



**Проект ЮНЕП/ГЭФ
«Российская Федерация – Поддержка Национального
плана действий по защите арктической морской среды»**

**ООО Научно-производственное объединение
«ЦЕНТР БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ»**

**ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ
ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА
«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ
ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛОВ (ПХБ) И ПХБ-СОДЕРЖАЩЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Генеральный директор
ООО «НПО ЦБОО»**

А.С. Гурьев

**Санкт-Петербург
2010 г.**

ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Контракт на оказание консультационных услуг №CS-NPA-Arctic-17/2010 от 07 июля 2010 года.

Ответственный консультант – ООО «Научно-производственное объединение «Центр благоустройства и обращения с отходами» в лице генерального директора А.С. Гурьева.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Решение проблемы ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в Арктической зоне Российской Федерации	8
1. Количественная оценка отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ	10
2. Основные места размещения отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗ РФ	22
3. Описание системы управления сбором и утилизации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ, включая очистку электротехнического оборудования и контейнеров от ПХБ, утилизацию жидких ПХБ, утилизацию конденсаторов, частей трансформаторов и контейнеров, промывки трансформаторов	30
4. Научно-обоснованные технологические и логистические решения, оптимальные для применения в арктических условиях, учитывающие ранее разработанные предложения по сбору и утилизации отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Форматы типовых документов первичной инвентаризации	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Количество ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в субъектах РФ	
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Данные инвентаризации ПХБ и ПХБ-содержащего электротехнического оборудования в отраслях промышленности	
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Перечень (пример) документов для проведения экологической экспертизы в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору	
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Уничтожение хлорорганических промышленных отходов в печах сжигания различных конструкций	
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Практика использования плазменных технологий при уничтожении отходов за рубежом и в России	
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Карта-схема нахождения ПХБ и ПХБ-содержащего электротехнического оборудования	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Российская Федерация является одной из ведущих экономик мира и, следовательно, вопросы природоохранного направления начинают становиться важнейшими в жизни страны.

В соответствии с основными задачами и мерами по реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике необходимо создать систему комплексной безопасности для защиты территорий, населения, объектов Арктической зоны от угроз чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В сфере экологической безопасности необходимо обеспечить сохранение биологического разнообразия арктической флоры и фауны, окружающей природной среды, провести рекультивацию природных ландшафтов, утилизацию токсичных промышленных отходов, обеспечить химическую безопасность в местах проживания населения.

Все это довольно не простая задача, учитывая очаговый характер промышленно-хозяйственной деятельности, низкую плотность населения, удаление от промышленных центров, высокую ресурсоемкость проводимых работ.

С точки зрения законодателя вроде бы выполнены все необходимые действия: проявлена политическая воля; разработаны программы; организованы соответствующие рабочие органы. Что же должно явиться первоначальным инструментом, позволяющим определиться с решением этих задач? Основной информационной базой для дальнейших действий всех уровней заинтересованных в выполнении программ учреждений должен стать кадастр отходов сектора Российской Федерации, входящего в так называемую циркумполярную арктическую зону. Кадастр позволит оценить количество и состав отходов, их месторасположение, выявит хозяев отходов, а самое главное формально узаконит наличие отходов.

Проведение этой работы приучит арктические регионы к тому, что у них есть отходы, которые за прошедшие годы потеряли естественно или намеренно хозяев. Разработка кадастра рано или поздно заставит регион разобраться с отходами самим или с помощью государства, т.е. уничтожить или утилизировать их.

Создание кадастра отходов полностью согласуется с задачами, заявленными ОАО «ЦБОО» (разработка нормативной документации).

Сведения, полученные в результате такой работы будут использованы при экономическом расчете затрат на проведение работ экологической направленности:

приобретение оборудования, сбор и классификация отходов, доставка их к месту проведения технологических операций и многое другое.

Ни один бизнес-план без кадастра отходов не состоится.

Предполагаемые отходы в арктической зоне – остатки жизнедеятельности человека. Вероятно, это остатки строений, электроподстанций, котельных с системой отопления, контейнеры, емкости, бочки с остатками ГСМ и соволов, а также масел, содержащих полихлорированные бифенилы (ПХБ). Соголы, содержащие ПХБ, применялись в трансформаторах и другом оборудовании электроподстанций, а также в системах отопления, как хороший незамерзающий теплоноситель. Соголы, содержащие ПХБ, выпускались в нашей стране вплоть до 1993 г.

ПХБ относятся к классу стойких органических веществ (СОВ). СОВ присущи следующие свойства: чрезвычайно высокая токсичность, способность накапливаться в тканях живых организмов, крайне медленное разложение под воздействием природных факторов. Таким образом, ПХБ представляет настоящую опасность среди представленных отходов.

Согласно отчету Программы мониторинга и оценки загрязнения Арктики (АМАП) о проведении инвентаризации ПХБ в Российской Федерации все еще остается не менее 14000 т ПХБ. Содержание ПХБ в ПХБ-оборудовании, действующем и находящемся на хранении на предприятиях химической и нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроения, лесопромышленного комплекса в трех рядом находящихся Центральном, Северном и Северо-западном Федеральном округе составляет более 4000 т. Вероятно эти цифры не очень точны, и скорее всего занижены, так что ориентироваться можно только на их порядок – десятки тысяч тонн. Это еще раз подчеркивает важность составления кадастра отходов. Он даст более реальную картину объемов и мест размещения такого опасного вещества как ПХБ.

Очень важным аспектом в деле обезвреживания ПХБ является формулировка специальных требований к системе сбора, транспортировки, хранения и уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования. Разработка таких нормативных документов тоже предмет рассмотрения ОАО «ЦБОО». В настоящее время специальные экологические требования к организации системы сбора, транспортировки, хранения и уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования отсутствуют. В Российской Федерации отходы веществ и изделий, содержащие или загрязненные ПХБ при уровне концентрации от 50 мг/кг, относятся к отходам первого класса опасности (чрезвычайно опасные отходы)¹.

¹ Межгосударственный стандарт ГОСТ 30774-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования», введен 01.07.2002.

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО)² относит масла трансформаторные и прочие отработанные, содержащие полихлорированные дифенилы и терфенилы к первому классу опасности для окружающей природной среды – чрезвычайно опасные отходы. Обращение собственником с выведенным из эксплуатации ПХБ-содержащим оборудованием и ПХБ, включая их хранение и утилизацию, должно осуществляться в соответствии с требованиями законодательства³, которым предусмотрена ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами должностными лицами и гражданами влекущая за собой дисциплинарную, административную, уголовную или гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. .

Непосредственно переработка такого токсичного химического соединения, как ПХБ проводится с применением высокотемпературных процессов. Уверенная деструкция полихлордифенилов будет проходить при температуре не ниже 1100 °С и времени пребывания в реакционной зоне не менее 1-2 сек. При этом не будет образовываться вторичных диоксинов (сам ПХБ из ряда диоксинов).

Мировая практика термического обезвреживания применяет для таких соединений следующие варианты организации процесса:

- огневые реакторы
- огневые реакторы с плазменным дожиганием отходящих газов
- огневые реакторы с дополнительным плазменным нагревом реакционной смеси
- плазменно-дуговые реакторы.

По некоторым данным (ООО «Экотехпром»), в РФ созданы две установки по обезвреживанию ПХБ. Плазменно-химическая установка в г. Стерлитамак (Башкортостан). Вторая установка – передвижная установка термического уничтожения жидких и суспензированных отходов, содержащих ПХБ и пестициды. Установка создана в ЦНИИМАШ (г. Королев Московской области). На этой установке уничтожено 130 т ПХБ ОАО «Северсталь» (г. Череповец Вологодской области). Возможно применение установок, производимых в С-Петербурге ЗАО «Турмалин». Это установка термического обезвреживания отходов – инсинератор. Они позиционируют остаток ПХБ в золе 2,2 мг/кг, что соответствует 4 классу опасности (размещение на полигонах ТБО).

² Приказ МПР РФ «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» от 02.12.2003 № 786, в ред. Приказа МПР РФ от 30.07.2003 № 663

³ Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.1998 г., с изм. От 30.12.2008 № 309-ФЗ.

Установка с применением низкотемпературного плазмотрона для проведения подобных процессов существует в ООО НПП «Гиперон» (г. Дмитров Московской области).

В Волгограде на ПО «Химпром» должна быть внедрена американская установка по плазменному разложению ПХБ (данные 2004-2005 г.г.).

Предполагаемая схема подготовки к термическому обезвреживанию «арктических» отходов ПХБ следующая:

1. Выбор типа установки термического обезвреживания.
2. Создание станции термического обезвреживания в составе двух печей мощностью не менее 500 кг/час (мощность уточнится по мере определения уничтожаемых отходов ПХБ). Две печи нужны потому, что срок службы обмуровки печи составляет, как правило, не более 6000 часов (одна печь в ремонте, другая работает). Станцию термического обезвреживания необходимо разместить в промышленной зоне одного из близлежащих к данной территории городов, выбрав оптимальное расстояние по доставке отходов.
3. Сбор ПХБ в специальные емкости в местах его размещения и доставка его на станцию термического обезвреживания.

Есть еще один немаловажный вопрос в сборе отходов – это дегазация оставшихся после слива ПХБ емкостей (бочек, контейнеров, емкостей и др.). Его надо решать параллельно с основными вопросами, т.к. выбранный дегазационный раствор также должен быть обезврежен термически.

На сборе, прессовке и прочих операциях с металлоломом останавливаться нет смысла.

Для полноты экологической картины при составлении кадастра необходимо взять пробы грунта на содержание ПХБ, чтобы решать вопрос о необходимости рекультивации почвы, а при нахождении источника ПХБ у водоема и пробы воды на содержание ПХБ.

Основными затруднениями в данной работе будет получение сведений о ПХБ-содержащих отходах и выбор места постройки станции термического обезвреживания, поэтому необходимо предусмотреть элементы мотивации данных вопросов.

Решение проблемы ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в Арктической зоне Российской Федерации

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) относятся к числу СОЗ и могут быть источниками более токсичных полихлордибензодиоксинов (ПХДД) и полихлордибензофуранов (ПХДФ). Стойкие органические загрязнители (СОЗ) представляют собой особую группу органических веществ, которые признаны международным сообществом как представляющие значительную опасность для здоровья человека и окружающей среды. Общие свойства СОЗ - чрезвычайно высокая токсичность, способность накапливаться в тканях живых организмов, длительное время сохраняться в окружающей среде и крайне медленно разрушаться под воздействием естественных природных факторов. Опасность ПХБ, как и других СОЗ, состоит также в том, что они переносятся на большие расстояния вместе с течениями воды и потоками воздуха, перемещаясь в регионы, значительно отдаленные от первоначального источника. В настоящее время ПХБ обнаружены практически везде, даже в полярных областях, где их никогда не производили и не применяли. Атмосферный перенос в Арктику от источников загрязнения в низких широтах может занять от нескольких дней до нескольких недель. Кроме атмосферных потоков воздуха, также речные и морские течения доставляют загрязняющие вещества в Арктику и распространяют их по ее территории. В РФ Енисей, Обь и другие северные реки являются источником доставки загрязняющих веществ в Арктический регион, особенно в период паводков. Некоторые из крупнейших промышленных центров России располагаются на берегах рек, впадающих в арктические моря. В проблеме загрязнения северных областей ПХБ, помимо переноса от внешних источников, большое значение имеет и промышленная деятельность в арктических регионах, где расположены крупные источники загрязнения окружающей среды (Норильский горно-металлургический комплекс, западносибирские предприятия нефтегазовой отрасли и др.). Загрязнение Арктики СОЗ среди прочих причин объясняется и специфическими климатическими условиями, присущими арктическим областям. Специфические климатические условия: низкая температура и отсутствие света зимой способствуют увеличению периода естественного разложения ПХБ и других СОЗ и их интенсивному накоплению в объектах окружающей среды.

Фоновые концентрации ПХБ обнаружены во всех объектах окружающей среды Арктики - почве, донных отложениях, атмосферном воздухе. Следует отметить, что самые высокие фоновые уровни ПХБ в атмосферном воздухе для глобальной Арктики наблюдались в 2008 г. на Чукотке на метеостанции Валькарай. Распределение конгенов

ПХБ в воздухе в Валькаркае практически соответствовало составу Совола - технической смеси ПХБ, производимой в СССР.

К настоящему времени доказано, что ПХБ обладают выраженным эмбриотоксическим и потенциальным канцерогенным эффектами. Однако самое опасное их влияние заключается в мутагенном действии. Опасность ПХБ заключается в их способности к передаче по пищевой цепи и аккумуляции в крови и жиросодержащих органах рыб и животных даже при низких концентрациях ПХБ в компонентах природной среды. Высокий удельный вес жиров в структуре традиционного питания коренных народов Севера способствует избыточному поступлению ПХБ и других СОЗ в организм человека. Особый риск вредного воздействия возникает при беременности, поскольку ПХБ, как и другие СОЗ, легко переносятся через плацентарный барьер, поступая в организм в период внутриутробного развития.

1. Количественная оценка отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) производились в промышленности, главным образом, для использования в качестве диэлектриков в трансформаторах и конденсаторах, а также для иных видов применения: лаки, краски, покрытия, жидкие теплоносители, и др. В РФ производство ПХБ прекращено в 90-93 гг., однако они продолжают использоваться в электротехническом оборудовании.

ПХБ являются одними из наиболее устойчивых известных химических веществ. Низкая диэлектрическая постоянная и высокая точка кипения сделали их идеальными для использования в качестве жидкого диэлектрика в электроконденсаторах и электротрансформаторах.

Помимо электротрансформаторов и конденсаторов, ПХБ имели много иных видов применения: лаки, воски, синтетические смолы, эпоксидные краски и краски для подводных частей кораблей, покрытия, смазочно-охлаждающие эмульсии, жидкие теплоносители, рабочие жидкости и др.

Виды промышленных ПХБ в Российской Федерации

В бывшем СССР К.А. Андрианов получил ПХБ методом хлорирования бифенила в 1934 г. Этот же способ применялся и для промышленного производства. В бывшем СССР и позднее в России промышленное применение нашли трихлорбифенил (ТХБ), пентахлорбифенил и его смесь с тетрахлорбифенилом, выделяемые из продуктов процесса хлорирования бифенила. ПХБ-продукцию можно классифицировать по следующим типам:

- совол пластификаторный и совол электроизоляционный;
- совтол-10 (смесь совола с 1,2,4-трихлорбензолом в соотношении 9:1);
- трихлорбифенил (ТХБ).

Совол пластификаторный использовался, в основном, в качестве добавки лакокрасочными предприятиями для улучшения свойств красок, а также при изготовлении различных смазок. Объем выпущенной до 1993 г. лакокрасочной и смазочной продукции, содержащей ПХБ в качестве добавок, полностью реализован и израсходован.

Совол пластификаторный и *совол электроизоляционный* незначительно отличались удельным весом, вязкостью, температурой затвердевания и др. К электроизоляционному соволу предъявлялись дополнительные требования по пробивному напряжению, тангенсу угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости.

Совтол-10 использовался в качестве диэлектрической жидкости для трансформаторов типов: ТНЗП – для питания тиристорных преобразователей мощностью от 400-1600 кВт до 10 кВт; ТНЗ – силовые трансформаторы трехфазные с негорючим жидким диэлектриком мощностью от 350-3500 кВт и до 10 кВт. Совтол 10 представлял собой смесь совола с 10% 1,2,4-трихлорбензола. Иногда совтол-10 неправильно называют «трансформаторным маслом» по аналогии с минеральными трансформаторными маслами, что может привести к неправильной оценке содержимого трансформатора.

