**Общая информация по химической безопасности**

УДК 504.054 DOI: 10.25514/CHS.2019.1.15014

# ОБЗОР СИТУАЦИИ С ПОЛИХЛОРИРОВАННЫМИ БИФЕНИЛАМИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

***О. В. Печенюк***

НПО «Независимая экологическая экспертиза», г. Бишкек, Кыргызская республика, e-mail: op_67@mail.ru

Поступила в редакцию 20.04.2019 г.

**Аннотация –** В статье обобщена информация о положении дел в Кыргызской республике (КР) в отношении полихлорированных бифенилов (ПХБ) – стойких органических загрязнителей (СОЗ), представляющих собой наиболее опасные химические соединения, которые негативно влияют на здоровье людей и окружающую среду и, согласно Стокгольмской конвенции о СОЗ, должны подлежать полной ликвидации. Источниками ПХБ в КР являются импортированные ранее промышленные продукты – электротехническое оборудование, трансформаторные масла, лакокрасочные материалы, различные смазки и т.п. В рамках Национального плана выполнения Кыргызстаном Стокгольмской конвенции в КР в 2006-2015 гг. была проведена инвентаризация оборудования, содержащего ПХБ, итоги которой суммированы в статье. Отмечается, что в настоящий момент для КР отсутствует возможность вывоза ПХБ-содержащего оборудования и масел в другие страны для утилизации, к тому же не решена проблема организации центрального склада временного хранения опасных отходов. Подчеркивается необходимость принятия на уровне правительства решений об утилизации ПХБ-содержащих отходов на территории республики. При этом целесообразным было бы рассмотреть исключительно варианты использования технологий безобжиговой утилизации отходов, содержащих СОЗ, вместо применения более затратного и менее экологичного способа сжигания отходов.

*Ключевые слова:* стойкие органические загрязнители, полихлорированные бифенилы, Стокгольмская конвенция, Кыргызстан.

---

# SURVEY ON CURRENT SITUATION CONCERNING POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN THE KYRGYZ REPUBLIC

***O. V. Pechenyuk***

Independent Environmental Expertise, Non-Governmental Organization, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: op_67@mail.ru

Received April 20, 2019

**Abstract –** The survey summarizes information on the current situation in the Kyrgyz Republic (KR) with regard to polychlorinated biphenyls (PCBs) – persistent organic pollutants (POPs) – the most dangerous chemical compounds that adversely affect human health and the environment and, according to the Stockholm Convention on POPs, need to be completely eliminated. Sources of PCBs in the KR are previously imported industrial products, i.e. electrical facilities, transformer oils, paints, various lubricants, etc. According to the National Implementation Plan of the Stockholm Convention by Kyrgyzstan, an inventory of PCB-containing equipment has been conducted in the Kyrgyz Republic in 2006-2015. The results of inventory are summarized and examined critically. It is emphasized that at the moment the Kyrgyz Republic has no possible way of exporting PCB-containing equipment and oils to other countries for disposal, moreover, a problem of organizing a central warehouse for temporary storage of hazardous waste has not been solved yet. The necessity of making decisions at the government level referring to the disposal of PCB-containing

waste in the KR is underlined. To this end, it would be advisable to consider exclusively options for using technologies of unburned disposal of POPs-containing waste, instead of using a more costly and less environmentally friendly method of waste incineration.

*Keywords:* persistent organic pollutants, polychlorinated biphenyls, Stockholm Convention, Kyrgyzstan.

## ВВЕДЕНИЕ

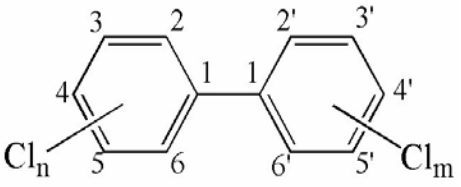
Понятие о стойких органических загрязнителях (СОЗ) было впервые введено в Стокгольмской конвенции, сформулированной в 2001 г. и вступившей в силу в 2004 г. [1, 2]. СОЗ представляют собой наиболее опасные химические соединения, причиняющие вред здоровью людей и окружающей среде. В Стокгольмской конвенции содержится постоянно обновляемый список СОЗ (приложения *A, B и C*), в который входят конкретные соединения и группы соединений преднамеренного и непреднамеренного производства, подлежащие либо полному запрету (включая ликвидацию), либо ограничению.

