



БАЗЕЛЬСКАЯ КОНВЕНЦИЯ

Distr.: General
20 June 2019

Russian
Original: English

**Конференция Сторон Базельской конвенции
о контроле за трансграничной перевозкой
опасных отходов и их удалением**

Четырнадцатое совещание

Женева, 29 апреля – 10 мая 2019 года

Пункт 4 b) i)

Вопросы, связанные с осуществлением Конвенции:

научные и технические вопросы: технические руководящие принципы

Технические руководящие принципы

Дополнение

Общие технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими

Записка секретариата

На своем четырнадцатом совещании Конференция Сторон Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением приняла в решении БК-14/4 по техническим руководящим принципам экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими, Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных стойкими органическими загрязнителями, на основе проекта технических руководящих принципов, содержащегося в документе UNEP/CHW.14/7/Add.1. Принятый текст технических руководящих принципов приведен в приложении к настоящей записке. Настоящая записка, включая приложение к ней, официально не были отредактированы.

Приложение

Общие технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими

(Версия от 1 мая 2019 года)

Содержание

Аббревиатуры и сокращения	6
Единицы измерения	7
I. Введение	8
А. Сфера применения	8
В. СОЗ и СОЗ отходы	11
II. Соответствующие положения Базельской и Стокгольмской конвенций	12
А. Базельская конвенция	12
1. Общие положения	12
2. Положения, касающиеся СОЗ	13
В. Стокгольмская конвенция	14
1. Общие положения	14
2. Положения, касающиеся отходов	15
III. Вопросы, охватываемые Стокгольмской конвенцией и требующие решения в сотрудничестве с соответствующими органами Базельской конвенции	16
А. Низкое содержание СОЗ	16
В. Уровни уничтожения и необратимого преобразования	18
С. Методы удаления, относящиеся к экологически обоснованным	19
IV. Руководство по экологически обоснованному регулированию (ЭОР).....	19
А. Общие соображения	19
В. Нормативно-правовая основа	20
1. Сроки прекращения производства и использования СОЗ	21
2. Требования, касающиеся трансграничных перевозок.....	21
3. Технические требования, предъявляемые к контейнерам, оборудованию, контейнерам для насыпных грузов и хранилищам, содержащим СОЗ	22
4. Техника безопасности и гигиена труда	22
5. Техническое описание допустимых методов анализа и отбора проб СОЗ	22
6. Требования, предъявляемые к объектам по обработке и удалению опасных отходов	23
7. Общее требование, касающееся участия общественности	23
8. Загрязненные участки	23
9. Другие законодательные средства контроля	23
С. Предупреждение образования отходов и сведение их к минимуму.....	23
D. Выявление отходов.....	24
1. Общие соображения	24
2. Инвентарные реестры	26
E. Отбор проб, анализ и мониторинг	27
1. Отбор проб	28
2. Анализ	29
3. Мониторинг	31
F. Обращение с отходами, их сбор, упаковка, маркировка, транспортировка и хранение	32
1. Обращение	33
2. Сбор	33