Трихлорбифенил (ТХБ) использовался в качестве изолирующей жидкости в силовых конденсаторах марки КС.

Производители ПХБ в Российской Федерации

Производителями ПХБ в СССР, а затем России были ПО «Оргстекло» (г. Дзержинск Нижегородской области) и ПО «Оргсинтез» (г. Новомосковск Тульской области). На этих предприятиях выпускались совол, совтол. Трихлорбифенил производился только в г. Дзержинск на ПО «Оргстекло».

Производство совола и совтола на ПО "Оргстекло" было начато в 1939 г., трихлорбифенила - в 1968 г. Закрывали производство совтола в 1987 г., трихлорбифенила - в 1990 г., совола - в 1990 г.

Производство совола и совтола на Новомосковском ОАО "Оргсинтез" было начато в 1972 г. Прекратили выпуск совола в 1993 г., а совтола – в 1990 г.

За весь период работы этих заводов с 1939 г. по 1993 г. было произведено около 180 тыс. т различных марок ПХБ (см. таблицу 1).

Таблица.1 Производство ПХБ (тысяч тонн) предприятиями «Оргстекло» (г. Дзержинск) и «Оргсинтез» (г. Новомосковск)

ПХБ	«Оргстекло»		«Оргсинтез»		Всего
	производство	период	производство	период	
Совол	43	1939-1990	9,5	1972-1993	52,5
Совтол	32	1939-1987	25	1972-1990	57
ТХБ	70	1968-1990	-	-	70
Всего:	145		34,5		179,5

После 1990-93 гг. эти производства полностью прекратили выпуск ПХБ, никаких запасов ПХБ не осталось. По данным предприятий, в настоящее время все оборудование демонтировано и после промывки растворителем до отсутствия ПХБ сдано в металлолом. Растворитель, содержащий ПХБ, уничтожен сжиганием.

ПХБ-содержащее электрооборудование в РФ

Электрооборудование в виде силовых трансформаторов и конденсаторов различной мощности могут содержать ПХБ следующего состава:

- в трансформаторах - совтол-10 (90% ПХБ и 10% 1,2,4-трихлорбензола);
- в конденсаторах – 100% ТХБ.

Трансформаторы

Основным изготовителем негорючих трансформаторов с заполнением совтолом-10 был Чирчикский трансформаторный завод (г. Чирчик, Ташкентская область, Узбекистан). Следует отметить, что небольшое количество ПХБ-содержащих трансформаторов на начальном этапе было изготовлено на заводе «Уралхиммаш» и Московском электрозаводе.

Во всех же российских крупных трансформаторах, заполненных ПХБ, внутри имеются деревянные бруски, изготовленные из сухого бука, и предназначенные для крепления обмоток в горизонтальной плоскости и поддержки и закрепления их в вертикальной плоскости. Кроме них, в трансформаторах имеются картонные элементы толщиной от 3 до 20 мм для разделения (слоев) обмоток в тангенциальном и вертикальном направлениях, а также 2-3 жестких картонных прямоугольных каркаса, предназначенных для изоляции кернов от обмоток (керны - это собственно прямоугольные параллелепипеды - их может быть 2 или 3, образованные пластинами сердечника, вокруг которых и намотан провод обмоток). Общий вес картона и дерева составляет не более 20 % от веса всей активной части трансформатора. Все свободное внутреннее пространство в больших трансформаторах заполнено ПХБ содержащей жидкостью, масса которой в среднем составляет около 33 % от массы всего трансформатора.

Знание марок ПХБ-содержащих и трансформаторов и конденсаторов помогает избежать ошибок при поиске содержащего ПХБ оборудования.

Марки и характеристики ПХБ-содержащих трансформаторов представлены в таблице 2.

Таблица 2 Марки и характеристики трансформаторов, содержащих ПХБ

№	Марка трансформатора	Суммарная мощность, kVA _r	Содержание совтола в изделии, т
1	ТНЗ-25/10	19750	0,16
2	ТНЗ-40/10	51760	0,205
3	ТНЗ-630/10	136080	1,0
4	ТНЗП-630/10	83160	1,0
5	ТНЗ-1000/10	1110000	1,676
6	ТНЗП-1000/10	312000	1,786
7	ТНЗПУ-1000/10	94000	2,21
8	ТНЗ-1600/10	2617600	2,765
9	ТНЗП-1600/10	248000	2,85
10	ТНЗ-2500/10	3430000	2,98

Конденсаторы

Для изготовления конденсаторов использовался трихлорбифенил (ТХБ).

В зависимости от установленной мощности для разных типов конденсаторов менялся расход ТХБ.

Конденсаторы, подобно трансформаторам, представляют собой герметические контейнеры, имеющие внутри активные сердцевины. Сердцевина конденсатора представляет собой рулон из двух длинных полос алюминиевой фольги, разделенных изолирующей пленкой. Эта пленка может быть из оксида алюминия (в низковольтных “электролитических” конденсаторах), полипропилена, бумаги и др. изолирующих материалов, причем в “больших” конденсаторах она часто бывает пропитана ПХБ. В этих конденсаторах обычно все свободное пространство заполнено трихлорбифенилом. Какие-либо другие, в том числе крепежные детали, в конденсаторах, как правило, отсутствуют.

Производство силовых конденсаторов с использованием в качестве изолирующей жидкости ТХБ осуществлялось в г.Серпухове (Россия), а также в г.Усть-Каменогорске (Казахстан).

Марки и характеристики основных типов конденсаторов, залитых ТХБ представлены в таблице 3.

Таблица 3 Марки и характеристики основных типов конденсаторов, залитых ПХБ

Тип конденсатора	Габаритные размеры, мм	Количество ПХБ (трихлорбифенил), кг	Тип твердого диэлектрика
КШС-6.3-50	380x120x650	23	Бумага
КС2-1,05-60-У1	380x120x650	23	Бумага
КС-2-10.5-75-2У3	380x120x650	23	Бумага
КС-2-10,5-50-2У3;	380x120x650	23	Бумага
КС-2-6,3-75-2У3	380x120x650	23	Бумага
КСК-2-10,5-150-2У3	380x120x650	19	Бумага-пленка
КСК-1-10,5-75-2У3	380x120x335	10	Бумага-пленка
КС-2-0,38-36-2У3	380x120x650	23	Бумага
КС1-0,66-20-1У1	380x120x350	12	Бумага
КС1-0,66-20-1У3	380x120x350	12	Бумага
КС1-0,66-40-1У1	380x120x350	12	Бумага
КСА-0,66-20	380x120x350	12	Бумага
КС2-1,05-60-2У1	380x120x650	23	Бумага
КС2-0,38-50-У1	380x120x650	23	Бумага
КС2-1,05-60-1У1	380x120x650	23	Бумага
КС2-0,66-40-2У1	380x120x650	23	Бумага
КСК2-10,5-125-1У1	380x120x650	19	Бумага-пленка
КС2-6,3-75	380x120x650	23	Бумага
КСА-0,66-20-У1	380x120x350	12	Бумага

В период 60-80 годов конструкция конденсаторов подвергалась неоднократной модернизации, поэтому в таблице 3 даны средние значения количества ПХБ, заливаемые в указанные конденсаторы. Реальное количество ПХБ, залитое в конденсатор, может отличаться от среднего на 10-15%.

По технологии производства электроэнергии в электроэнергетике конденсаторы с ПХБ-содержащими жидкостями используются только в электрических сетях.

На электростанциях оборудование с ПХБ-содержащими жидкостями не используется. Кроме того, в электроэнергетике не использовались и не используются трансформаторы, залитые ПХБ-содержащими жидкостями. В электроэнергетике используются трансформаторы, в которых в качестве электроизоляционных жидкостей используются минеральные трансформаторные масла, не содержащие компонент на основе ПХБ.

Производство ПХБ-содержащего оборудования завершено в 1997 году.

Стандарты на ПХБ и ПХБ-содержащее оборудование

Все ПХБ и ПХБ-содержащее оборудование выпускалось в СССР и потом в России по следующим стандартам:

1. ГОСТ 16555-75. Трансформаторы силовые трехфазные герметичные масляные и с негорючим жидким диэлектриком.
2. ГОСТ 1282-79. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности электроустановок переменного тока частоты 50 и 60 гц.
3. Отраслевой стандарт ОСТ 6-01-43-79. Материалы электроизоляционные жидкие. Трихлордифенил. Технические условия.
4. Отраслевой стандарт ОСТ 6-01-17-74. Материалы электроизоляционные жидкие. Совтол-10.

Данные о количестве ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в Российской Федерации

Инвентаризация ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования проводилась в РФ в 2000 г. Основанием для проведения инвентаризации явились:

- Приказ Государственный комитет РФ по охране окружающей среды от 23.02.1999 № 76 «О проведении на территории Российской Федерации инвентаризации производств, оборудования, материалов, использующих или содержащих полихлорированные бифенилы (ПХБ), а также ПХБ-содержащих отходов», и
- Приказ Государственный комитет РФ по охране окружающей среды от 13.04.1999 № 165 «О рекомендациях для целей инвентаризации на территории Российской Федерации производств, оборудования, материалов, использующих или содержащих ПХБ, а также ПХБ содержащих отходов».

После этого, в период 2000. - 2010 гг. инвентаризации ПХБ на федеральном уровне не производилось. По имеющейся информации к настоящему времени отдельные

регионы, а также отдельные ведомства по собственной инициативе проводят инвентаризацию. Так в Минэнерго России была проведена инвентаризация в компаниях ТЭК (топливно-энергетического комплекса) в IV квартале 2009 г.⁴

Инвентаризация ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования 2000 г. базировалась на данных, полученных от промышленных предприятий, а также территориальных природоохранных органов.

К возможным объектам нахождения ПХБ в России относятся электротехническое оборудование (конденсаторы, трансформаторы) на объектах топливно-энергетического комплекса, черной и цветной металлургии, химического, нефтехимического и лесопромышленного комплексов, машиностроения, других отраслей экономики.

Для проведения инвентаризации на единой методологической основе были подготовлены и направлены во все территориальные комитеты приказы Госкомэкологии России:

- от 23.02.99 № 76 "О проведении на территории Российской Федерации инвентаризации производств, оборудования, материалов, использующих или содержащих полихлорированные бифенилы (ПХБ), а также ПХБ-содержащих отходов";
- 13.04.99 № 165 "О Рекомендациях для целей инвентаризации на территории Российской Федерации производств, оборудования, материалов, использующих или содержащих ПХБ, а также ПХБ-содержащих отходов"

В Приложении 1 представлены форматы, по которым проводилась первичная инвентаризация, на основании которой экспертами оценивалась полнота и надежность представленных данных и составлялась суммарная информация о наличии ПХБ и ПХБ-содержащего электрооборудования в Федеральных округах и субъектах Российской Федерации. В настоящее время процедура и форматы типовых документов с учетом опыта проведения инвентаризации и требований настоящего проекта могут быть значительно усовершенствованы.

Всего инвентаризацией было охвачено приблизительно 950 крупных и средних предприятий РФ, что, согласно экспертным оценкам, составляет около 80% от общего количества предприятий, на которых может быть ПХБ или ПХБ-содержащее оборудование. Сведения о ПХБ и ПХБ-содержащем оборудовании для предприятий промышленности РФ даны в Приложении 3.

⁴ О публикации результатов инвентаризации в открытой печати консультанту не известно. У консультанта не было доступа к результатам инвентаризации ТЭК.

Министерство обороны в данной инвентаризации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования не участвовало, так как в состав применяемых в настоящее время в военной технике жидкостей и масел ПХБ не входят.

Данные о наличии ПХБ-содержащих жидкостей по Министерству путей сообщения России (МПС) в рамках данного проекта не собирались, так как не представлялось возможным охватить всю сеть железнодорожных предприятий, насчитывающую примерно 6000 предприятий. Учитывая, что железнодорожный транспорт является энергоемкой отраслью нельзя исключить возможность применения там ПХБ-содержащего оборудования. По экспертным оценкам объем ПХБ-содержащих жидкостей в указанном оборудовании, распределенном по территории Российской Федерации, может достигать до 1000 т.

Следует отметить, что при проведении инвентаризации оказалось, что многие предприятия не имеют информации о составе масел, находящихся в электротехническом оборудовании, так как в сопроводительных документах на оборудование не всегда содержатся сведения о наличии ПХБ.

В связи с этим не исключено, что в результате проверок, проведенных межрайонными, районными, городскими и областными комитетами по охране окружающей среды, на предприятиях ряда регионов России не удалось в полном объеме выявить оборудование, содержащее ПХБ.

Субъекты Российской Федерации, на территории которых не используется ПХБ-содержащее оборудование (по данным субъектов):

- Республика Дагестан,
- Республика Коми,
- Республика Ингушетия,
- Архангельская область,
- Коми-Пермяцкий АО,
- Корякский АО,
- Таймырский АО,
- Чукотский АО,
- Эвенкийский АО,
- Псковская область,
- Республика Калмыкия,
- Северная Осетия (Алания),
- Еврейская автономная область,
- Амурская область,

- Магаданская область,
- Томская область,
- Новгородская область,
- Республика Башкортостан,
- Ульяновская область.

Данные инвентаризации электротехнического оборудования и содержащегося в нем ПХБ позволили выявить в РФ около 7500 трансформаторов и около 340000 конденсаторов с общим количеством ПХБ ~ 21000 т. Данные инвентаризации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в субъектах РФ представлены в Приложении 2.

С учетом того, что не все предприятия, а также не все отрасли экономики были затронуты инвентаризацией (например, железнодорожный транспорт), общее возможное количество ПХБ в РФ, согласно экспертной оценке, составляет 28000-30000 т. Количество имеющихся трансформаторов ~ 10000, а количество конденсаторов ~ 450000.

Данные о количестве ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗ РФ

Наличие ПХБ-содержащего оборудования (трансформаторы и конденсаторы) по данным инвентаризации 2000 г. было установлено:

- в Мурманской области,
- в Ямало-Ненецком автономном округе,
- в Красноярском крае,
- в Республике Саха (Якутия).

Не установлено наличие ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования:

- в Архангельской области,
- в Республике Коми,
- в Ненецком,
- в Чукотском автономных округах.

Как установлено по данным инвентаризации на территориях, относимых к Арктической зоне РФ, находится около 1269 т ПХБ.

Количество ПХБ-содержащих трансформаторов составляет 644 единиц (1204 т ПХБ). В зависимости от марки трансформатора количество ПХБ в единице оборудования может составлять величину от 160 кг до 3 тонн.

Количество ПХБ-содержащих конденсаторов составляет 3422 единиц (65 т ПХБ).

Для разных типов конденсаторов количество ПХБ в единице оборудования варьирует от 12 до 23 кг.

Таким образом, основное количество ПХБ размещено в силовых трансформаторах, что составляет около 95% от общего объема ПХБ (1204 т). В конденсаторах размещено около 5 % от всего ПХБ (65 тонн ПХБ).

Почти все запасы ПХБ сосредоточены в Красноярском крае – 990 т (78% от всего количества) и в Ямало-Ненецком автономном округе – 235 т (18,5 %).

В Красноярском крае сосредоточено наибольшее количество трансформаторов (466 единиц) и конденсаторов (2919 единиц) с ПХБ-наполнением.

В Мурманской области все количество ПХБ (36 т) находится только в ПХБ-содержащих трансформаторах (13 единиц).

В Республике Саха (Якутия) ПХБ (8т) находится только в ПХБ-содержащих конденсаторах.