На сегодняшний день Стокгольмскую конвенцию ратифицировали 152 страны [1]. Кыргызская Республика ратифицировала Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях в 2006 г. [3]. Распоряжением Правительства КР от 3 июля 2006 г. за № 371-р был одобрен Национальный план выполнения Кыргызской Республикой Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях [4].

## СВОЙСТВА И ОПАСНОСТЬ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) (в некоторых источниках – полихлорированные дифенилы (ПХД)) включены в список СОЗ Стокгольмской конвенции (приложения *A* и *C*). Они относятся к классу синтетических органических химических веществ, которые благодаря своей химической стойкости и отличным техническим характеристикам широко применялись для производства различной технической продукции. Начиная с 1929 г., и вплоть до прекращения их промышленного выпуска в 1986 г., в мире было произведено в общей сложности около 2 млн т ПХБ. Первоначально применение ПХБ позволяло решать многие вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности, прежде всего, в энергетическом секторе промышленности. Следует отметить, что при этом они вообще не рассматривались как опасные вещества.

Молекула ПХБ состоит из двух бензольных колец, соединенных между собой связью С-С, кольца имеют заместители – от одного до десяти атомов хлора в орто-, мета- или пара- положениях (рис. 1). Известны 209 индивидуальных конгенеров ПХБ, отличающихся числом и положением атомов хлора в молекуле (I), имеющих общую формулу: $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, где n = 1–10.




где n, m = 0–5 (I)

***Рис. 1.*** Структура молекулы полихлорированных бифенилов.

ПХБ обладают комбинацией уникальных физических и химических свойств: исключительными теплофизическими и электроизоляционными характеристиками, термостойкостью, инертностью по отношению к кислотам и щелочам, огнестойкостью, хорошей растворимостью в жирах, маслах и органических растворителях, высокой совместимостью со смолами, отличной адгезионной способностью [5]. Этим и было обусловлено их широчайшее применение в качестве диэлектриков в трансформаторах и конденсаторах, гидравлических жидкостей, теплоносителей и хладоагентов, смазочных масел, компонентов красок, лаков и клеевых составов, пластификаторов и наполнителей для пластмасс и эластомеров, а также в качестве антипиренов и растворителей [6].

Однако те же самые физико-химические свойства, которые сделали ПХБ полезными в промышленности, сделали их одними из опаснейших веществ для жизни и здоровья живых организмов, а также токсичными загрязнителями окружающей среды. ПХБ характеризуются термической и химической стабильностью, поэтому они также устойчивы к воздействию биотических и абиотических факторов. В окружающей среде ПХБ распространятся различными способами, они способны включаться в глобальный круговорот и перемещаться на большие расстояния. Серьезная опасность ПХБ заключается в их способности передаваться по пищевой цепочке (биоконцентрация) и накапливаться в жиросодержащих компонентах (биоаккумуляция). Характер и динамика распределения ПХБ в окружающей среде в значительной степени определяются такими их свойствами, как химическая инертность, высокая плотность паров и уникальная способность сорбироваться на частицах. Примечательно, что даже при низких концентрациях ПХБ в компонентах окружающей среды, существует опасность их аккумуляции в живых организмах по всей пищевой цепочке, в том числе и в организме человека. К настоящему времени установлено, что ПХБ обладают четко выраженным эмбриотоксическим и потенциальным канцерогенным действиями. Особо опасное их влияние заключается в мутагенном действии.

Хотя применение ПХБ в хозяйственной деятельности постепенно сокращается, они продолжают загрязнять окружающую среду, и в настоящее время эти токсичные продукты, распространились по всему земному шару [7]. По мере включения ПХБ в биологические пищевые цепи происходит прогрессивная потеря низкохлорированных компонентов благодаря их селективной биотрансформации. В результате в организмах человека и животных накапливаются опасные высокохлорированные ПХБ [8].

По данным Всемирной организации здравоохранения [9], основными путями поступления ПХБ в окружающую среду являются следующие:

- испарения из пластификаторов;
- выделение при сжигании бытовых и промышленных отходов, а также при возгорании трансформаторов, конденсаторов и другого промышленного оборудования, в котором используются ПХБ;
- утечки с другими промышленными отходами; вывоз ПХБ на свалки и поля аэрации;

– другие неконтролируемые пути.

Стокгольмская конвенция ставит перед странами-участниками задачу полного постепенного отказа от ПХБ. ПХБ должны быть изъяты из обращения и удалены экологически безопасным образом. Партии отходов, содержащих эти соединения, следует минимизировать путем изоляции отходов и их выделения из источника, не допуская их смешивания с другими отходами и загрязнения последних.

