, содержащих к-декаБДЭ, запрещена. В этой связи вопросы обращения с отходами, содержащими или потенциально содержащими к-декаБДЭ, как и другие ПБДЭ, являются важнейшей сферой регулирования в связи с обязательствами по Стокгольмской конвенции о СОЗ.

Рекомендации по экологически безопасному обращению с изделиями/отходами, содержащими декабромдифениловый эфир разработаны в целях реализации положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях с целью предупреждения поступления в окружающую среду и дальнейшего распространения декабромдифенилового эфира. Рекомендации содержат общие сведения о коммерческом декабромдифениловом эфире (к-декаБДЭ) и сферах его применения, краткую информацию о ситуации с к-декаБДЭ в Беларуси, международные обязательства по Стокгольмской конвенции в отношении к-декаБДЭ, требования к обращению с изделиями и отходами, содержащими к-декаБДЭ.

При разработке Рекомендаций учтены национальные нормативные законодательные документы, а также использованы методические руководства, разработанные под эгидой секретариатов Стокгольмской и Базельской конвенций, ЮНЕП, ЮНИДО и других международных организаций, а также опыт других стран в обращении с ПБДЭ и изделиями/отходами, их содержащими.

Анализ ситуации с к-декаБДЭ в Беларуси для целей его последующего регулирования включал сбор информации об объемах поступления и использования к-декаБДЭ как антипирена в технологическом процессе, об использовании первичных полимерных материалов, в которых возможно содержится к-декаБДЭ, а также об обращении с отходами ЭЭО

и другими полимерными отходами, содержащими или потенциально содержащими к-декаБДЭ. Выполненные исследования показали, что к-декаБДЭ импортируется в Беларусь. Поскольку под одним кодом классификатора ТН ВЭД 2909 30 3800 вместе с к-декаБДЭ учитываются также два других вещества (декабромдифенилэтан (DBDPE) и FR 720 (бис-2,3-дибромпропиловый эфир тетрабромбисфенола А), то определить точное количество к-декаБДЭ не представляется возможным. Всего в 2016 г. в Беларусь поступило 8,7 т бромированных эфиров и их производных, в 2017 г. – 3,0 т. Среди первичных полимеров, потенциально содержащих к-декаБДЭ, импортируемых в Беларусь, наиболее значительны объемы поступления сополимеров акрилонитрилбутадиен-стирольных (АБС), объемы поступления которых в 2016 г. составили 7,3 тыс. т, в 2017 г. – около 7,0 тыс. т. Наибольшее количество АБС-пластика поступало в Беларусь из стран ЕС, прежде всего из Бельгии; на втором месте – Республика Корея, на третьем – Россия.

К-декаБДЭ используется при производстве термостойких композиционных материалов «Белтер». Содержание декаБДЭ в готовой продукции ОАО «Могилевхимволокно» составляет около 7,4 %; «Белтер» используется на ОАО «Белсельэлектросетьстрой» и ряде других предприятий. Сфера применения АБС-пластика, потенциально содержащего к-декаБДЭ, весьма широка: предприятия машиностроения, приборостроения и др.

В ходе исследований установлено, что система заготовки отходов АБС-пластика и других полимерных отходов в Беларуси находится в стадии становления и развития. Сбор отходов электронного и электрического оборудования в Беларуси начат с 2013 г.; в 2015 г. дополнился централизованным сбором от физических лиц. В 2016 г. объемы заготовки отходов ЭЭО составили 4,5 тыс.т. Приведенные данные касаются общей массы электронного и электрического оборудования, но не массы пластика. Из большого перечня предприятий по переработке полимерных отходов, имеющих лицензии, основная их часть ориентирована на сбор и переработку полиэтилена и ПЭТ-бутылок. Основное количество устаревшей бытовой техники и электронного оборудования собирается и перерабатывается на ОАО «БелВТИ»; значительные количества собираются и перерабатываются УП «Унидрагмет БГУ». Вторичная переработка АБС-пластика и других полимерных отходов, потенциально содержащих к-декаБДЭ, может осуществляться на промышленных предприятиях, где используются первичные полимерные материалы.

Установлено, что технологический процесс переработки устаревшей бытовой техники и электронного оборудования на ОАО «БелВТИ» и УП «Унидрагмет», КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» и других, судя по имеющейся информации, ограничивается разборкой техники, выделением стекла, металла, пластика; в отношении пластика осуществляется сортировка по видам и цвету, прессование или упаковка. На предприятиях, имеющих лицензии, разрешено производство ряда видов продукции, изготавливаемой из отходов АБС-пластика и других полимерных отходов, которые представляют собой полуфабрикат, поступающий на вторичное использование, в том числе для изготовления бытовых изделий. Это означает потенциальное перераспределение декаБДЭ в новые виды продукции, а также их поступление в окружающую среду.