На сегодняшний день необходима актуализация данных, чтобы точно установить количество ПХБ-содержащего оборудования, находящегося в эксплуатации, и количество неэксплуатируемого оборудования в резерве, а также выведенного из эксплуатации. Требуется установления и количество ПХБ, слитого из оборудования. Для получения актуальных данных по ПХБ в АЗРФ необходимо провести дополнительную инвентаризацию запасов ПХБ, оборудования и отходов, содержащих ПХБ.

Информация о наличии ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в субъектах АЗ РФ представлена в таблице 4.

Таблица 4 Количество ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в регионах АЗРФ

Субъект РФ	Количество, единиц		Количество ПХБ, тонн		
	трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
				в трансформаторах	в конденсаторах
1	2	3	4	5	6
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ					
Мурманская область	13	-	36	36	-
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ					
Ямало-Ненецкий автономный округ	165	41	235	234	1
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ					
Красноярский край	466	2919	990	934	56
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ					
Республика Саха (Якутия)	-	462	8	-	8
Всего в АЗРФ	644	3422	1269	1204	65

2. Основные места размещения отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗ РФ

В таблице 5 представлены сведения о размещении ПХБ-содержащего оборудования на предприятиях различных отраслей промышленности, расположенных непосредствен в АЗ РФ. По данным инвентаризации в АЗРФ ПХБ-содержащее оборудование имеется у 27 предприятий в четырех субъектах РФ:

- Мурманская область,
- Ямало-Ненецкий автономный округ,
- Красноярский край;
- Республика Саха (Якутия).

Не установлено наличие ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в субъектах:

- Архангельская область,
- Республика Коми,
- Ненецкий автономный округ;
- Чукотский автоном округ.

Почти все количество ПХБ в ПЗРФ сосредоточено в Красноярском крае и в Ямало-Ненецком автономном округе.

В Красноярском крае наибольшее количество ПХБ (всего в крае около 990т) и ПХБ-содержащего оборудования сосредоточено в городах:

- г. Красноярск – около 396 т ПХБ в 197 трансформаторах и 821 конденсаторах; крупный владелец - Красноярский целлюлозно-бумажный комбинат (Красноярский ЦБК), где находится около 290 т ПХБ в 151 трансформаторах и 242 конденсаторах. ОАО «Красноярскэнерго» является крупным владельцем ПХБ – содержащих конденсаторов – 1669 единиц;
- г. Норильск - около 461 т ПХБ в 223 трансформаторах и 397 конденсаторах, единственный владелец - Норильский горнометаллургический комбинат.

В 2010 г. на базе Красноярского ЦБК функционирует ООО «Енисейский целлюлозно-бумажный комбинат». Собственник комбината - компания "Русский алюминий" ("Базовый элемент"), которая управляет ООО "Енисейский ЦБК", которым управляет через дочернюю структуру ЛПК "Континенталь менеджмент". В состав ООО «Енисейский целлюлозно-бумажный комбинат» входят:

- производство целлюлозы и полуцеллюлозы),
- бумажная фабрика,

- фабрика тарного картона и др.

В Ямало-Ненецком автономном округе наибольшие количества ПХБ (всего в округе около 235 т) и ПХБ-содержащего оборудования сосредоточены в городах:

- г. Новый Уренгой – около 118 т ПХБ в 67 трансформаторах;
- г. Ноябрьск - около 114 т ПХБ в 75 трансформаторах и 41 конденсаторах.

Некоторые крупные предприятия начали ликвидацию ПХБ-содержащего оборудования по собственной инициативе за счет собственных средств.

Например, Открытое акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» (ОАО «МРСК Сибири»)⁵ начала вывод из эксплуатации и утилизацию оборудования, содержащего ПХБ.

В состав «МРСК Сибири» входят филиалы:

- Алтайэнерго,
- Бурятэнерго,
- Горно-Алтайские электрические сети,
- Красноярскэнерго,
- Кузбассэнерго-РЭС,
- Омскэнерго,
- Хакасэнерго,
- Читаэнерго.
- ОАО «Томская распределительная компания»
- ОАО «Улан-Удэ Энерго»,
- ОАО «Тываэнерго».

«МРСК Сибири» будет выведено из эксплуатации к 2015 г. оборудование, содержащее ПХБ в количестве 28 т. Для реализации экологических задач была разработана и утверждена «Программа реализации экологической политики ОАО «МРСК Сибири» на 2008-2010 г.г.».

«МРСК Сибири» в мае 2009 года получила единую лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов.

ФОРМА СОБСТВЕННОСТИ «МРСК Сибири» - ГОСУДАРСТВЕННАЯ? РЕКВИЗИТЫ КОМПАНИИ (ЕСЛИ ИМЕЮТСЯ)?

⁵ ОАО «МРСК Сибири». Адрес: Россия, 660021, г. Красноярск, ул. Богграда, 144а. Телефон: +7 (391) 274-41-74. Факс: +7 (391) 274-41-25. e-mail: mrsk@mrsks.ru, www.mrsk-sib.ru. Генеральный директор А. В. Антропенко.

Хранилища для отходов ПХБ

В Красноярском крае в 2006 году ЗАО «Зелёный город» был введен в эксплуатацию полигон «Серебристый». Полигон «Серебристый» является предприятием по безопасному размещению отходов 1-2 класса опасности. Полигон находится на расстоянии 3,1 км юго-западнее с. Кузнецово, Березовского района Красноярского края. Полигон «Серебристый» является единственным в Красноярском крае предприятием, которое может обеспечить экологическую безопасность размещения всего спектра высокотоксичных отходов. В числе отходов, которые могут быть приняты на полигон, основное место занимают:

- химические отходы,
- просроченные и запрещенные к применению пестициды и агрохимикаты,
- отходы, содержащие ПХБ.

Мощность полигона составляет 12 000 м³.

Таблица 5 Основные места нахождения в АЗ РФ ПХБ и ПХБ-содержащего электротехнического оборудования

№ п/п	Наименование предприятия	Отрасль промышленности	Адрес предприятия	Количество, шт.		Количество ПХБ, тонн		
				трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
								в трансформаторах
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ								
<i>Мурманская обл.</i>								
1.	ОАО «Апатит»	Горнодобывающая	184250, г. Кировск, ул. Ленинградская, 1	13	-	35,92	35,92	-
	Итого:			13	-	35,92	35,92	-
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ								
<i>Ямало-Ненецкий автономный округ</i>								
1.	ООО «Уренгойгазпром» («УГП»)	Нефтегазодобыча	629300, г. Новый Уренгой, ул. Железнодорожная, 8	27	-	76,95	76,95	-
2.	МУП ЖКХ	Жилищно-коммунальная	628611, г. Нижневартовск	21	-	2,688	2,688	-
3.	МЖКП «Лимбей»	Электроэнергетика	626671, г. Новый Уренгой, р.п. Лимбяха	18	-	9,6	9,6	-
4.	Управление жилищно-коммунального комплекса, энергетики, транспорта и	Жилищно-коммунальная	629320, г. Новый Уренгой	3	-	4,5	4,5	-

№ п/п	Наименование предприятия	Отрасль промышленности	Адрес предприятия	Количество, шт.		Количество ПХБ, тонн		
				трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
							в трансформаторах	в конденсаторах
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	связи Администрации г. Новый Уренгой							
5.	ЗАО «Уренгойгидромеханизация»	Строительная	629320, г. Новый Уренгой, ул. Октябрьская, 22	7	-	10,5	10,5	-
6.	ЗАО «Роспан Интернешнл»	Нефтегазодобыча	629300, г. Новый Уренгой, ул. Геологоразведчиков, 16в	12	-	16,5	16,5	-
7.	ОАО «Ямалтрансстрой»	Строительная	629400, г. Лабытнанги, ул. Обская, 39	2	-	0,911	0,911	-
8.	«Ноябрьскгаздобыча»	Нефтегазодобыча	629806, г. Ноябрьск, ул. Республики, 20	18	21	27,72	27,3	0,42*
9.	Ноябрьское управление магистральных трубопроводов (НУМТ)	Нефтехимическая.	629800, г. Ноябрьск	57	20	85,5	85,1	0,4*
	Итого:			165	41	234,869	234,049	0,82
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ								
<i>Красноярский край</i>								
1.	ОАО «Красцветмет»	Цветная металлургия	660027, г. Красноярск, Транспортный проезд, 1	-	579	5,8	-	5,8

№ п/п	Наименование предприятия	Отрасль промышленности	Адрес предприятия	Количество, шт.		Количество ПХБ, тонн		
				трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	ОАО «ПО Красноярский завод комбайнов»	Машиностроение	660049, г. Красноярск, ул. Профсоюзов, 3	8	-	32,02	32,02	-
3.	ОАО «Эмальпосуда»	Металлообработывающая	663600, г. Канск, ул. Володарского, 1	2	-	3,0	3,0	-
4.	ОАО «Каннский кожевенный завод»	Легкая	663606, г. Канск, 9-й км Тасеевского тракта	7	12	10,74	10,50	0,24*
5.	ОАО «Каннский комбинат стройматериалов»	Промышленность строительных материалов	663614, г. Канск, пер. Панельный, 2	5	-	7,5	7,5	-
6.	Дистанция водоснабжения		663800, г. Иланский	3	9	4,68	4,5	0,18*
7.	ОАО «Восточно-Сибирский завод металлоконструкций»	Промышленность строительных материалов	662200, г. Назарово, ул. Ленина, 5	13	2	20,0	19,96	0,04*
8.	ОАО «Ачинский глиноземный комбинат»	Промышленность строительных	622150, г. Ачинск, Южная Промзона, квартал IX	16	-	50,24	50,24	-

№ п/п	Наименование предприятия	Отрасль промышленности	Адрес предприятия	Количество, шт.		Количество ПХБ, тонн		
				трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
							в трансформаторах	в конденсаторах
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		материалов						
9.	ОАО «Красноярскэнерго», Северные электрические сети	Электро- энергетика	663131, г. Лесосибирск, ул. Горького, 126	-	1668	38,364	-	38,364
10	ОАО «Красноярскэнерго», СВЭС	Электро- энергетика	663491, г. Кодинск, Промзона, РПБ	-	6	0,138	-	0,138
11.	ОАО «Таймырэнерго», Усть-Хантайская ГЭС	Электро- энергетика	663253, пос. Снежногорск	-	4	0,048	-	0,048
12.	ОАО «Металлургический завод Сибэлектросталь»	Металлурги- ческая	660050, г. Красноярск, ул. Кутузова, 1	38	-	66,35	66,35	-
13.	ОАО «Норильский горнометаллургический комбинат им. А.П.Завенягина»	Цветная металлургия	663300, г. Норильск, пл. Гвардейская, 2	223	397	460,95	454,12	6,83
14.	ОАО «Красноярский ЦБК»	Целлюлозно- бумажная и лесохимиче- ская	660004, г. Красноярск, ул. 26 Бакинских комиссаров, 8	151	242	290,48	286,32	4,16
	Итого:			466	2919	990,31	934,51	55,8
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ								
<i>Республика Саха (Якутия)</i>								

№ п/п	Наименование предприятия	Отрасль промышленности	Адрес предприятия	Количество, шт.		Количество ПХБ, тонн		
				трансформаторов	конденсаторов	Всего	В том числе	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	ОАО «Якутскэнерго», Южно-Якутские электрические сети	Электро- энергетика	678900, г. Алдан, ул. Линейная, 4	-	242	3,072	-	3,072
2.	ОАО «Якутскэнерго», Нерюнгринская ГРЭС	Электро- энергетика	678900, г. Нерюнгри, пос. Серебряный бор	-	24	0,552	-	0,552
3.	ОАО «Магаданэнерго», Западные электрические сети	Электро- энергетика	678730, Оймяконский р-он, пос. Усть-Нера, ул. Коммунистическая	-	196	4,508	-	4,508
	Итого:			-	462	8,132	-	8,132

3. Описание системы управления сбором и утилизации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ, включая очистку электротехнического оборудования и контейнеров от ПХБ, утилизацию жидких ПХБ, утилизацию конденсаторов, частей трансформаторов и контейнеров, промывки трансформаторов

Система управления сбором и утилизации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ включает в себя организацию следующих основополагающих действий:

- проведение полномасштабной инвентаризации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ
- безопасное хранение запасов ПХБ и ПХБ-содержащих отходов (в том числе и неэксплуатируемого оборудования) в АЗРФ, обеспечение безопасной транспортировки ПХБ-содержащих отходов и оборудования;
- обезвреживание ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ;
- мониторинг окружающей среды на объектах эксплуатации, хранения, уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ

1) Проведение полномасштабной детальной инвентаризации и регистрации запасов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования и мест их размещения

Проведение полномасштабной детальной инвентаризации и регистрации запасов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования и мест их размещения является первоочередной задачей решения проблемы, поскольку предварительная инвентаризация проводилась в 2000 г.

ПХБ - содержащие жидкости на сегодняшний день существуют в качестве:

- жидкостей, хранящихся в закрытых контейнерах;
- жидких отходов, слитых из трансформаторов и конденсаторов;
- диэлектрической жидкости в трансформаторах и конденсаторах;
- остатков в контейнерах, трансформаторах и конденсаторах и их

компонентах после слива ПХБ содержащей жидкости.

Для проведения полномасштабной инвентаризации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в регионах АЗРФ необходимы:

- организационное обеспечение для проведения полномасштабной инвентаризации ПХБ-содержащего оборудования;

- организация маркировки ПХБ-содержащего оборудования с выявлением оборудования, находящегося в аварийном состоянии и требующего первоочередной утилизации.

Результатом инвентаризации должен быть реестр ПХБ-содержащего оборудования, запасов, отходов и мест хранения (включая полигоны) ПХБ, причем выявлению подлежат отходы с концентрацией ПХБ более 50 мг/кг.

Реестр ПХБ-содержащего оборудования должен обновляться ежегодно и содержать сведения о наличии:

- оборудование, находящиеся в эксплуатации (конденсаторы, трансформаторы);
- оборудование, выведенное из эксплуатации (конденсаторы, трансформаторы);
- оборудование, находящееся в резерве (конденсаторы, трансформаторы).

По результатам инвентаризации должны быть выявлены приоритетные объекты по поэтапному сокращению ПХБ.

На основе результатов инвентаризации должен быть разработан детальный план мероприятий по ликвидации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования, в котором в первую очередь должны быть предусмотрены следующие действия:

- обеспечение экологически безопасной эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования;
- вывод из эксплуатации и демонтаж находящегося в аварийном состоянии электротехнического оборудования, содержащего ПХБ; обеспечение его экологически безопасного сбора и складирования;
- извлечение и упаковка в герметичные контейнеры загрязненных грунтов в местах утечек ПХБ; обеспечение их экологически безопасного хранения;
- вывоз на хранение выведенного из эксплуатации оборудования, материалов и отходов, содержащих ПХБ на специализированные полигоны;
- мониторинг состояния компонентов окружающей среды на объектах эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования, объектах хранения ПХБ и объектах их уничтожения.

2) Обеспечение безопасного хранения запасов ПХБ и ПХБ-содержащих отходов в АЗРФ

Трансформаторы и конденсаторы имеют длительный срок службы (25-40 лет), поэтому большая часть ПХБ-содержащего оборудования в России по-прежнему находится в эксплуатации.

Загрязнение окружающей среды ПХБ возможно при эксплуатации и демонтаже ПХБ-содержащего оборудования, в случае разлива диэлектрических жидкостей и при аварийных ситуациях. Электротехническое оборудование (трансформаторы конденсаторы), содержащее ПХБ, является потенциальным источником техногенных чрезвычайных ситуаций.