## СИТУАЦИЯ С ПХБ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В рамках подготовки Национального плана выполнения Кыргызской Республикой Стокгольмской конвенции о СОЗ [4], был начат проект ГЭФ/ЮНЕП (GEF/UNEP)[1] «Содействие Кыргызской Республике в подготовке Национального Плана Выполнения Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях» [10]. В рамках этого проекта была проведена предварительная инвентаризация ПХБ-содержащего оборудования и отходов.

В Кыргызской республике ПХБ никогда не производились и всегда импортировались, в первую очередь, в качестве диэлектрической жидкости для крупногабаритного электрического оборудования. Кроме того, эти вещества на территорию республики могли поступать в составе электротехнического оборудования, трансформаторных масел, лакокрасочных материалов, различных смазок. Электрическое оборудование, которое предположительно является основным источником ПХБ в Кыргызской Республике (КР), выпускалось в Российской Федерации, Казахстане, Армении и Узбекистане в период между 1958 и 1993 гг. Традиционно это оборудование характеризуется конкретным применением и четко определенными спецификациями, которые могут быть идентифицированы посредством маркировки производителей. ПХБ также могли входить в состав красок, смазочных материалов, полимеров. Помимо основных источников загрязнения, выбросы ПХБ могут образовываться, аналогично диоксинам, из полиароматических соединений, либо из углеродсодержащих соединений в присутствии хлора, а также могут быть продуктами неполного сгорания топлива, содержащего примеси ПХБ.

### *Результаты инвентаризации ПХБ-содержащего оборудования в КР*

*Первая предварительная инвентаризация* была проведена в 2006 г., основное внимание при этом было уделено наличию ПХБ в составе электротехнического оборудования и трансформаторных масел. В связи с тем, что точных данных по объему накопленного на территории страны электротехнического оборудования, трансформаторных масел и других материалов, содержащих ПХБ, нет, то выявление оборудования, потенциально содержащего ПХБ, проводилось по типу и наименованию оборудования, а также по марке масел.

Согласно итогам предварительной инвентаризации в КР [4], кадастровое (инвентарное) количество такого оборудования составляло:

[1] GEF – Global Environment Facility, UNEP – United Nations Environment Programm

– трансформаторов - 19230 единиц; трансформаторных масел 14285,435 т; запасов трансформаторных масел - 139,662 т;
– конденсаторов - 2373 единицы; конденсаторных масел - 24,407 т.

Электротехническое оборудование и масла используются в энергетике, угольной, металлургической промышленности, машиностроении и производстве строительных материалов. Основная часть электротехнического оборудования и масел сосредоточена в энергетическом секторе. При первой инвентаризации выборочно, исходя из типа и наименования оборудования, было выявлено:

– два трансформатора марки ТНЗ 1000/10 с содержанием ПХБ-содержащего материала - 2,2 т (в городе Токмок на ОсОО (Общество с ограниченной ответственностью) «Интергласс»);
– 789 конденсаторов марок КС-2, КС-2А, КСК с массой ПХД-содержащего материала 18,8 т. Большинство из них имеет срок службы более 25–30 лет.

Места размещения на территории Кыргызской республики ПХБ-содержащих конденсаторов и трансформаторов приведены на картах в разделах «Трансформаторы, содержащие ПХД» и «Конденсаторы, содержащие ПХД» по ссылке: http://tailing.in.kg [10].

Анализ методом хромато-масс-спектрометрии проб трансформаторного масла из этих двух трансформаторов показал, что только в одном из них находилось ПХБ-содержащее масло. Наличие или отсутствие ПХБ в остальных трансформаторах, трансформаторных и конденсаторных маслах, запасах и отходах невозможно было определить достоверно, исходя только из типа оборудования или марки масла. Отсутствуют какие-либо сведения об использованных методах экологически безопасной утилизации выведенного из эксплуатации оборудования и масел, а также о способах устранения последствий протечек масла на грунт. Существует большая вероятность того, что масла, используемые в трансформаторах, а также масла, имеющиеся в запасах, могут быть загрязнены ПХБ при перекрестном загрязнении во время ремонта или замены масел.

*Вторая инвентаризация* проводилась более детально и проходила в два этапа: 1 этап проводился в 2008–2009 гг. в рамках гранта ГЭФ по разработке проекта ПРООН/ГЭФ[2] «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане»; 2 этап – в рамках реализации самого проекта.