Одно из важнейших обязательств, согласно Стокгольмской конвенции в отношении обращения с материалами/отходами, содержащими СОЗ – скорейшее разделение и удаление отходов, содержащих ПБДЭ, из потока рециркуляции, чтобы избежать их повторного появления в новых изделиях. Запрещается преднамеренное разбавление этих веществ во время процессов рециркуляции, поскольку общее количество СОЗ, выброшенных в окружающую среду, не будет изменено. Изделия и оборудование, утратившие потребительские свойства, а также физически и морально устаревшие, передаются на специализированные предприятия, где подлежат разборке с целью выделения пластмассовых деталей, содержащих или потенциально содержащих к-декаБДЭ или другие бромсодержащие антипирены, относящиеся к СОЗ, в том числе к-пентаБДЭ, к-октаБДЭ и ГБЦД.

Для обеспечения экологически безопасного обращения с изделиями и отходами, содержащими или потенциально содержащими к-декаБДЭ, а также с целью предотвращения

поступления опасных химических веществ в окружающую среду и минимизации их негативного воздействия необходимо раздельное хранение отходов, содержащих или потенциально содержащих к-декаБДЭ, с целью предотвращения смешивания и разбавления с другими отходами. Отходы, содержащие или потенциально содержащие к-декаБДЭ, подлежат экологически безопасной утилизации.

С учетом опыта зарубежных стран представляется целесообразным введение запрета на экспорт/импорт и использование ПБДЭ (коммерческих продуктов). Кроме того, необходимо ввести запрет на вторичную переработку полимерных изделий, содержащих ПБДЭ, и/или на ограничение использования пластика, содержащего или потенциально содержащего ПБДЭ, например, для производства детских игрушек, упаковки для продуктов питания, хранения воды и др.

Список использованных источников

1. OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2014): Risk management of installations and chemicals. Brominated Flame Retardants. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/brominatedflameretardants.htm>. – Date of access: 05.02.2017. Bromine Science and Environmental Forum, BSEF (2013). About decabromodiphenyl ether (decaBDE), <http://www.bsef.com/our-substances/deca-bde/about-deca-bde>.

2. Оценка регулирования рисков, связанных с декабромдифениловым эфиром (коммерческая смесь, к-декаБДЭ). Доклад Комитета по рассмотрению стойких органических загрязнителей о работе его одиннадцатого совещания. Добавление 2015. UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1// [Electronic resource]. – Mode of access: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/ReportsandDecisions/tabid/3309/Default.aspx>. – Date of access: 07.02.2017.

3. Report of the Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants on the work of its eighth meeting. UNEP/POPS/COP.8/32. Geneva, 2017.

УДК 54.056

Н.Г. Цыганкова, Т.А. Савицкая, Н.А. Мелеховец, С.Н. Бакун, Д.Д. Гриншпан
НИИ ФХП БГУ, г. Минск, ОАО «Бобруйский завод биотехнологий», г. Бобруйск

НОВЫЕ ВИДЫ СОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Гидролизный лигнин является крупнотоннажным отходом гидролизной промышленности и его запасы в отвалах при гидролизных заводах в Беларуси в городах Речица и Бобруйск по разным оценкам составляют от 4 до 6 млн. тонн. Лигнинсодержащие отходы занимают большие территории, труднодоступны для микробного разложения в природных условиях, загрязняют почву, водоемы, воздух, что создает серьезную экологическую проблему. Поэтому разработка способа утилизации гидролизного лигнина как доступного и дешевого сырья, отличного от сжигания в котельных установках, с получением новых материалов, имеющих народнохозяйственное значение, задача актуальная.

Лигнин является капиллярно-пористым природным полимером и благодаря ароматическому строению и элементному составу, характеризующемуся повышенным содержанием углерода (55-65%), может быть использован в качестве исходного сырья для получения новых видов сорбентов, в том числе и сорбентов для защиты окружающей среды.

В НИИ физико-химических проблем БГУ из гидролизного лигнина по специально разработанным технологиям получены легкоутилизируемый сорбент для нефти и нефтепродуктов «Лигносорб» и «Уголь активированный лигниновый».

1. «Лигносорб» – новый эффективный природный сорбент для нефти и нефтепродуктов

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов неизбежны, так как этот вид сырья и топлива в огромных количествах ввозится различными видами транспорта для внутренних