За прошедшее время часть оборудования была выведена из эксплуатации. Как показали данные, полученные при выполнении предварительной инвентаризации, большинство предприятий отправляет вышедшие из строя трансформаторы и конденсаторы, а также слитые ПХБ на хранение в специально отведенные места на территории предприятия.

Среди промышленных предприятий Российской Федерации большинство компаний топливно-энергетического комплекса, на балансе которых имеется содержащее ПХБ оборудование, имеет возможность существенно сократить использование такого оборудования и прекратить его использование оборудования ранее 2025 г.

Сдерживающим фактором существенного сокращения использования ПХБ-содержащего оборудования является:

- недостаток специализированных предприятий по транспортировке содержащих ПХБ жидкостей и загрязненного ПХБ оборудования (транспортировка, утилизация, уничтожение),
- недостаток специализированных предприятий по обращению с содержащими ПХБ жидкостями и загрязненным ПХБ оборудованием (утилизация, уничтожение),
- недостаток специализированных полигонов для безопасного хранения отходов.

Основным условием деятельности по обращению, транспортировке, утилизации ПХБ является соблюдение лицензионных требований, установленных в Российской Федерации.

Лицензирование природоохранной деятельности осуществляется в соответствии с законами Российской Федерации:

- «Об охране окружающей природной среды»;

- "О лицензируемых видах деятельности",
- разработанными в соответствии с указанными законами Положениями, утвержденными Правительством Российской Федерации.

В соответствии с указанными законами лицензированию подлежат следующие виды деятельности, относящиеся к ПХБ:

- складирование;
- перемещение (в том числе трансграничное);
- размещение;
- захоронение;
- утилизация промышленных и иных отходов, материалов и веществ;
- уничтожение.

Требования к обращению с ПХБ и ПХБ-содержащему оборудованию определены в следующих действующих правилах и положениях Российской Федерации:

- Лицензионное законодательство обязывает компании, работающие с ПХБ, получать лицензии и осуществлять деятельность в соответствии с российскими нормами;
- Положения об охране труда описывают требования к охране труда, а также процедуры надзора и контроля над их соблюдением;
- Положение о производственной безопасности на предприятиях с опасными производствами обязывает организовать и осуществлять внутренний контроль над соблюдением правил;
- Правила производственного контроля определяют процедуры определения основных рисков на промышленном предприятии и планирования внутреннего контроля.

В течение периода эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования собственники такого оборудования должны принять на себя следующие обязательства:

- использовать ПХБ только в неповрежденном и герметичном оборудовании;
- обеспечить контроль за использованием оборудования и своевременным выявлением утечек ПХБ;
- не допускать рекуперации ПХБ;
- способствовать выявлению и восстановлению нарушенного состояния территорий, загрязненных ПХБ.

Особое внимание необходимо уделить выводу из эксплуатации поврежденного оборудования, содержащего ПХБ, и хранилищам такого оборудования. Основными видами повреждения конденсаторов являются: механическое повреждение вводов, вздутие корпуса конденсатора, полный пробой конденсатора. Средняя интенсивность

отказов конденсаторов составляет около 0,6% в год от общего количества. При эксплуатации и ремонте действующих трансформаторов происходит утечка совтола в среднем около 10 л в год с одного трансформатора. Данные потери совтола на всех действующих в России трансформаторов оцениваются в 130 т в год.

В России существует свод правил по обращению с опасными веществами, обязательных для выполнения. Эти правила изложены в ГОСТ 12.1.052-97 "Сертификат безопасности материала (вещества). Инструкции по технике безопасности". Пункт 4 данного ГОСТа "Требования к содержанию сертификата безопасности" определяет следующие требования к содержанию сертификата безопасности для любого химического вещества:

1. Название и состав вещества или материала;
2. Информация об изготовителе и поставщике;
3. Вид опасного воздействия и условия его возникновения;
4. Меры первой помощи;
5. Меры пожаро- и взрывобезопасности;
6. Меры по предотвращению и преодолению чрезвычайных ситуаций;
7. Правила обращения и хранения;
8. Охрана труда и меры безопасности персонала;
9. Физические и химические свойства;
10. Химическая активность;
11. Токсичность;
12. Воздействие на окружающую среду;
13. Правила обращения с отходами;
14. Меры безопасности при транспортировке;
15. Международное и национальное законодательство;
16. Дополнительная информация.

Минимизация отходов и загрязнения окружающей среды должна, в первую очередь, заключаться в предотвращении утечек жидкости из любого ПХБ - содержащего оборудования. Необходимо тщательно собирать даже небольшое количество жидкости в специальные контейнеры и затем обеспечить грамотное хранение. Персонал, выполняющий такие операции, должен быть специально подготовлен и обучен методам очистки оборудования.

Когда оборудование выводится из эксплуатации, с ним нужно обращаться осторожно и поместить его на специально оборудованные площадки. Необходимо следить за тем, чтобы не допустить при этом загрязнения складских помещений или других

материалов, включая отходы, с тем, чтобы минимизировать общее количество материалов, классифицируемых как ПХБ-содержащие, и поэтому требующих особых мер безопасности при утилизации.

Любое перемещение, связанное с обслуживанием оборудования, складированием или транспортировкой, необходимо производить так, чтобы избежать проливов и утечек жидкости вплоть до момента ее утилизации.

В тех случаях, когда ПХБ-содержащее оборудование или загрязненное им минеральное масло не могут быть надлежащим образом утилизированы на месте, при хранении таких материалов необходимо обеспечить следующее:

- свести к минимуму экологический риск при транспортировке;
- не допускать проливов и протечек;
- обеспечить хранение таких материалов в надежных контейнерах вплоть до момента утилизации.

Место складирования ПХБ и ПХБ-содержащих оборудования и отходов должно быть четко обозначено согласно требованиям соответствующих норм. Долгосрочное хранение ПХБ допускается при принятии мер, обеспечивающих правильное их хранение и утилизацию.

Ситуация с хранением отходов, содержащих ПХБ, остается сложной, хотя и имеются примеры частичного ее разрешения. В целях повышения экологической безопасности и ликвидации потенциального источника возникновения чрезвычайных экологических ситуаций в Красноярском крае в 2006 году был введен в эксплуатацию уникальный объект регионального значения по размещению отходов 1-2 класса опасности, полигон «Серебристый», являющейся собственностью ЗАО «Зелёный город». Объект ранее принадлежал предприятию «Сибэлектросталь» и предназначался для захоронения отходов 1-2 класса опасности, образующихся в результате производственной деятельности завода. Пункт эксплуатировался с 1976 по 1993 гг.

На настоящий момент полигон «Серебристый» соответствует всем гигиеническим и экологическим требованиям для размещения токсичных отходов. ЗАО «Зелёный город» имеет лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, выданную Енисейским межрегиональным территориальным управлением технологического и экологического надзора Ростехнадзора.

Полигон является единственным в Красноярском крае предприятием, который может обеспечить экологическую безопасность размещения токсичных отходов.

Мощность полигона составляет 12 000 м³. В числе отходов для размещения основное место занимают отходы, содержащие ПХБ, а также пестициды и ядохимикаты.

Отходы поступают на полигон только в специальных герметичных металлических контейнерах, изготовленных из металла толщиной 10 мм и имеющих антикоррозионное покрытие, при приемке заполненного контейнера работником полигона проводится визуальный осмотр контейнера, проверка на радиационный контроль; далее контейнер поступает на специальную площадку, в склады временного хранения, для накопления необходимых объемов; размещение контейнеров с отходами осуществляется в железобетонную емкость, с внутренней и внешней гидроизоляцией, в сухую погоду. Для этого снимаются плиты автокраном с половины одного отсека емкости и устанавливаются контейнеры. После складирования контейнеров монтируются снятые плиты перекрытия, и покрывается водонепроницаемым покрытием. С целью контроля экологической безопасности данной технологии складирования токсичных отходов на объекте предусмотрен ежемесячный экологический мониторинг аккредитованной лабораторией.

3) Обезвреживание ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ

Обезвреживание ПХБ-содержащего оборудования включает в себя проведение следующих действий:

- слив ПХБ,
- отмывку оборудования,
- обезвреживание оборудования,
- уничтожение ПХБ и ПХБ-загрязненных отходов.

Слив ПХБ из конденсаторов

Слив ПХБ из конденсаторов затруднен из-за конструктивных особенностей – его внутреннего заполнения, не удастся слить более, чем 50% содержащегося ПХБ.

По этой причине методы обезвреживания ПХБ-содержащих конденсаторов отличаются от методов для трансформаторов.

Слив ПХБ из трансформаторов

Первым этапом при обработке трансформаторов, содержащих ПХБ, является слив диэлектрической жидкости из них. При наличии нижнего сливного клапана и верхнего вентиляционного клапана такая операция слива представляется достаточно простой. Фактически же эта операция не является простой по целому ряду причин:

- сливной клапан обычно установлен не в днище корпуса, а на боковой поверхности трансформатора. Поэтому при объемном сливе жидкости на днище остается часть ПХБ, которую невозможно слить. Для полноты слива ПХБ трансформатор наклоняют, для чего необходимо специальное приспособление;

- российский совтол-10 (90% ПХБ и 10% трихлорбензола) представляет собой исключительно вязкую жидкость, поэтому трансформатор, перед сливом ПХБ, если температура ниже 20-25°C, необходимо нагреть;

- слив жидкости затрудняют небольшие промежутки между внутренними элементами трансформатора;

- деревянный крепеж, картон и бумага являются пористыми материалами и хорошо удерживают ПХБ.

После слива ПХБ из трансформатора стенки корпуса, электротехнические обмотки и пакеты трансформаторного железа, загрязнены тонким слоем ПХБ. Остаточное количество ПХБ по данным проведенных исследований, составляет от 2% до 10 % от веса ПХБ, залитого в трансформатор.

После удаления ПХБ содержащей жидкости трансформаторы, конденсаторы и контейнеры рассматриваются как ПХБ загрязненные отходы, которые необходимо утилизировать экологически приемлемым способом.

В РФ отсутствуют требования, регламентирующие содержание ПХБ в отходах.

РФ в 2002 г. присоединилась к Стокгольмской конвенции по СОЗ, подписанной в мае 2001 года. Поэтому в своей деятельности по очистке трансформаторов от ПХБ и последующей утилизации металлов из них российским предприятиям и контролирующим службам необходимо придерживаться нормативов и требований, принятых Стокгольмской конвенцией, в соответствии с которой к 2025 году:

- должно быть выведено из эксплуатации любое оборудование, содержащее более 0,05% масс.⁶ ПХБ и более 5 литров ПХБ;

- по мере возможности должно быть выведено и оборудование, содержащее более 50 ppm⁷ ПХБ и более 0,05 литров ПХБ;

- ПХБ содержащее оборудование не подлежит экспорту или импорту за исключением случаев утилизации отходов экологически приемлемым способом;

- жидкости с концентрацией ПХБ более 50 ppm не подлежат повторной заливке за исключением ситуаций проведения мелкого ремонта или технического обслуживания.

Трансформатор с ПХБ может быть отремонтирован и в него залита обратно та же самая

⁶ % масс. – массовая (весовая) доля вещества в смеси, в %.

⁷ ppm - миллионная доля, англ. *parts per million* — частей на миллион.

жидкость. В случае же понижения уровня этой жидкости, запрещается добавлять ПХБ содержащую жидкость из другого трансформатора;

- подлежат экологически грамотной утилизации не позднее 2025 года жидкости, содержащие более 50 ppm ПХБ и оборудование, содержащее более 50 ppm ПХБ.

Очистка трансформаторов и контейнеров от ПХБ

После слива ПХБ трансформаторы и контейнеры общепринято отмывать растворителем от ПХБ. В результате отмывки для оборудования появляются две возможности: повторно ввести трансформатор в эксплуатацию или произвести его разборку с утилизацией металлов путем их переплавки и уничтожением (захоронением) внутренней начинки – древесины, картона и бумаги. Следует отметить, что для конденсаторов невозможен как достаточный слив, так и полная отмывка от ПХБ из-за их конструктивных особенностей.

В любом случае промывка трансформаторов и контейнеров после слива из них ПХБ-содержащей жидкости и утилизация растворителя после промывки оборудования, содержащего ПХБ, является важной частью ликвидации ПХБ-содержащего оборудования. Конструктивные особенности трансформаторов и конденсаторов определяют пути решения проблемы их уничтожения или регенерации.

Три российские технологии отмывки от ПХБ трансформаторов и контейнеров наиболее близки к практической реализации:

- отмывка от ПХБ парами хлористого метилена (опытно-промышленная установка);
- отмывка от ПХБ жидким толуолом (опытно-промышленная установка);
- отмывка от ПХБ водными моющими растворами (опытно-промышленная установка).

В российских технологиях предусмотрена очистка трансформаторов "в сборе" с последующей их разборкой и утилизацией металлических деталей.

Оценка и обоснование выбора оптимальной технологии очистки от ПХБ трансформаторов и контейнеров должна быть проведена по техническим показателям, включающим простоту и доступность оборудования и материалов, и экологическому соответствию показателей технологии существующим требованиям охраны окружающей среды.

Экологические требования, предъявляемые к технологиям очистки от ПХБ, являются определяющими при выборе соответствующей технологии, поскольку они позволяют оценить полноту обезвреживания ПХБ. Необходимость выполнения

экологических требований по уничтожению ПХБ и минимизации его отходов в процессах очистки электротехнического оборудования продиктована опасностью, которой ПХБ угрожают окружающей среде и здоровью человека.

Следует сразу отметить, что российская технология отмывки трансформаторов от ПХБ водным моющим раствором пока не позволяет достичь требуемой полноты очистки. Остаточное содержание ПХБ в трансформаторах составляет 5000 ppm, что по европейским нормативам соответствует опасным отходам, требующим специальных дополнительных мер по их утилизации или уничтожению. По этой причине технология отмывки трансформаторов от ПХБ водными моющими растворами пока не рассматривается.

Технологическая схема отмывки трансформаторов от ПХБ хлористым метиленом имеют много общего в техническом плане со схемой, где для отмывки используется толуол.

Каждая из рассматриваемых технологических схем: с использованием хлористого метилена и с использованием толуола практически может обеспечить снижение концентрации ПХБ на внутренних металлических компонентах до уровня ниже 50 ppm (мг/кг). В пользу такого вывода свидетельствует отсутствие технологических ограничений для варьирования времени обработки. Необходимые технологические требования всегда могут быть достигнуты при соответствующем увеличении времени обработки трансформаторов.

В то же время, после очистки трансформатора по любой из этих двух технологий, остаются деревянные и картонные компоненты трансформатора, содержащие более 50 ppm ПХБ и требующие отношения к себе как к опасным отходам.

Следует отметить, что растворители хлористый метилен и толуол не являются дефицитными продуктами. Промышленный выпуск каждого из них в РФ исчисляется десятками тысяч тонн в год. Широко используемый за рубежом перхлорэтилен в России не производится.

Общей характеристикой обеих рассматриваемых технологий является высокая надежность работы оборудования. Это объясняется его эксплуатацией без применения высокого давления и высоких температур.

Основным отличием технологии с использованием толуола является применение второго компонента - водяного пара для удаления оставшегося толуола из трансформатора после промывки. Применение водяного пара влечет за собой создание дополнительных стадий конденсации паров воды с толуолом и ПХБ, расслаивания и очистки сточных вод от толуола и ПХБ. Таким образом, технологическая схема с

использованием толуола более сложна по сравнению с технологией, использующей хлористый метилен.