На первом этапе Государственной инспекцией по энергетике и газу был составлен инвентарный список ПХБ-содержащего электрооборудования:

– двадцать два находящихся в эксплуатации трансформатора ТНЗ, расположенные на различных предприятиях по всей стране, которые содержат согласно инвентарному учету 96 т материалов, требующих дезактивации и/или утилизации в будущем, в том числе примерно 32 т ПХБ масла;

[2] ПРООН – Программа развития ООН

- восемь из вышеназванных трансформаторов номинально находятся в рабочем состоянии, но не используются[3]. Два трансформатора находятся в опасном месторасположении;
- два трансформатора ТНЗ были перезаправлены минеральным маслом и введены в эксплуатацию. Данные о сливе и утилизации масла отсутствуют. Еще два трансформатора ТНЗ были предварительно определены как снятые с эксплуатации и находящиеся на хранении (данные впоследствии не подтвердились);
- выявлены пятьдесят четыре участка, на которых проводился ремонт и техническое обслуживание электротехнического оборудования, что является основанием отнесения их к территориям, потенциально загрязненными ПХБ;
- было выявлено 1458 работающих силовых конденсаторов. Согласно инвентарному учету, это составляет 83 т материалов, содержащих примерно 34,5 т масел ПХБ, которые требуют утилизации в будущем. Складирования выбывших из эксплуатации конденсаторов не было выявлено, что свидетельствует об отсутствии контроля за оборотом ПХБ-содержащего оборудования;

Отсутствие запасов складированного оборудования, загрязненного ПХБ, обычно объясняется его продажей или сдачей оборудования на лом, что может говорить о торговле подержанным электрическим оборудованием, в том числе оборудованием, содержащим ПХБ. Это происходит из-за отсутствия регулирования и контроля за обращением ПХБ-содержащего оборудования, несмотря на запрет в рамках Стокгольмской [1] и Базельской Конвенций [11].

На втором этапе работы с 2010 г. по 2015 г. в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане» (Исполнительный Партнер проекта – Министерство энергетики и промышленности КР) было обследовано 250 потенциальных владельцев электрооборудования, определены 52 трансформатора, которые потенциально содержат ПХБ, подтвержденные лабораторными анализами, с концентрацией ПХБ меньше 50 ppm (млн$^{-1}$), а также 579 конденсаторов, содержащих 34 т ПХБ и находящихся в основном на территории крупных предприятий и компаний, таких как «Национальные электрические сети Кыргызстана» (НЭСК) и Интергласс. Следует особо отметить следующий вывод в итогах инвентаризации: результаты анализов показали содержание ПХБ в пробах ниже 50 ppm (мг/кг), что позволяет отнести это оборудование к условно чистым от ПХБ. Этот вывод будет рассмотрен в следующем разделе. Результаты инвентаризации [10] вошли в проект Обновленного национального плана выполнения Стокгольмской конвенции Кыргызстаном.

### *Критический анализ итогов инвентаризации и предложения по улучшению учета ПХБ*

Результаты итоговой инвентаризации, исключившей трансформаторы из ПХБ-содержащих отходов, можно смело ставить под сомнение. Даже, если

[3] Крупные единицы, практически составляющие 70% работающего оборудования и расположенные на химическом и металлургическом предприятии, находящемся в иностранном владении.

предположить, что ПХБ-содержащее масло совтол заменили на минеральное трансформаторное масло, то учитывая то, что в трансформаторе при сливе остается от 5 до 10% совтола (в бумаге, которой обмотаны медные или алюминиевые шины, обмотки, в деревянных распорках, т.к. ни обмотка, ни железный сердечник трансформатора не должны соприкасаться с корпусом), то при заполнении опорожненного трансформатора минеральным маслом, концентрация ПХБ за счет вымывания его из вышеперечисленных частей будет значительно выше, чем 50 ppm. Для того, чтобы снизить концентрацию ПХБ в трансформаторе до 50 ppm, его нужно не просто залить чистым маслом, а несколько раз промыть особым раствором. При этом само оборудование, согласно Базельской и Стокгольмской конвенциям, все равно считается опасными отходами. При обсуждении ситуации с энергоинспекцией было выяснено, что из некоторых ПХБ-содержащих трансформаторов масло никогда не сливалось.

Следует отметить, что часть частных предприятий – владельцев оборудования, не удалось охватить инвентаризацией в силу объективных причин. Доступ на частные объекты и, соответственно к учетным документам, ограничен. Поэтому в действительности количество загрязненного ПХБ оборудования может быть значительно больше представленного в инвентаризации.

Во исполнение пункта (b) части II Приложения *A* Стокгольмской конвенции, а также в соответствии с постановлением Правительства КР «О мерах по охране окружающей среды и здоровья населения от неблагоприятного воздействия отдельных опасных химических веществ и пестицидов» [12], полихлорированные бифенилы отнесены к веществам, применение которых строго ограничено и, которые находятся под особым контролем. В этой связи и в соответствии с Законом Кыргызской Республики «О порядке проведения проверок субъектов предпринимательства» [13] и Проверочными листами по проверкам субъектов предпринимательства по экологической безопасности [14], в перечень вопросов при проведении проверки за обращением ПХБ входят:

- Инвентаризация отходов и объектов их размещения;
- Установление лимитов на размещение отходов и их виды;
- Соответствие правилам хранения, транспортировки и применения опасных отходов;
- Установление класса опасности и токсичности отходов;
- Соблюдение технического регламента, правил и норм при переработке, хранении отходов на территории предприятия, на каждый вид отходов;
- Наличие паспортов безопасности на опасные отходы;
- Идентификация химических веществ смесей продукций;
- Сведения об опасности химической продукции. Маркировка соответствия Знаков опасности (пиктограмма) межгосударственным стандартам ГОСТ 31340-2007 «Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования»;

- Соблюдение правил хранения, использования, транспортировки и уничтожения химических опасных веществ;
- Соответствие наличия имеющихся химических веществ количеству, указанному в разрешении;
- Состояние учета (прихода и расхода) опасных химических веществ.

Однако в связи с тем, что большинству владельцев оборудования, содержащего ПХБ, ничего не известно не только о вреде ПХБ, но и его содержании в оборудовании и масле, то никаких специальных мер при работе с ПХБ-содержащим оборудованием, а также мер по утилизации ПХБ отходов на предприятиях не предусмотрено. Работники предприятий также не информированы о ПХБ и их влиянии на здоровье [15]. Обслуживающий персонал не осведомлен об опасности для здоровья, исходящей от работы с загрязненными или содержащими ПХБ трансформаторами, конденсаторами и маслами.

При составлении инвентарного списка ПХБ-содержащего электрооборудования, Государственной инспекцией по энергетике и газу было выявлено, что практически на всех предприятиях не ведутся учетные записи о имеющемся в наличии ПХБ-содержащем оборудовании, а также о вышедшем из эксплуатации оборудовании, содержащем ПХБ масла, об оборудовании, загрязненном ПХБ, о запасах ПХБ и загрязненных участках, о ПХБ, содержащемся в товарах. Технические руководящие документы (инструкции), как правило, отсутствовали или были недоступны. Никакого фактического тестирования и отбора-проверки масел не практиковалось.

Кроме этого проектом ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане» было выявлено, что объекты, на которых находятся трансформаторы, в большинстве своем не работают. Имеется лишь владелец объекта, персонал, обслуживающий оборудование отсутствует, за исключением завода листового стекла «Интергласс» в г. Токмак и Кыргызского химико-металлургического завода в поселке городского типа Кемин. Таким образом, ожидать производственного контроля за сохранностью такого оборудования не приходится.

Отсутствие запасов складированного оборудования, загрязненного ПХБ, обычно объясняется его продажей или сдачей оборудования на лом. Однако неофициальная информация, касающаяся практики ремонта и технического обслуживания трансформаторов, говорит о том, что практикуется замена ПХБ-содержащего масла минеральным маслом.

Контроль содержания ПХБ в окружающей среде никогда не проводился из-за отсутствия соответствующей инструментальной базы. Уровни ПДК содержания ПХБ в воде, почве, воздухе и продуктах питания в нормативной базе не разработаны. Отсутствуют программы контроля содержания ПХБ в окружающей среде и, соответственно, нет и оценки негативных последствий влияния на здоровье человека и окружающую среду.

Одной из причин недостаточного контроля за обращением ПХБ, является недостаточный уровень информированности среди лиц, принимающих решения, контролирующих органов, владельцев ПХБ-содержащего

оборудования, а также представителей местных органов власти и широких слоев населения касательно вопросов ПХБ. К проблемам контроля и инвентаризации относится и ограничение доступа для регулирующих органов на частные объекты и к соответствующим учетным записям.