Обе рассматриваемые технологии также различаются по степени взрывопожароопасности производств. Технология с применением хлористого метилена относится к категории В и не требует обязательной системы пожаротушения. Технология с использованием толуола, имеющего температуру вспышки + 4°С, относится к самой строгой категории А и требует обязательного наличия системы автоматического пожаротушения.

Рассмотрение экологических характеристик отобранных двух российских технологий отмывки от ПХБ показало, что в технологии очистки трансформаторов хлористым метиленом образуются только газовые выбросы после отдувки газовой фазы растворителя из трансформатора. Эти воздушные выбросы проходят в конечном счете через адсорбер с активированным углем для окончательной очистки воздуха от хлорорганических примесей.

Количество активированного угля и, главным образом, конечная концентрация ПХБ в нем перед его заменой, могут быть подобраны с таким расчетом, чтобы уголь содержал менее 50 мг/кг ПХБ и относился к неклассифицированным отходам по европейским нормам.

В технологии очистки трансформаторов толуолом образуются и газовые выбросы, и сточные воды.

Проведенное сравнение технических и экологических характеристик российских технологий по отмывке от ПХБ трансформаторов и контейнеров позволяет для России рекомендовать технологию с использованием в качестве растворителя паров хлористого метилена, которую разработали НПО "Петрохим-технология" совместно с РНЦ "Прикладная химия" (г.Санкт-Петербург).

Технология отмывки трансформаторов от ПХБ была в опытном масштабе.

По системе, принятой "Петрохим-технологией", технологическая схема включает в себя:

- сбор трансформаторов и размещение их в специальном месте;
- опорожнение трансформатора при разогреве и за счет силы тяжести и сбор жидкого ПХБ в отдельном резервуаре для последующего уничтожения;
- проведение цикла очистки трансформатора с использованием паров хлористого метилена;
- разборку трансформатора и сортировку компонентов. Установлено, что в процессе очистки парами хлористого метилена металлические детали внутри

трансформатора очищены до такой степени, что они не считаются опасными отходами и могут быть переработаны без каких-либо проблем;

- детали деревянной конструкции, картон и бумага, которые могут еще содержать остаточное количество ПХБ, отправляются или на сжигание, или на простое захоронение, если концентрация оставшегося ПХБ соответствует экологическим требованиям для захоронения (содержание ПХБ менее 50 мг/кг).

Эта технология является оптимальной для использования в Российской Федерации с точки зрения технических и экологических характеристик.

Утилизация растворителя ПХБ

После промывки ПХБ-содержащего оборудования появляется новый вид отходов - это растворитель, содержащий ПХБ, который подлежит также утилизации (обезвреживанию или регенерации).

При использовании для отмывки ПХБ-содержащих трансформаторов хлористого метилена промывочный раствор легко регенерируется и очищается от ПХБ.

По данным ООО «НИИЦ Синтез» (г. Москва) технологическая схема регенерации растворителя включает в себя: нагрев раствора ПХБ и испарение хлористого метилена, который затем конденсируется при охлаждении. Регенерированный растворитель – метиленхлорид возвращается в установку отмывки трансформатора для повторного использования.

В ООО «НИИЦ» Синтез» выполнены все необходимые технологические расчеты и разработана эскизная проектно-конструкторская документация. Процесс регенерации (утилизации) растворителя для отмывки ПХБ может быть легко реализован при создании стационарных и передвижных установок уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования.

Уничтожение ПХБ

В настоящее время в Российской Федерации лишь отдельные предприятия (ОАО «Северсталь», Новолипецкий металлургический комбинат, ОАО «АвтоВАЗ») по собственной инициативе производили промышленное уничтожение накопившихся у них ПХБ, слитых из трансформаторов и конденсаторов. Эти же предприятия по собственной технологии удаляли остатки ПХБ из вышедших из строя трансформаторов и конденсаторов.

Наиболее значительный объем работ выполнил ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», реализация которым комплексной технологии

обезвреживания ПХБ и содержащего их оборудования позволила обезвредить более 2300 конденсаторов и 267 трансформаторов, а также уничтожить 520 т жидких ПХБ.

ОАО «Северсталь» с помощью ракетной технологии уничтожило 130 т ПХБ, содержащихся в 40 трансформаторах и 468 конденсаторах.

ООО Тольяттинский НИИГИПРОХИМ по договору ОАО «АвтоВАЗ» на опытно-промышленной установке обезвреживания конденсаторов с 2002 г. по 2007 г. обезвредил 82,945 т конденсаторов, что при среднем содержании ПХБ в одном конденсаторе 17,2 кг составляет более 4800 конденсаторов.

Крупнейшая энергетическая компания Сибири («МРСК Сибири»), объединяющая Алтайэнерго, Бурятэнерго, Горно-Алтайские электрические сети, Красноярскэнерго, Кузбассэнерго-РЭС, Омскэнерго, Хакасэнерго, Читаэнерго. ОАО «Томская распределительная компания» и ОАО «Улан-Удэ Энерго», ОАО «Тываэнерго», получила лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, в том числе и по отходам, содержащим ПХБ. В ближайшее время работа по выводу из эксплуатации и утилизации ПХБ-содержащего оборудования начнется в двух филиалах компании - «Алтайэнерго» и «Бурятэнерго».

Все технологии обращения с опасными веществами должны подвергаться Государственной экологической экспертизе, которую проводит Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. В Приложении 4 показан пример списка документов, необходимых для проведения экологической экспертизы проекта «Технология термического обезвреживания (уничтожения) отходов в инсинераторах серии ИН-50», ЗАО ТУРМАЛИН (г. Москва).

В настоящее время внедренные в мировую промышленную практику методы обезвреживания ПХБ и ПХБ содержащих отходов условно можно разделить на следующие варианты:

- захоронение ПХБ и ПХБ содержащих отходов при соблюдении соответствующих норм;
- уничтожение ПХБ.

В настоящее время только подземные захоронения в соответствующих скальных формированиях представляют собой способ долговременной изоляции загрязняющих веществ, включая ПХБ и ПХБ содержащие отходы.

В то же время считается, что захоронения ПХБ и ПХБ содержащих отходов является временной мерой уменьшения загрязнения окружающей среды, поскольку ПХБ в

этом случае не уничтожаются, а только хранятся и поэтому захоронение этих отходов относят к "отложенному во времени" его обезвреживанию.

В Российской Федерации имеются разработки десяти технологий уничтожения ПХБ, включающие как высокотемпературное воздействие, так и химические технологии.

Однако до сих пор отсутствуют промышленные установки по их уничтожению.

В настоящее время в рамках Федеральной Целевой Программы "Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009 - 2013 годы)", утвержденной постановлением Правительства РФ от 27 октября 2008 г., N 791, ведутся работы по теме «Разработка технологий уничтожения (утилизации) запасов полихлорбифенилов и агропромышленных ядохимикатов, не востребованных в промышленности и агрохозяйственном комплексе».

Разработка технологий должна завершиться в 2013 г. созданием технологического комплекса в опытно-технологическом испытательном центре в г. Шиханы и испытанием опытного образца промышленной установки.

4) Мониторинг окружающей среды на объектах эксплуатации, хранения, уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ

Степень загрязнения объектов окружающей среды в РФ характеризуется таким показателем, как предельно допустимая концентрация (ПДК).

В России величины ПДК касаются только промышленных смесей ПХБ. В качестве стандартной смеси, по которой производился расчет ПДК, был принят Арохлор 1254

Гигиенические нормативы ПХБ, утвержденные в России:

ПДК в воздухе рабочей зоны – 1 мг/м³, пары, 2-ой класс опасности (ГОСТ 12.1.005-88; ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны);

ПДК в воде (водные объекты хозяйственного и культурно-бытового водопользования) – 1 мкг/л, 2-ой класс опасности (СанПиН. № 4630-88, "Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования");

ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов - наличие ПХБ не допускается (Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, М 12-04-11; Инструкция Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 16.05.74 г.);

ПДК в почве – 0,1 мг/кг.

Допустимые уровни ПХБ в продовольственном сырье и продуктах питания составляют (в мг/кг):

- в молоке – 1,5;
- в рыбе – 2,0;
- в печени рыбы и продуктах из нее – 5,0;
- в рыбьем жире – 3,0;
- в биологически активных добавках к пище на основе рыбьего жира – 3,0;
- в продуктах прикорма детей младшего возраста на рыбной основе – 2,0.

Помимо названных нормативных величин существуют ПДК отдельных веществ в питьевой воде и для почв:

ПДК в воде:

- моноклорбифенилы – 1 мкг/л;
- дихлорбифенилы – 1 мкг/л;
- трихлорбифенилы – 1 мкг/л;
- пентахлорбифенилы – 1 мкг/л.

ПДК в почве:

- трихлорбифенилы – 0,03 мг/кг;
- тетрахлорбифенилы – 0,06 мг/кг;
- пентахлорбифенилы – 0,1 мг/кг.

Ориентировочные допустимые количества (ОДК) в почве:

- ПХБ (суммарно) – 0,06 мг/кг;
- трихлорбифенилы – 0,03 мг/кг;
- тетрахлорбифенилы – 0,06 мг/кг;
- пентахлорбифенилы – 0,1 мг/кг.

Гигиенические нормативы ПХБ для атмосферного воздуха населенных мест, и допустимые уровни загрязнения кожных покровов не установлены.

Сравнение нормативов содержания ПХБ в окружающей среде для Российской Федерации и ЕС

Объект	Российский норматив	Европейский норматив
Водные объекты для забора питьевой воды и для бытовых нужд	1 мкг/л	
Вода для рыболовных хозяйств	Запрещено присутствие ПХБ	0,01 мкг/л
Почва	0,06 мг/кг	

Атмосферный воздух	не нормируется	
Не классифицируемые отходы	не нормируются	менее 50 ppm
Опасные отходы	не нормируются	более 50 ppm

Из группы соединений СОЗ, подпадающих под действие Стокгольмской Конвенции, в программы наблюдения Росгидромета до недавнего времени были включены только ДДТ и гексахлорбензол (ГХБ).

Мониторинг ПХБ не входил в программы обязательного наблюдения.

Для очистки территории (в том числе производственных) и природных объектов от ПХБ необходимо наличие:

- информации о загрязненных ПХБ территориях или природных объектах с ранжированием территорий по уровню загрязнения, и/или территориях, находившихся (находящихся) под длительным воздействием проливов ПХБ-содержащих жидкостей;
- апробированных технологий очистки территорий или природных объектов от ПХБ;
- готовности руководителей администраций регионов и предприятий, обращающихся (обращающихся) с ПХБ, организовать или провести соответствующие работы;
- необходимых источников финансирования указанных работ любого происхождения (федерального или местного бюджетов, спонсоров, зарубежных инвесторов);
- нормативных документов федерального или регионального уровней, стимулирующих или обязывающих проводить работы по очистке территорий или природных объектов;
- организации(ий) имеющей лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов I - IV класса опасности, разрешающей обращение с ПХБ.

В течение 1999 – 2001 гг. НПО “Тайфун” в сотрудничестве с канадскими исследователями по программе АМАП Арктического совета проводил *атмосферный* мониторинг СОЗ, и в том числе ПХБ, в Амдерме (Архангельская область). Мониторинг СОЗ в атмосферном воздухе также осуществлялся на станции Валькаркай (Чукотский АО) в 2002-2003 гг. и с апреля 2008 г. в рамках российско-американо-канадского проекта.

Следует отметить, что уровни ПХБ в воздухе и в Амдерме, и на Чукотке в период наблюдений являлись фоновыми, но тем не менее на Чукотке они - одни из самых

высоких для всей Арктики. По результатам долгосрочных наблюдений, в воздухе на арктических станциях мониторинга СОЗ, как в России, так и за рубежом, преобладают в основном трихлорбифенилы.

В России существуют всего лишь 4 специализированные лаборатории, способные осуществлять мониторинг ПХБ и диоксинов в объектах окружающей среды.

Для технического обеспечения мониторинга ПХБ на объектах эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования, местах хранения и местах уничтожения необходимо оснащение современными приборами аналитического контроля существующих специальных лабораторий и создание новых лабораторий с привлечением квалифицированных специалистов.

*Система управления сбором и утилизации ПХБ и
ПХБ-содержащего оборудования*

1. Разработка организационного обеспечения для проведения полномасштабной инвентаризации запасов, оборудования, отходов, мест хранения ПХБ
2. Проведение полномасштабной инвентаризации запасов, оборудования, отходов, мест хранения ПХБ; Проведение маркировки оборудования, содержащего ПХБ
3. Разработка плана мероприятий по ликвидации ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования на основе результатов инвентаризации;
4. Вывод из эксплуатации и демонтаж находящегося в аварийном состоянии электротехнического оборудования, содержащего ПХБ; обеспечение его экологически безопасного сбора и складирования;
5. Извлечение и упаковка в герметичные контейнеры загрязненных грунтов в местах утечек ПХБ; обеспечение их экологически безопасного хранения на территории предприятий;
6. Вывоз на хранение выведенного из эксплуатации оборудования, материалов и отходов, содержащих ПХБ на специализированные полигоны
7. Создание установок по обезвреживанию трансформаторов и термическому обезвреживанию удаленных из них ПХБ
8. Обезвреживание ПХБ-содержащих трансформаторов (слив ПХБ, промывка трансформатора растворителем и разборка)
9. Термическое уничтожение ПХБ, слитых из трансформаторов и ПХБ, слитых из конденсаторов

10.Создание установки уничтожения конденсаторов с остатками ПХБ
11.Термическое уничтожение конденсаторов с остатками ПХБ
12.Мониторинг состояния компонентов окружающей среды на объектах хранения ПХБ и объектах их уничтожения. Техническое обеспечение лабораторий.

4. Научно-обоснованные технологические и логистические решения, оптимальные для применения в арктических условиях, учитывающие ранее разработанные предложения по сбору и утилизации отходов ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования в АЗРФ

Выбор оптимальной технологии обезвреживания отходов базируется на основе анализа следующих критериев:

- Экологическая безопасность (степень обезвреживания исходных токсичных компонентов и их остаточная концентрация в газообразных выбросах и твердых или жидких остатках процесса обезвреживания отходов).
- Степень отработанности технологического оборудования (наличие лабораторного, опытного, демонстрационного или промышленного образца и практический опыт).
- Сложность оборудования (ремонтпригодность, простота его обслуживания, эксплуатационная надежность, ресурс).
- Универсальность.
- Экономические показатели.

На сегодняшний день основным методом уничтожения ПХБ и хлорсодержащих пестицидов, принятым в мировой практике, является высокотемпературное окисление с применением реакторов с различными конструктивными особенностями. Основными технологиями высокотемпературного окисления ПХБ являются установки с использованием вращающейся печи, циклонного реактора, статической печи и плазмохимической технологии. Подробный обзор использования сжигания промышленных отходов в печах различной конструкции приведен в Приложении 5.

Эффективность обезвреживания ПХБ (не ниже 99,9999%) при сжигании достигается при соблюдении следующих норм:

- температура выше 1200°C,
- время удерживания в газовой фазе не более 2 секунд,
- обеспечение турбулентности и избытка кислорода не менее 5% об.⁸
- обязательное наличие камеры дожигания с регулируемой температурой,
- наличие стадии закалки отходящих газов,
- скруббера для нейтрализации паров хлорида водорода и фильтра для очистки от минеральной пыли.