Собранная в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане» неофициальная информация свидетельствует о том, что существует активная торговля поддержанным электрическим оборудованием, в том числе оборудованием, содержащим ПХБ, а также существует импорт/экспорт подержанного оборудования из/в соседние страны. Например, согласно информации с веб-сайта [11], было выявлено, что:

- трансформатор, находящийся на балансе ОсОО «Шахта Беш-Бурханкомур», и трансформатор ОсОО «Шахта Беш-Бурханкомур» были демонтированы и вывезены в Узбекистан;
- трансформатор марки ТНЗП, находящийся на балансе Хлопзавод ОсОО «Сатвалды» Карасуйский р-н, село Мачак, был куплен, но не установлен.
- Трансформатор ОАО «Ошэлектро». При проверке организации, купившей данный трансформатор, установлено, что он из-за несоответствия выданным техническим документам, был продан на черный металл и вывезен в неизвестном направлении [16].

В соответствии с Национальным планом выполнения Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях [9], в отношении ПХБ предусмотрены следующее мероприятия - подготовка площадок для хранения ПХБ-содержащего оборудования и масел, а также сбор и транспортировка ПХБ-содержащего оборудования и масел к местам хранения. С 2006 г. по 2018 г. данные мероприятия выполнены не были.

В 2016 г. на сайте Правительства КР на общественное обсуждение был вынесен проект «Национального плана действий по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (обновленный)». Данный документ до сих пор находится на стадии согласования. В отношении безопасной эксплуатации и хранения ПХБ-содержащего оборудования предусмотрены следующие действия:

- маркировка оборудования. Контроль эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования. Включение в проверочные листы инспекторов (до 2025 г.);
- полное выявление не охваченных инвентаризацией субъектов ПХБ-содержащего оборудования, материалов, загрязненных участков. Заключение договоров со всеми владельцами ПХБ-содержащего оборудования;
- выделение специального места для хранения загрязненного оборудования и материалов. Сбор и транспортировка загрязненного оборудования и материалов на площадку хранения (до 2025 г.);
- рекультивация загрязненных ПХБ участков.

Несмотря на то, что мероприятия по сбору и транспортировке к месту хранения ПХБ-отходов были заложены уже в 2006 г. в действующем Национальном плане выполнения Стокгольмской конвенции, до сих пор не

определена и не согласована между ведомствами территория под полигон опасных отходов.

На данный момент при наличии ПХБ-содержащего оборудования в Кыргызской Республике отсутствуют правовые рамки и экономическая возможность уничтожения или надлежащего хранения этих отходов в стране.

## ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ С ПХБ В КР

В 2011 г. в соответствии с проектом ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане» [14] была предпринята попытка вывезти ПХБ-отходы из страны для утилизации, однако в связи с тем, что ПХБ входят в список Базельской конвенции, государства-транзиты (Беларусь, Россия, Казахстан) не дали разрешения на перемещения этих отходов через свою территорию. Таким образом, необходимо рассмотреть пути разрешения сложившейся ситуации на территории республики.

Сейчас в мире применяются в основном два способа утилизации ПХБ-отходов: методом сжигания при высоких температурах и технологии, не использующие сжигание. В Проекте ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХБ в Кыргызстане» [14] приведены ориентировочная стоимость мобильной установки производительностью 80 т/год и стоимость стационарной установки мощностью 1000 т/год по технологии сжигания в потоке раскаленных газов. Стоимость мобильной установки составит $180–200 тыс., а ориентировочная стоимость переработки $280–320 за 1 т ПХБ. Стоимость стационарной установки – более $10 млн, а ориентировочная стоимость переработки $1000 за 1 т. Для увеличения загрузки стационарную установку, можно использовать для уничтожения накопившихся старых запасов пестицидов, а также других органических отходов. Однако технологии сжигания сами являются потенциальным источником непреднамеренного выброса СОЗ. Для обеспечения экологической безопасности метода сжигания ПХБ, применяют модернизированные сжигательные печи, которые на практике оказываются дорогостоящими и сложными в эксплуатации. Даже при обеспечении высокой температуры сжигания смесей, остается открытым вопрос очистки восходящих газов от непреднамеренного образования СОЗ (например, вторичных диоксинов) при понижении температуры газов перед тем, как они пройдут очистку через адсорбенты (активированный уголь и «известковое молочко»).

В рамках реализации Базельской и Стокгольмской конвенций, международное сообщество отдает предпочтение альтернативным технологиям, отличным от сжигания (использующим процессы, протекающие в лишенной кислорода атмосфере или в атмосфере с обычным содержанием кислорода) для нейтрализации/уничтожения стойких органических загрязнителей. Альтернативные технологии не только предотвращают образование и непреднамеренные выбросы СОЗ, но также обеспечивают снижение капитальных и текущих затрат по сравнению с использованием мусоросжигательных установок, оборудованных самыми современными приборами контроля и мониторинга [17].

В общем случае упомянутые технологии используют физические и химические средства перевода СОЗ и СОЗ-содержащих отходов в менее опасные вещества. Некоторые международные и национальные организации, такие, как ФАО (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [18], Министерство охраны окружающей среды Австралии [19], Департамент госбезопасности США [20] и Департамент энергетики [21], выполнили оценку данных технологий, используемых для нейтрализации и уничтожения СОЗ, и подготовили соответствующие отчеты по двум важным показателям – коэффициенту уничтожения (Destruction Efficiency (DE)) и коэффициенту уничтожения и удаления (Destructive and Removal Efficiency (DRE)). Коэффициент уничтожения (DE) определяются как наличие неразрушенных химических веществ во всех рассматриваемых газообразных, жидких или твердых остатках процесса переработки. Коэффициент уничтожения и удаления (DRE) определяются только для газообразных остатков.

Существуют также промышленные технологии уничтожения СОЗ, отличные от сжигания, а также функционирующие установки, имеющие лицензию на уничтожение накопленных отходов с высокими концентрациями СОЗ. В частности, можно отметить технологию химического восстановления в газовой фазе (GPCR), основное каталитическое разложение (BCD), восстановление натрием (SR) и окисление в сверхнагретой воде (SCWO) [22].

На сегодняшний день для Кыргызской Республики отсутствует возможность вывоза в другие страны для утилизации ПХБ-содержащего оборудования и масел, поскольку Белоруссия, Россия и Казахстан не дают разрешение на транзит через свою территорию ПХБ-содержащих отходов. Организация центрального склада временного хранения опасных отходов хотя и включена в планы действий Правительства КР с 2006 г., но до сих пор не реализована. При принятии решений об утилизации ПХБ-содержащих отходов на территории республики, считаем целесообразным рассмотреть исключительно варианты использования технологий безобжиговой утилизации отходов, содержащих СОЗ.

Список литературы:

1. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx (дата обращения: 20.04.2019).
2. *Запевалов М.А.* // Химическая безопасность. 2018. Т. 2. № 2. С. 295. DOI: 10.25514/CHS.2018.2.14123.
3. Закон КР от 19 июля 2006 г. № 114 «О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях от 22 мая 2001 г., подписанной Кыргызской Республикой 16 мая 2002 г.».
4. Национальный план выполнения Кыргызской Республикой Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, утвержденный распоряжением Правительства КР от 3 июля 2006 года за №371-р.
5. *Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А.* // Успехи химии. 1998. Т. 67. № 8. С. 788.
6. *Юфит С.С.* Яды вокруг нас. Цикл лекций. М.: Джеймс, 2001.
7. *Boyle R.H., Hignland J.H.* // Environment. 1979. V. 21. No. 5. P. 6.

8. *Клюев Н.А., Бродский Е.С.* Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. Инф. выпуск № 5. М.: ВИНИТИ, 2000. С. 31.
9. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Протокол № 2. Полихлорированные бифенилы и трифенилы. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения, Женева, 1980.
10. http://tailing.in.kg (accessed 20.04.2019).
11. Базельская конвенция. http://www.basel.int/Home/tabid/2202/Default.aspx (дата обращения: 20.04.2019).
12. Постановление Правительства КР от 27 июля 2001 г. № 376 «О мерах по охране окружающей среды и здоровья населения от неблагоприятного воздействия отдельных опасных химических веществ и пестицидов».
13. Закон Кыргызской Республики «О порядке проведения проверок субъектов предпринимательства» от 25 мая 2007 г. № 72.
14. Приказ Минэкономики КР от 22 июня 2016 г. № 169 и Госинспекции по экологической и технической безопасности при Правительстве КР от 31 мая 2016 г. № 239 «Об утверждении форм проверочных листов Государственной инспекции по экологической и технической безопасности при Правительстве Кыргызской Республики».
15. По материалам исследования «Осведомленность заинтересованных лиц в вопросах безопасности обращения ПХД» проекта ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане».
16. Сведения по трансформаторам. Проект ПРООН/ГЭФ «Управление и размещение ПХД в Кыргызстане».
17. *Петрлик И.* Мировое сообщество НПО и Конвенции по химическим веществам, с особым рассмотрением Стокгольмской Конвенции. Чешская Республика: Ассоциация Арника, 2004.
18. Размещение на временное хранение запасов устаревших пестицидов в развивающихся странах. Организации ООН по продуктам питания и сельскому хозяйству, 1996
19. Приемлемые технологии переработки устаревших отходов. Обзорный отчет № 4. Окружающая среда Канады, 1997.
20. Деятельность по уничтожению химического оружия армии США и очистке загрязненных территорий. Приказ № 136, Объединенные отчеты за 3 и 4 кварталы, Армия США, 1996 г.
21. *Schwinkendort W., McFee J. et al.* Alternatives to Incineration. U.S. Department of Energy, Office of Technology Department, 1995.
22. Обзор новых, инновационных технологий по уничтожению и нейтрализации СОЗ и определение многообещающих технологий для использования в развивающихся странах. Группа экспертов по научным и техническим вопросам, ГЭФ, ПРООН, 2003.