⁸ % об. – объемная доля вещества в смеси, в %

В определенных условиях в кислородсодержащей среде в печи сжигания и при утилизации газов сжигания могут образовываться диоксины. Содержание диоксинов в газах сжигания не должно превышать принятых безопасных норм (не более 0,1 нг/м³⁹)

В таблице 7 сопоставлены российские и европейские нормативы по вредным выбросам ПХБ, диоксинов и др. в условиях сжигания.

Таблица 7. Предельно-допустимые концентрации опасных и вредных веществ в условиях производства, в том числе и в установках высокотемпературного сжигания

Вещество	Российский норматив*: ПДК в воздухе рабочей зоны	Европейский норматив: DEQ
ПХБ	1 мг/м ³ (ГОСТ 12.1.005-88)	не нормируется
Диоксины, фураны	не нормируются, рекомендовано Министерством Природных ресурсов 0,1 нг/м ³	0,1 нг/м ³ ¹⁰
СО	20 мг/м ³	50 мг/м ³
HCl	5 мг/м ³	10 мг/м ³
HF	0,5 мг/м ³	1 мг/м ³
Пыль	4 мг/м ³	10 мг/м ³
SO ₂	10 мг/м ³	50 мг/м ³
Органический углерод	4 мг/м ³	10 мг/м ³
В сточной воде диоксины, фураны	не нормируются	0,3 мг/л

1) Выбор технологий уничтожения ПХБ

В Российской Федерации разработано несколько технологий уничтожения ПХБ.

Высокотемпературное окисление в циклонном реакторе

Технология уничтожения токсичных жидких хлорорганических отходов производительностью 200-250 кг/час разработана в НПО "Техэнергохимпром" под руководством доктора М.Н. Бернадинера. Одна из установок эксплуатируется на опытно-

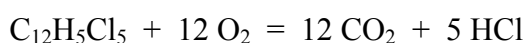
⁹ нг/м³ – 10⁻⁹ г/м³, количество нанограммов вещества в метре кубическом
¹⁰ нм³ · 10⁻⁹ м³

производственной базе очистных сооружений города Орехово-Зуево в Московской области

Установка состоит из приемных и расходных емкостей жидких отходов; фильтров грубой и тонкой очистки; плунжерных насосов для подачи отходов; вертикального водоохлаждаемого циклонного реактора; газохода для дожигания недожженных продуктов химического разложения остаточной концентрации оксидов азота; скруббера-испарителя и тканевого фильтра, рукава которого выполнены из волокна фенилона - аналога зарубежного материала “номекс”.

Основным аппаратом технологической схемы является циклонный реактор. Циклонным он называется из-за закрученного вихревого движения рабочих газов в нем, что обеспечивает высокую турбулентность, и, следовательно, эффективное перемешивание.

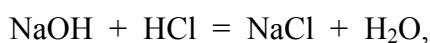
Воздух для горения и окисления хлорсодержащих отходов, а также топливо поступают в циклонную печь (реактор) со скоростью 100 м/сек. Время пребывания в печи составляет 0,3 секунды при температуре 1600-1700°C. В циклонном реакторе осуществляется термическое окисление жидких ПХБ в потоке продуктов горения природного газа по реакции:



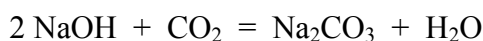
Через отдельные форсунки непосредственно в рабочую зону циклонного реактора вводят 20 %-ный раствор каустика и температура понижается до 1250-1400°C.

Подача раствора каустика непосредственно в горячую зону сжигания является основой технологии применения циклонного реактора. Эта часть метода запатентована в России.

Основной происходящей при этом реакцией является:



а оставшийся каустик затем реагирует с диоксидом углерода:



В результате процессов горения топлива, термического разложения и окисления ПХБ и нейтрализации хлорида водорода образуются дымовые газы, содержащие углекислый газ, кислород, азот, воду и минеральную пыль с диаметром частиц 0,1-0,2 микрона, состоящую из хлорида натрия (около 85 %) и карбоната натрия (около 15 %).

Дымовые газы с минеральной пылью из циклонного реактора поступают в футерованный газоход (дожигатель), расположенный под реактором и являющийся продолжением высокотемпературной зоны. Этот дожигатель обеспечивает время пребывания газов в нем порядка двух секунд. После дожигателя смесь газов поступает в

башенный охладитель на закалку, где температура снижается приблизительно до 200°C. При этом минеральные соли из газовой фазы переходят в твердое состояние, образуя мелкодисперсную пыль. Эта пыль улавливается тканевым фильтром.

В течение продолжительной работы этой установки специализированной экотоксикологической лабораторией НПО “Тайфун” проводились регулярные анализы пыли на диоксины. Однако не были обнаружены даже их следы. Многочисленные измерения содержания диоксинов в дымовых газах показывали величины ниже 0,1 нг/м³. Результаты проведенного в июле 2001 года испытания по уничтожению жидких ПХБ показали удовлетворительное соответствие выбросов вредных веществ в дымовых газах и минеральной пыли принятым европейским нормам.

Перечень обязательных технологических требований, предъявляемых к технологиям высокотемпературного окисления ПХБ, полностью выполняется на установках с циклонным реактором:

- температура в зоне реакции – не менее 1200°C;
- время пребывания ПХБ в зоне реакции – не менее 2 сек.;
- обеспечение турбулентности газового потока в зоне реакции;
- 10 %-ный (по объему) избыток кислорода по отношению к ПХБ;
- эффективность уничтожения и удаления ПХБ не ниже 99,9999 %;
- уделено особое внимание мониторингу уровня концентрации СО.

Сжигание СО происходит медленнее, чем сжигание диоксинов. Опыт показал, что если содержание СО ниже 5 мг/м³, то уровень диоксинов будет ниже 0,1 нг/м³;

- в технологической схеме имеются обязательные стадии: стадия дожигания с регулируемой температурой и стадия закалки, представляющие собой скруббер для испарительного охлаждения дымовых газов с фильтром для улавливания минеральной пыли.

В технологической схеме отсутствует отдельный узел нейтрализации хлорида водорода. Эта стадия осуществляется непосредственно в циклонном реакторе с образованием твердых веществ.

Эта технология проверена в опытно-промышленном масштабе и достаточно полно удовлетворяет экологическим и технологическим требованиям, она наиболее широко применяется за рубежом и поэтому рекомендуется для технико-экономического обоснования технологий уничтожения ПХБ.

Высокотемпературное окисление с использованием ракетного двигателя (PRT)

Эта технология больше известна по имени ее разработчика доктора технических наук А.И.Папуши и называется “Papusha Rocket Technology”(PRT). В области утилизации вредных и опасных химических отходов она является новой технологией. Она запатентована в России; патент № 2005519 от 01.02.1994 г.

Процесс PRT прошел предварительную проверку на опытно-промышленном стенде в ЦНИИМАШе (г. Королев Московской области), и на этой базе была создана промышленная установка на ОАО “Северсталь” в городе Череповец Вологодской области. Установка эксплуатируется с 1998 года, и за это время было уничтожено около 100 тонн продукта “Совтол-10”, представляющего собой смесь 90 % пентахлордифенила и 10 % трихлорбензола.

В основу технологии PRT положено использование ракетного двигателя. Этот тип ракетного двигателя стандартных размеров был разработан для ориентации космических станций. Сопло для смешивания топлива имеет длину около 10 см и максимальный диаметр 8 см.

По стальным трубопроводам очень небольшого диаметра, порядка 10 мм, в двигатель подаются компоненты реакции. Двигатель состоит из двух частей:

- высокотемпературного газогенератора, в котором топливо (керосин) и кислород вступают в реакцию при температуре около 3000°C;
- реактора, в который поступают ПХБ и кислород.

Рабочее давление в первой камере составляет около 16 бар.

При околосвуковой (и даже сверхзвуковой) скорости порядка 1000-1500 м/с и температуре 3000°C продукты реакции поступают из реактора в дожигатель, в который дополнительно всасывается воздух из выходящего наружу кольцевого отверстия. Высокая скорость и турбулентность обеспечивают исключительно эффективное перемешивание компонентов. Это является отличительной особенностью утилизации ПХБ с помощью ракетного двигателя. В дожигателе температура снижается до 2000°C за счет дополнительно всасываемого воздуха. На выходе из камеры дожигания подается раствор каустической соды для нейтрализации продуктов горения. Образовавшийся поток газопарокапельной смеси барботирует через жидкость в специальной разделительной камере. На ОАО “Северсталь” уровень жидкости в этой камере поддерживается постоянным для обеспечения полноты очистки. Для этого часть жидкости постоянно откачивается в емкость, заполненную в начале работы 10 %-ным раствором карбоната натрия, откуда пополняют разделительную камеру. В процессе работы эта концентрация снижается до 1 %, и процесс останавливают. Поэтому время одного рабочего цикла (3,2 часа) определяется размерами емкости, содержащей 10 %-ный раствор карбоната натрия.

После остановки работы двигателя емкость с 1 %-ным раствором карбоната натрия опорожняют и снова заполняют 10 %-ным раствором.

Отходящий газ из разделительной камеры поступает в вытяжную трубу.

Кроме элементов основного оборудования, включающего сам ракетный двигатель, трубу камеры дожигания и сепаратор (разделительную камеру), установка PRT включает несколько систем технического обеспечения:

- систему подачи керосина;
- систему подачи сжатого кислорода с давлением около 25 бар. Может быть использована внутризаводская система подачи кислорода;
- систему водяного охлаждения рубашки ракетного двигателя и камеры дожигания;
- систему подачи сжатого азота для наддува подачи керосина в установку и к пневматическим контроллерам;
- систему хранения, приготовления и подачи раствора кальцинированной соды (карбоната натрия);
- систему управления и контроля – вручную с пульта управления. Контроль и управление процессом осуществляют три оператора;
- систему мониторинга отходящих газов. Эта система закуплена в Германии и служит для измерения избытка кислорода, концентраций NO, NO₂, SO₂ и CO, а также для измерения температуры.

Контроль экологических показателей установки при ее промышленной эксплуатации осуществляется силами аккредитованной на федеральном уровне масс-спектральной лаборатории НПО “Тайфун” из города Обнинск Калужской области.

Проведенные анализы показали, что:

- содержание дибензо-п-диоксинов и полихлорированных дибензофуранов в исходном совтоле-10 от 410 до 1100 нг/г;
- концентрации диоксинов в отходящих газах установки от 3,5 до 14 нг/м³ (при отсутствии фильтра);
- концентрация ПХБ (совтола-10) в отходящих газах установки 4,07 мкг/м³;
- концентрация ПХБ в использованном растворе-нейтрализаторе 52 мкг/л.

В этом случае сточные воды должны проходить дополнительную очистку на системе водоочистки, прежде чем попасть в окружающую среду.

По мнению разработчиков метода PRT для соответствия европейским экологическим требованиям на установке необходимо:

- обеспечить более длительное время пребывания реагентов в первой камере;

- устранить имеющую место неравномерность подачи кислорода;
- установить фильтр на выходе отходящих газов;
- повысить удельный объем расхода отходящих газов.

Вышеперечисленные мероприятия достаточно легко выполнимы и должны существенно улучшить экологические показатели работы промышленной установки. Поэтому метод PRT по экологическим требованиям может быть рекомендован для последующего технико-экономического обоснования.

Рассмотрение выполнения других обязательных требований показывает:

- температура в зоне реакции составляет 2000-3000°C;
- время пребывания ПХБ в зоне реакции менее 0,1 сек, что значительно меньше требуемых 2 секунд;
- обеспечена высокая скорость газового потока в зоне реакции;
- избыток кислорода по отношению к ПХБ составляет не менее 13 % об.;
- эффективность уничтожения и удаления ПХБ равна 99,9999 % (по данным авторов);
- уровень СО в отходящих газах превышает значение 5 мг/м³, что может свидетельствовать о повышенном содержании диоксинов;
- в технологической схеме имеются стадии дожигания, закалки продуктов уничтожения ПХБ, а также сепаратор для отделения отходящих газов от сточных вод.

К недостаткам метода PRT следует отнести:

- периодичность работы установки, что вызывает необходимость ежедневного пуска и отлаживания технологического процесса;
- трудность осуществления контроля за подачей реагентов, особенно кислорода;
- отсутствие фильтра на выходе отходящих газов;
- необходимость дополнительной очистки сточных вод;
- высокий уровень шума.

К еще одному недостатку можно короткое время нахождения реагента в реакционной зоне.

Поскольку в России отсутствуют утвержденные нормы выбросов диоксинов, авторы технологии PRT пришли к заключению, что показатель DRE = 99,9999 %, достигнутый ими на промышленной установке, вполне сопоставим с аналогичными результатами промышленных установок в Европе и США.

В соответствии с Федеральным Законом “Об экологической экспертизе” председателем Госкомэкологии РФ (приказ № 235 от 11.04.2000 г.) утверждено положительное заключение экспертной комиссии Государственной Экологической

Экспертизы по "Высокотемпературной технологии и базовому исполнительному модулю для обезвреживания высокотоксичных веществ и отходов".

С соблюдением необходимых требований нормативно-правовых, инструктивно-методических и нормативно-технических документов, регламентирующих эксплуатацию установки, средств измерений и контроля экологических параметров технологического процесса, на ОАО "Северсталь" была создана опытно-промышленная установка производительностью 200-250 кг/час. Технология PRT вошла в "Обзор современных нетрадиционных технологий уничтожения ПХБ", ООН, ЮНЕП, август 2000 г.

Технология высокотемпературного окисления с использованием ракетного двигателя (технология PRT) освоена в опытно-промышленном масштабе и характеризуется достаточно высоким техническим уровнем. Поэтому эта технология рекомендуется для технико-экономического обоснования.

Плазмохимическое уничтожение

Подробный обзор по практике использования плазменных технологий при уничтожении отходов за рубежом и в России представлен в Приложении 6.

Экспериментальные работы по уничтожению ПХБ начались с 1997 года совместно с НПО "Петрохим-Технология" (г. Санкт-Петербурге)

Процесс уничтожения (нагрев ПХБ содержащих отходов, их пиролиз и окисление) протекает в две стадии. Первая стадия называется предварительной, она реализуется вне плазмотрона при температурах, близких к термическому разложению обезвреживаемых веществ. На этой подготовительной стадии производится нагрев ПХБ для снижения вязкости, распыление с высоким качеством и испарение. Затем пары ПХБ интенсивно перемешиваются с водяным паром. Осуществление различных подготовительных процессов на первой стадии позволяет значительно уменьшить размеры реактора, намного сократить потери тепла и значительно снизить затраты на изготовление реактора.

Смесь паров ПХБ и воды перед подачей в реактор нагревается до 600°C и по тангенциальным каналам направляется во входную часть реактора. В качестве плазмообразующего газа используется азот, который в плазмотроне нагревается с помощью электрической дуги. Высокотемпературная струя азота поступает из плазмотрона во входную часть реактора при температуре около 5000°C и смешивается с первым потоком. Процесс пиролиза протекает при температуре около 2000°C со временем пребывания продуктов реакции в высокотемпературной зоне порядка 6-7 мс.

Продукты пиролиза поступают из реактора в узел их закалки и нейтрализации. Они резко охлаждаются, нейтрализуются и направляются в сепаратор, в котором происходит разделение жидкой и твердой фаз.

Газообразные продукты пиролиза проходят конденсатор, затем абсорбер санитарной доочистки и поступают в систему дожига отходящих газов и каталитического окисления CO.

Жидкая фаза, представляющая собой отработанный щелочной раствор, направляется на центрифугу для отделения выпавших в осадок солей. Твердая фаза направляется на утилизацию, а отработанный щелочной раствор доукрепляется до необходимой концентрации и поступает на повторное использование.