References:

1. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx (accessed 20.04.2019).
2. *Zapevalov M.A.* // Him. bezop. 2018. V. 2. No. 2. P. 295 [in Russian]. DOI: 10.25514/CHS.2018.2.14123.
3. On ratification of Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants of May 22, 2001. Signed by the Kyrgyz Republic on May 16, 2002. Law of the Kyrgyz Republic of July 19, 2006, No. 114 [in Russian].
4. National Plan on Implementation of Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants by the Kyrgyz Republic. Approved by Government decree of the Kyrgyz Republic of July 3, 2006, No. 371-r [in Russian].

5. *Zanaveskin L.N., Averyanov V.A.* // Uspekhi khimii [Russian Chemical Reviews]. 1998. V. 67. No. 8. P. 788 [in Russian].
6. *Yufit S.S.* Poisons around us. Lecture course. M.: James, 2001 [in Russian].
7. *Boyle R.H., Hignland J.H.* // Environment. 1979. V. 21. No. 5. P. 6.
8. *Kluyev N.A., Brodsky E.S.* Determination of polychlorinated biphenyls in the environment and biota. Polychlorinated biphenyls. Superecotoxicants of the XXI century. Inf. bulletin No. 5. M.: VINITI, 2000. P. 31 [in Russian].
9. Hygienic Criteria of the State of Environment. Protocol No. 2. Polychlorinated Biphenyls and Triphenyls. Joint publication of UN Chemicals and World Health Organisation, Geneva, 1980.
10. http://tailing.in.kg (accessed 20.04.2019).
11. Basel Convention. http://www.basel.int/Home/tabid/2202/Default.aspx (accessed 20.04.2019).
12. On Actions to Protect the Environment and Human Health from Adverse Impacts of Certain Hazardous Chemicals and Pesticides. Government resolution of the Kyrgyz Republic of July 27, 2001, No. 376 [in Russian].
13. On Procedure for Conducting Inspections of Business Actors. Law of the Kyrgyz Republic of May 25, 2007, No. 72 [in Russian].
14. On Approval of Checklist Forms of the State Environmental and Technical Safety Inspectorate under the Government of the Kyrgyz Republic. Order of Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic of June 22, 2016, No. 169 and Order of the State Environmental and Technical Safety Inspectorate under the Government of the Kyrgyz Republic of May 31, 2016, No. 239 [in Russian].
15. Research study on Stakeholders' Awareness of Safety of PCBs Management under UNDP/GEF project "PCBs Management and Disposal in Kyrgyzstan".
16. Data on electric transformers. UNDP/GEF project "PCBs Management and Disposal in Kyrgyzstan".
17. *Petrlik J.* Global NGOs Community and Chemical Conventions with a Special Reference on Stockholm Convention. Czech Republic: Arnika Association, 2004.
18. Disposal of Bulk Quantities of Obsolete Pesticides in Developing Countries. United Nations Food and Agriculture Organization, 1996.
19. Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes. Review Report Number 4. Environment Canada, 1997.
20. U.S. Army Chemical Demilitarization and Remediation Activity. Delivery Order Number 136, Combined $3^{rd}$ & $4^{th}$ Quarterly Report, U.S. Army, 1996.
21. *Schwinkendort W., McFee J. et al.* Alternatives to Incineration. U.S. Department of Energy, Office of Technology Department, 1995.
22. Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries. The Scientific and Technical Advisory Panel of the GEF, UNEP, 2003.