При использовании водяного пара в качестве источника кислорода основными продуктами реакции в отходящем газе являются: азот, CO₂, CO, H₂ и H₂O.

Твердые отходы в виде пасты состоят, преимущественно, из NaCl, небольшого количества NaHCO₃ и до 10 % воды.

При плазмохимическом уничтожении ПХБ с использованием водяного пара как источника кислорода основными продуктами в отходящем газе являются азот, водород, вода, CO₂ и CO. В этом газе разработчиками процесса прогнозируются выбросы диоксинов ниже 0,1 нг/м³. Отходящий газ необходимо сжигать с целью использования его теплотворной способности, а также для снижения выбросов CO в окружающую среду.

Анализ особых технологических требований к условиям проведения процесса плазмохимического уничтожения ПХБ показывает, что:

- температура в зоне реакции значительно выше 1200°C и составляет около 5000°C;
- время пребывания в зоне реакции значительно меньше 2 секунд и составляет 5-7 мс;
- конструкция реактора и скорости подачи реагентов обеспечивают турбулентность потока реакционной смеси;
- при плазмохимическом уничтожении ПХБ источником кислорода является вода в избытке примерно 10-15 %;
- эффективность уничтожения и удаления DRE прогнозируется до 99,9999 %;
- обязательными стадиями установки плазмохимического уничтожения ПХБ являются стадии закалки и нейтрализации продуктов реакции, разделения газового и жидкостного потоков с последующей их обработкой.

Разработчики технологии считали мощность плазмотрона в 200 кВт стандартной. По их мнению, этот модуль – плазмотрон с реакционной камерой полностью доработаны

и испытаны. Если потребуется большая производительность, чем 25-30 кг/час по ПХБ (или 135 т/год), то следует параллельно установить несколько установок. Так, для производительности по ПХБ 1000 т/год потребуются 8 стандартных установок с плазмотронами, мощностью 200 кВт каждый. Для каждой параллельной установки оборудование должно быть повторено все, вплоть до сепаратора. Система обработки отходящих газов и система обработки пастообразных отходов могут быть общими для всех установок.

Узкими местами работы плазмотрона являются анод и катод. Даже в атмосфере инертного азота вольфрамовый анод может выдержать 100 часов работы, а медный катод – 300 часов, после чего их необходимо менять. Электроды легко заменяемы, и на весь цикл замены, включая остановку, охлаждение и саму замену электрода тратится до 30 минут.

Технико-экономическая оценка технологий сжигания

На основании разработанных технических, экологических и экономических требований, предъявляемым к технологиям, была выполнена предварительная оценка всех рассмотренных процессов уничтожения ПХБ и по ее результатам отобраны для последующего технико-экономического обоснования следующие российские технологии высокотемпературного окисления с использованием:

- циклонного реактора;
- ракетного двигателя;
- плазмохимический реактор.

Были проведены испытания опытных образцов трех технологий. В качестве основных экологических критериев этих технологий были степень уничтожения ПХБ (%) и суммарное содержание диоксинов и фуранов в газовых выбросах (нг ТЭ/нм³). Основными экономическими критериями были стоимость создания установки и стоимость переработки 1 т ПХБ (в долларах США).

В таблице 8 ниже представлены данные о стоимости стационарных установок уничтожения мощностью 1000 тонн ПХБ в год, при этом, данные по установке с ракетным двигателем отражают стоимость использования 3-х ракетных двигателей для обеспечения суммарной мощности уничтожения равной 1000 тонн ПХБ в год.

Таблица 8 Сравнение технологий уничтожения ПХБ

Технология уничтожения	Экологические показатели		Затраты	
	Уничтожение	Диоксины +	Строительство,	Переработка

	ПХБ, %	фураны, нг/м ³	тыс.долларов США	1 тонны ПХБ, доллары США
Циклонный реактор	99,9996	0,1	653	320
Ракетный двигатель	99,9992	45	1041	1070
Плазмохимический реактор	99,9993	55	3430	1000

Как видно, существенные преимущества имеет технология высокотемпературного окисления с использованием циклонного реактора.

Высокотемпературное сжигание приводит к практически полному окислению органических веществ в диоксид углерода, воду и другие продукты окисления. Весь имеющийся хлор превращается в хлорид водорода, который удаляют, или нейтрализуют, или выделяют для дальнейшего использования.

Ориентировочная стоимость создания стационарной установки производительностью 1000 т ПХБ в год была оценена в 653 тысячи долларов США при ориентировочной стоимости переработки 320 долларов США за 1 т ПХБ.

В Российской Федерации имеется большой опыт по созданию и эксплуатации установок сжигания отходов в циклонных печах.

Помимо АО "НПО Техэнергохимпром", где была разработана вертикальная циклонная печь для промышленной установки сжигания жидких горючих хлорорганических отходов Уфимского ОАО "Уфахимпром", опыт создания и эксплуатации циклонных установок для сжигания отходов имеется на объектах уничтожения химического оружия и на российских предприятиях: АО «Салаватнефтеоргсинтез», Чебоксарское ПО «Химпром», Щекинский и Новокемеровский химкомбинаты.

2) Предложения по производительности и размещению установок по уничтожению ПХБ

По-видимому, реальное создание промышленно действующих установок можно ожидать не ранее 2015 года. Учитывая, что согласно Стокгольмской конвенции оборудование с ПХБ должно быть выведено из эксплуатации к 2025 году, а ПХБ должны быть уничтожены к 2028 году, на эксплуатацию установок по отмывке трансформаторов и уничтожению ПХБ в Российской Федерации остается около 10-15 лет.

По данным инвентаризации о количестве трансформаторов и накопленных ПХБ в 2000 г. в отдельных российских регионах, в целом в Российской Федерации рекомендовано создание пяти стационарных установок по уничтожению ПХБ и одной

небольшой установки для г. Норильска, учитывая удаленность города и большое количество трансформаторов на предприятии «Норильский никель».

Для уничтожения ПХБ, находящегося в АЗРФ, достаточно стационарной установки сжигания производительностью 200-1000т/год.

Производительность небольшой установки с ракетным двигателем в г. Норильске определяется общим количеством ПХБ, имеющихся на предприятии «Норильский никель» – около 400 т.

Для локального уничтожения ПХБ из трансформаторов, находящихся на ОАО «Норильский никель», может быть рекомендована стационарная установка высокотемпературного окисления с использованием ракетного двигателя с одним базовым модулем производительностью 100-400 т ПХБ в год. Установка выбрана из-за низкой стоимости создания (350 000 долларов США). Низкая стоимость данной установки объясняется малой производительностью одного модуля ракетного двигателя. Для Норильска, который связан с остальной территорией страны только воздушным и морским путем, выбор ракетного двигателя обусловлен также возможностью его транспортировки морским путем, после завершения работ по уничтожению ПХБ (срок около 1 года), ракетный двигатель может быть демонтирован и вывезен. Однако могут быть и другие варианты решений.

3) Количество установок по очистке трансформаторов

Количество и местоположение установок по очистке трансформаторов от ПХБ должно, естественно, сочетаться с количеством и расположением установок по уничтожению ПХБ, извлеченных из трансформаторов. Поэтому к каждой из стационарных установок по уничтожению ПХБ присоединяется установка по отмывке трансформаторов от ПХБ, состоящая из двух модулей.

Одна такая двумодульная установка сможет в течение года очистить до 200 трансформаторов

Кроме этого, еще одну стационарную одномодульную установку предполагается создать в г. Норильске, где на ОАО «Норильский никель» имеется 222 трансформатора.

4) Технология уничтожения конденсаторов с ПХБ

Существующие в Российской Федерации методы и технологии уничтожения/обезвреживания конденсаторов по аналогии с мировой практикой можно разделить на два направления их осуществления:

- уничтожение конденсаторов;

- обезвреживание компонентов конденсаторов с последующей утилизацией металлов.

К первому направлению относятся такие методы сжигания, в которых используются:

- взрыв патронированного взрывчатого вещества, содержащего химически нейтрализованные ПХБ в чипах (частичках) измельченного конденсатора;
- топливо высокотемпературной порошкообразной смеси фильтрационного горения;
- барботажная плавильная печь с системами дожига и нейтрализации отходящих газов.

Ко второму направлению относится метод обжига конденсаторов.

Технология химической нейтрализации

Технология предложена ООО “Промтехвзрыв”. Она предназначена для уничтожения измельченных конденсаторов, жидких ПХБ и других ПХБ-содержащих отходов.

Технологический процесс получения патронированного взрывчатого вещества (ПВВ) состоит из следующих основных стадий:

- гидромеханического измельчения загрязненных элементов конденсаторов до требуемых размеров с использованием систем водной струи сверхвысокого давления
- предварительной химической нейтрализации ПХБ, содержащегося в измельченных компонентах конденсаторов, препаратом “Ахлорин-Н”, состав которого неизвестен и является "ноу-хау" разработчиков;
- добавления комплекса веществ-нейтрализаторов, обеспечивающих образование в процессе взрывного превращения экологически безвредных продуктов сгорания;
- изготовления и фасовки ПВВ.

Технологией регламентировано количество ПХБ, добавляемого в ПВВ, которое не должно превышать 13 % масс. На одну тонну ПХБ требуется 8 тонн дегазирующего вещества “Ахлорин-Н” и одна тонна этилового спирта..

Уничтожение ПХБ, находящегося в частицах измельченных конденсаторов, происходит при взрыве под давлением 5700 МПа. Такое высокое давление и температура, создаваемая взрывом (в несколько тысяч градусов Цельсия), могут обеспечить достаточно

высокую степень превращения ПХБ. По данным разработчиков практически достигнута глубина превращения 99,99 %, что не соответствует принятой в мировой практике величине 99,9999 %. Отмечается, что в продуктах взрыва ПВВ какие-либо хлорорганические соединения отсутствуют. Продукты взрыва состоят из NaCl, H₂O, N₂ и Al₂O₃.

По мнению разработчиков технологии, экологически безвредный состав продуктов взрывного превращения ПВВ при осуществлении взрывных работ обеспечивается химическим составом ПВВ, технологией его изготовления и проведения взрывных работ. Газовые выбросы в процессе дегазации ПХБ содержащих измельченных частиц конденсаторов и изготовления ПВВ отсутствуют.

Укрупненный материальный баланс работы установки показывает, что из одной тонны ПХБ содержащих отходов получается до 50 тонн ПВВ, включающих в себя до 10 тонн полупродуктов – “Ахлорина-Н” и этилового спирта, и примерно 40 тонн компонентов взрывчатой матрицы. Разработчики процесса выбрали мобильный вариант исполнения установки, контейнерного типа. Основное технологическое оборудование производится серийно на предприятиях г. Москвы. Стоимость одного комплекса составляет 2 млн. долларов США, а стоимость переработки одной тонны ПХБ – 1350 долларов США.

Основное оборудование включает в себя:

- установку сверхвысокого давления для гидроабразивной резки материалов с дистанционным управлением привода рабочей головки;
- специальный химический реактор;
- специальные насосы для агрессивных, высоковязких и взрывоопасных сред;
- гравитационный смеситель;
- дозаторы сыпучих, жидких и высоковязких веществ;
- гидроциклон;
- автономный питающий агрегат;
- бункер основного окислителя, емкости для жидких компонентов;
- блок управления;
- технологический транспорт;
- конвейер;
- установку патронирования.

Производительность одной мобильной установки по требованию заказчика от 200 до 500 тонн ПХБ содержащих отходов в год.

Данная технология прошла промышленные испытания в г. Ковдор Мурманской области и было приготовлено 16 тысяч тонн промышленного взрывчатого вещества. За время промышленной эксплуатации установки специализированные экотоксикологические лаборатории для проведения анализов на полноту превращения ПХБ и соответствие содержания диоксинов в продуктах распада ни разу не привлекались. Основной причиной этого является, скорее всего, невозможность организации надежного отбора проб для анализа как отходящих газов при взрыве, так и твердых веществ на грунте. Это не позволяет с уверенностью заявлять об отсутствии в выбросах как неразложившихся ПХБ, так и диоксинов.

Технология термохимического обезвреживания

Технология предложена ООО "НЭТ". Она основана на применении в качестве топлива высокотемпературной порошкообразной смеси фильтрационного горения (ПСФГ) и авторами характеризуется:

- высокой (>2000°C) температурой термохимического обезвреживания
- использованием специального оборудования, позволяющего измельчать детали конденсаторов до необходимых размеров;
- поглощением хлора из ПХБ;
- длительным (0,5-3 часа) высокотемпературным воздействием на уничтожаемые отходы;
- по мнению авторов – экологической безопасностью;
- минимальным расходом воздуха для поддержания горения, в 2-5 раз меньше по сравнению с традиционными видами топлив, так как кислород есть в окислителе.

Суть технологии заключается в термохимическом пиролизе ПХБ, содержащихся в измельченных частицах конденсаторов, которые помещают между верхним и нижним слоями ПСФГ, горение которых обеспечивается за счет воздуха и, возможно, за счет продуктов разложения ПХБ.

Специфика технологического процесса, определяющая высокую эффективность уничтожения ПХБ, основана на феномене фильтрационного горения. ПСФГ, применяемые для уничтожения ПХБ, представляют собой смеси порошков металлического горючего с небольшим количеством окислителя и технологических добавок. В качестве горючего и окислителя используются широко распространенные материалы.

Механизм распространения зоны реакции в таких системах последовательно включает прогрев исходных веществ перед фронтом горения и локальное химическое

взаимодействие реагентов с выделением большого количества тепла – так называемый “контактный нагрев”.

Важной особенностью фильтрационного горения является аккумуляция газовым потоком энергии, выделяемой при горении в зоне реакции. Это способствует достижению высоких температур в зоне горения (выше 2000°C) и длительной термической обработке исходного ПХБ перед зоной реакции.

Варианты применения технологии:

- вариант № 1 с использованием стационарных установок, оснащенных камерами сгорания объемом от 0,1 до 1,0 м³ и узлами газоочистки;
- вариант № 2 – безаппаратный, т.е. уничтожение ПХБ производится в траншеях или сооружениях ангарного типа. Объем траншеи должен относиться к объему уничтожаемого материала как 1,2-1,3 к 1,0;
- вариант № 3 с использованием мобильной установки, смонтированной в стандартном контейнере длиной около 7 м, и транспортируемой на прицепе-контейнеровозе.

Для изготовления установок термохимического обезвреживания используются материалы и оборудование, не являющиеся дефицитными на российском рынке.

Расход ПСФГ на 1 кг отходов (в пересчете на ПХБ) составляет 0,1-0,2 кг. Производительность стационарной или мобильной установки – не менее 1 т в смену. Стоимость одной установки в базовой комплектации 70 тысяч долларов США, а стоимость термохимического обезвреживания 1 тонны отходов в пересчете на ПХБ равняется приблизительно 4-6 тысячам долларов США.

Технология проверена в ходе широких лабораторных, стендовых и опытных испытаний; прошла межведомственные испытания и предложена для уничтожения различных опасных отходов. Испытания по уничтожению ПХБ содержащих отходов еще не проводились, но разработчики этой технологии рекомендуют ее для этой цели. Поэтому какие-либо результаты анализов отходящих газов на полноту уничтожения ПХБ и концентрацию диоксинов отсутствуют.

Термическое уничтожение конденсаторов после слива жидкости

Технологическая схема термического уничтожения конденсаторов после слива ПХБ содержащей жидкости предложена ОАО “Техэнергохимпром” и ОАО “Институт Стальпроект”.

Эта схема предусматривает термическую переработку как целых конденсаторов после слива из них ПХБ содержащей жидкости без предварительных стадий разделки и дробления, так и других твердых отходов, содержащих ПХБ.

Мощность установки (агрегатная нагрузка) по обезвреживанию конденсаторов с остатками ПХБ составляет 500 кг/час.

Описание технологической схемы

Установка термического обезвреживания конденсаторов состоит из барботажной плавильной печи, футерованной камеры дожигания со встроенными рекуператорами и камеры нейтрализации с форсунками для подачи раствора NaOH, скруббера-испарителя, рукавного фильтра, дымовой трубы и вспомогательного оборудования: емкостей, насосов, компрессора, вентилятора и дымососа.

Раствор NaOH приготавливается в емкости и насосом подается в механические форсунки камеры нейтрализации.

Поступающие на термическую переработку конденсаторы направляют в барботажную плавильную печь 1, в которой происходит их первичная термическая обработка при коэффициенте расхода воздуха $\alpha \cong 0,5$.

Входящие в состав конденсаторов бумага, картон и полипропилен частично разлагаются и окисляются. ПХБ испаряются и также частично окисляются. Газообразные продукты выносятся в камеру дожигания, металлические компоненты окисляются и расплавляются. Для снижения температуры плавления расплава в барботажную плавильную печь добавляется флюс. Расплав имеет температуру около 1550°C. Для поддержания температурного уровня процесса первичной тепловой обработки конденсаторов в плавильную печь подаются природный газ и нагретый до 500° С воздух. Продукты неполного сгорания через боковое отверстие направляются в камеру дожигания.

В этой камере осуществляется полное окисление продуктов неполного сгорания всех компонентов до CO₂, N₂, H₂O и HCl. Для дожигания в камеру подается холодный воздух с $\alpha \cong 1,3$. Поскольку при дожигании температура повышается с 1600 до приблизительно 1800°C, в камеру дожигания встроены рекуператоры 3 и 4 для снижения температуры путем нагрева воздуха. Температура нагрева воздуха 550°C. В рекуператоре 4 нагревается воздух, направляемый в дымовую трубу для повышения температуры уходящих газов и снижения их влажности.

Температура отходящих из камеры дожигания газов около 1320-1380°C.

Объем камеры дожигания обеспечивает время пребывания газов в ней более 2 сек для полного окисления всех органических компонентов.

Дымовые газы из камеры дожигания поступают в камеру нейтрализации, где происходит связывание HCl с NaOH в газовой фазе с образованием NaCl. 20 %-ный раствор NaOH подается в количестве 120 % от теоретически необходимого. Избыток NaOH переходит в Na₂CO₃. Распыление раствора осуществляется механическими форсунками.

По ходу газов в камеру нейтрализации предусмотрен ввод воды или, при необходимости, раствора карбамида для восстановления NO_x. Температура дымовых газов на выходе из камеры нейтрализации составляет около 1000°C. Дымовые газы из камеры нейтрализации поступают в скруббер 6, в котором за счет испарения воды, подаваемой насосом 12 из емкости 10, их температура снижается до 200°C.

Затем дымовые газы направляются в рукавный фильтр 7 на очистку от минеральной пыли (смеси солей NaCl и Na₂CO₃).

Очищенные и охлажденные дымовые газы из рукавного фильтра дымососом транспортируются в дымовую трубу, где смешиваются с горячим воздухом, поступающим из рекуператора. Полученная смесь газов выбрасывается в атмосферу.

Разработчики процесса отмечают оригинальность технологической схемы, которая запатентована в России.

Нестандартное оборудование изготавливается по разрабатываемым чертежам.

Барботажная плавильная печь

Предназначена для первичной термической переработки конденсаторов с получением газообразных продуктов и расплава шлака.

Плавильная печь оборудована системой подачи конденсаторов, горелками природного газа, воздушными фурмами, леткой вывода шлакового расплава и газоходом для отвода газообразных продуктов. Поступающие в печь конденсаторы подвергаются на поверхности расплава нагреву и плавлению, при этом такие компоненты, как бумага и картон частично сгорают. ПХБ испаряется и частично окисляется, а полипропилен разлагается. Металлические компоненты окисляются и расплавляются.

Камера дожигания

Предназначена для надежного и полного дожигания горючих компонентов газообразных продуктов, поступающих из плавильной печи. Камера дожигания футерована огнеупорным кирпичом. Для облегчения футеровки на стенках камеры размещены рекуператоры для подогрева воздуха, направляемого в плавильную печь и на подогрев уходящих дымовых газов. Камера дожигания оборудована воздушными соплами.

Рекуператор

Предназначен для нагрева высоконапорного воздуха, подаваемого в плавильную печь.

Рекуператор

Предназначен для нагрева низконапорного воздуха, подаваемого в дымовую трубу для подогрева дымовых газов и снижения их влажности.

Рекуператор изготавливается по разрабатываемым чертежам.

Количество - 1 шт.

Камера нейтрализации

Предназначена для перевода кислых компонентов газов в минеральные соли.

Выполнена в виде футерованной камеры, оборудована форсунками для ввода растворов щелочи и карбамида.

Скруббер-испаритель

Предназначен для охлаждения дымовых газов до температуры 200-220°C путем полного испарения распыленных капель воды.

Кроме нестандартного оборудования, техническая установка включает в себя различное емкостное оборудование как с мешалками, так и без них, насосы различной производительности, компрессора для подачи воздуха через рекуператор в барботажную плавильную печь, вентиляторы для подачи воздуха в рекуператор и дымосос для транспортировки дымовых газов по газовому тракту.

Вторичные отходы и выбросы

При термической переработке конденсаторов образуются твердые и газообразные выбросы. Выход расплавленного нетоксичного шлака из плавильной печи - 564, 7 кг/час. Состав шлака, % масс.: Al₂O₃ - 32,87; FeO - 23,18; SiO₂ - 36,75; прочие примеси - 7,2. Сухая нетоксичная минеральная пыль из бункера рукавного фильтра - 56,94 кг/час; состоит из натриевых солей: NaCl (≅ 85 %) и Na₂CO₃ (≅ 15 %).

Пыль из бункера фильтра направляется на использование или депонирование. Шлак представляет собой застеклованную матрицу, невымываемую структуру, в которой ПХБ и диоксины полностью отсутствуют. Его направляют на использование в строительстве или на депонирование.

В атмосферу из дымовой трубы поступает газозвдушная смесь в количестве около 7700 м³/час следующего состава, % об.:

- CO₂ - 3,6
- N₂ - 55,9
- H₂O - 31,2
- O₂ - 9,3

Содержание вредных веществ в газах:

- NO_x (по NO_2) не более 200 мг/нм³
- CO не более 20 мг/нм³
- HCl не более 5 мг/нм³
- $\text{C}_{\text{орг}}$ не более 4 мг/нм³
- минеральная пыль не более 4 мг/нм³
- диоксины и фураны
- (ПХДД+ ПХДФ) не более 0,1 нг/нм³ сухих газов

Выбросы вредных веществ в атмосферу удовлетворяют наиболее жестким европейским нормам (00/76 ЕС).

Разработанные технические предложения по установке термического обезвреживания конденсаторов после слива ПХБ содержащих жидкостей могут быть использованы при реализации технологии переработки конденсаторов, заполненных ПХБ. Корректировке подлежат только расход щелочного реагента в камере нейтрализации и количество образующейся смеси солей NaCl и Na₂CO₃.

Технология очистки конденсаторов методом их прокаливания

К направлению “Обезвреживание конденсаторов с последующей утилизацией металлов” относится промышленно освоенный метод, разработанный специалистами Новолипецкого металлургического комбината и НПП “Эко-спектр”. Основой этого метода является обжиг (прокаливание) конденсаторов в специальном оборудовании.

Конденсаторы для обезвреживания поступают на участок в собранном виде. Через сливные пробки из них выливают ПХБ в специальные емкости для транспортировки на участок сжигания. Операция слива ПХБ достаточно длительная и продолжается 12-18 часов. Дальнейшая принципиальная технологическая схема обезвреживания конденсаторов после слива ПХБ приведена на рис. 5 (см. приложение).

После слива ПХБ конденсаторы, в зависимости от типоразмера по 3-5 штук устанавливаются в металлический автоклав с герметично закрывающейся крышкой. Автоклав установлен в специальной теплоизолированной камере, оборудованной электронагревателем. Автоклав герметично подсоединяется к теплообменнику-конденсатору паров ПХБ 1-й ступени, соединенному герметично с емкостью для накопления ПХБ. В верхней части этой емкости герметично вмонтирован теплообменник-конденсатор паров ПХБ 2-й ступени, который, в свою очередь, герметично соединен с конденсатором-промывателем, заполненным холодным ПХБ таким образом, чтобы отвод из теплообменника был погружен в жидкость на 50-60 мм. Здесь

происходит окончательное отделение сконденсировавшихся паров ПХБ. В случае незначительного распада ПХБ с образованием других, более летучих хлорированных соединений, для их улавливания устанавливается патрон промышленного противогаса марки В. Патрон легкоъемный и подлежит замене при обнаружении наличия хлорированных соединений на выбросе в атмосферу. Для преодоления сопротивления выделяющимся парам ПХБ установлен воздушный эжектор .

На первом этапе нагрев корпусов конденсаторов ведут при температуре близкой к 270°C (температура термического разложения ПХБ). После прекращения накопления сконденсированного ПХБ в емкости приступают к прокалке конденсаторов при температуре до 500°C. Одна технологическая операция продолжается 8-12 часов. После этого крышку автоклава снимают, конденсаторы вынимают, охлаждают на воздухе и приступают к их разборке.

В результате прокалки корпуса конденсаторов и их сердцевины не содержат даже следовых остатков ПХБ. Бумажная изоляция обуглена, а алюминиевая фольга – прокалена. Такой внешний вид остатков конденсаторов позволяет использовать металлические компоненты в качестве шихты в электроплавильном цехе комбината. Сконденсированные ПХБ передаются на участок их уничтожения в доменной печи.

Технико-экономическая оценка

По результатам технической, экологической и экономической оценки трех российских технологий уничтожения ПХБ-содержащих конденсаторов выбрана технология с использованием барботажной плавильной печи с системами дожига и нейтрализации отходящих газов, аналогичными циклонному реактору сжигания ПХБ. В принятой технологии заложен предварительный слив трихлорбифенила из конденсаторов, но в принципе возможно уничтожение конденсаторов без слива ПХБ.

Ориентировочная стоимость создания установки производительностью 4000 т конденсаторов в год составит 1,6 млн. долларов США, а стоимость переработки одной тонны конденсаторов около 1000 долларов США.

Для расчета производительности установки исходим из среднего содержания ТХБ в конденсаторах около 20 кг. Среднее содержание ТХБ в конденсаторе ~ 32%, т.е. средний конденсатор весит ~ 63 кг. Если учесть, что удастся слить только 50% имеющегося в конденсаторе ТХБ или около 10 кг, то оставшаяся масса конденсатора составит в среднем ~ 50 кг.

Таким образом, мощность 4000 тонн конденсаторов в год позволяет уничтожить 80 тысяч конденсаторов в год.

5) Выбор места для уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащих отходов в стационарных условиях в АЗРФ

Для того, чтобы выбрать размещение стационарных установок уничтожения ПХБ и обезвреживания ПХБ-содержащего оборудования необходимо иметь:

- наличие вблизи места размещения стационарной (стационарных) установок по уничтожению ПХБ большого количества ПХБ-содержащего оборудования и ПХБ-содержащих отходов, высокой их плотности размещения, что обеспечивало бы длительную эксплуатацию установки;
- наличие производственных площадей, оборудования, инфраструктуры; квалифицированной рабочей силы,
- экологически приемлемую ситуацию в месте возможного расположения стационарных установок по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
- разработанные и апробированные технологии уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
- наличие потенциального инвестора, готового вложить средства в создание стационарной установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
- готовность руководства (собственника) предприятия, пригодного для размещения стационарной установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов, войти в дело
- готовность местной администрации иметь стационарные установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов на своей территории.

Для уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащих отходов с помощью мобильных установок необходимо иметь:

- наличие организационных структур, готовых на территориях с большим количеством оборудования, содержащего ПХБ, и соответствующих отходов, построить и эксплуатировать мобильную установку (установки) по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
- на территории предполагаемого перемещения мобильной установки наличие приемлемых с точки зрения требований к охране окружающей среды мест эксплуатации установки.

Место эксплуатации установки выбирается согласно санитарно-эпидемиологических правил и норм:

- СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»,
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» и др.;
- на месте переработки ПХБ-содержащего оборудования и ПХБ-содержащих отходов. Мобильная установка доставляется к местам нахождения ПХБ-содержащего оборудования и ПХБ-содержащих отходов, где на месте и происходит уничтожение. ПХБ-содержащие отходы означают слитые из оборудования ПХБ, растворитель с ПХБ и пр.
- согласие администраций регионов, где предполагается эксплуатация установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов, на эту эксплуатацию;
 - разработанные и апробированные технологии, которые можно реализовать в мобильных установках по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
 - потенциального инвестора (потенциальных инвесторов), в том числе зарубежного (банка, финансовой структуры, фонда, государства, грантодателя и др.), готового вложить средства в создание мобильной установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов;
- наличие в регионе эксплуатации установки развитой дорожной сети, позволяющей перемещать установку к местам уничтожения ПХБ и ПХБ-содержащих отходов. Мобильные установки уничтожения ПХБ чаще всего размещаются на специальном автомобильном транспорте.

В АЗ РФ для территорий вне европейской части РФ потенциальным кандидатом на размещение установки по размещению ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования является размещение вблизи г. Красноярск и полигона «Серебристый», где имеется:

- большое количество ПХБ-содержащего оборудования в Красноярском крае и непосредственно в г. Красноярск,
- большое количество отходов ПХБ на полигоне «Серебристый»,
- производственные площади, оборудование, инфраструктура квалифицированная рабочая сила.

На основании проведенной работы по оценке технических, экологических и экономических характеристик методов обезвреживания ПХБ для России рекомендована технология высокотемпературного окисления с использованием циклонного реактора.

Разработанные промышленные технологии уничтожения ПХБ появятся в РФ, по-видимому, не ранее 2015г. Решения по установке уничтожения должны пройти обязательную экологическую и правовую экспертизу. Перечисленные примеры уничтожения ПХБ проводились в опытных масштабах с целью разработки технологий уничтожения. Разрешение на проведение таких опытных работ по уничтожению ПХБ дается местными территориальными природоохранными органами только на 1 год. Неясна готовность местной администрации и общественности иметь стационарные и мобильные установки по уничтожению ПХБ и ПХБ-содержащих отходов на своей территории.

Приложение 7. Карта-схема нахождения ПХБ и ПХБ-содержащего электротехнического оборудования (более 0, 1 т)



1	Кировск, Мурманская обл.	5	Ноябрьск, ЯНАО	9	Назарово, Красноярский край	13	Норильск, Красноярский край
2	Новый Уренгой, ЯНАО	6	Красноярск, Красноярский край	10	Ачинск, Красноярский край	14	Алдан, Саха (Якутия)
3	Нижневартовск, ЯНАО	7	Канск, Красноярский край	11	Кодинск, Красноярский край	15	Нерюнгри, Саха (Якутия)
4	Лабитнанги, ЯНАО	8	Иланский, Красноярский край	12	Лесосибирск, Красноярский край	16	Усть-Нера, Саха (Якутия)

Размер значков, отмечающих места накопления ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования, отражает объем накопления ПХБ (Таблица 5 отчета), не в масштабе