3.	Упаковка.....	34
4.	Маркировка.....	35
5.	Перевозка.....	35
6.	Хранение.....	35
G.	Экологически безопасное удаление.....	37
1.	Предварительная обработка.....	37
(a)	Адсорбция и абсорбция.....	37
(b)	Смешивание.....	38
(c)	Десорбция.....	38
(d)	Обезвоживание.....	38
(e)	Демонтаж/разборка.....	38
(f)	Растворение.....	38
(g)	Дистилляция.....	38
(h)	Сушка.....	38
(i)	Механическое разделение.....	39
(j)	Мембранная фильтрация.....	39
(k)	Перемешивание.....	39
(l)	Масляно-водяное разделение.....	39
(m)	Корректировка уровня pH.....	39
(n)	Осаждение.....	39
(o)	Измельчение.....	39
(p)	Промывка растворителем.....	39
(q)	Стабилизация и отверждение.....	40
(r)	Испарение.....	40
(s)	Уменьшение объема.....	40
2.	Методы уничтожения и необратимого преобразования.....	40
(a)	Щелочное восстановление металлов.....	42
(b)	Усовершенствованное Сжигание Твердых Отходов (УСТО).....	43
(c)	Катализируемое основанием разложение (КОР).....	46
(d)	Каталитическое гидрохлорирование (КГД).....	48
(e)	Сжигание в цементнообжигательной печи в качестве дополнительного топлива.....	49
(f)	Химическое восстановление в газовой фазе (ХВГФ).....	51
(g)	Сжигание опасных отходов.....	53
(h)	Плазменно-дуговые технологии.....	55
(i)	Метод разложения плазменной плавкой.....	56
(j)	Сверхкритическое водяное окисление (СКВО) и подкритическое водяное окисление.....	57
(k)	Термометаллургическое производство металлов.....	59
3.	Другие способы удаления в случаях, когда ни уничтожение, ни необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом.....	61
(a)	Сброс на специально оборудованную свалку.....	62
(b)	Захоронение в подземных выработках и геологических формациях.....	63
4.	Другие методы удаления отходов, касающиеся низкого содержания СО ₂	63
H.	Восстановление загрязненных участков.....	64
1.	Выявление загрязненных участков.....	64
2.	Экологически безопасное восстановление.....	64
I.	Охрана здоровья и техника безопасности.....	65
1.	Ситуации, связанные с высоким риском.....	66
2.	Ситуации, связанные с низким риском.....	67
J.	Принятие мер в чрезвычайных ситуациях.....	68
K.	Участие общественности.....	68

Annex I: International instruments.....	71
Annex II: Examples of pertinent national legislation	72
Annex III: Bibliography	75

Аббревиатуры и сокращения

JESCO	Корпорация по экологической безопасности Японии
Pd/C	углерод-палладиевый катализатор
АОИМ	Американское общество специалистов по испытаниям материалов
АООС	Агентство по охране окружающей среды (Соединенные Штаты Америки)
АХАГ	Ассоциация химиков-аналитиков, состоящих на государственной службе (Соединенные Штаты Америки)
БДЕ	Бромдифениловый эфир
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ГАУ	гранулированный активированный уголь
ГБД	гексабромбифенил
ГБЦД	гексабромциклодекан
ГСМОС	Глобальная система мониторинга окружающей среды
ГТЭО	Группа технико-экономической оценки (Монреальского Протокола)
ГХБ	Гексахлорбензол
ГХБД	гексахлорбутадиен
ГХВР	газовая хроматография высокого разрешения
ГХГ	гексахлорциклогексан
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
ДДТ	1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-хлорфенил)этан (дихлордифенилтрихлорэтан)
ЕКС	Европейский комитет по стандартизации
ЕС	Европейский союз
ЕЭК ООН	Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций
ЖПВ	железо прямого восстановления
ДЗЭ	детектор захвата электронов
ИАТА	Международная ассоциация воздушного транспорта
ИКАО	Международная организация гражданской авиации
ИСО	Международная организация по стандартизации
КГД	каталитическое гидрохлорирование
КД	каталитическое дехлорирование
КК	контроль качества
КОР	катализируемое основанием разложение
КЦХП	короткоцепные хлорированные парафины
КЭУ	коэффициент эффективности уничтожения
КЭУУ	коэффициент эффективности уничтожения и удаления
МОТ	Международная организация труда
ИМО	Международная морская организация
МПХБ	Международная программа по химической безопасности
МСВР	масс-спектрометрия высокого разрешения/спектрометр
МСНР	масс-спектрометрия низкого разрешения/спектрометр
НИМ	наилучшие имеющиеся методы
НПВ	национальный план выполнения (Стокгольмская Конвенция)
НПД	наилучшие виды природоохранной деятельности
НТТД	низкотемпературная термодесорбция
ОК	обеспечение качества
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПАУ	полициклический ароматический углеводород
ПБД	полибромированный дифенил
ПБДД	полихлорированный дибензодиоксин
ПБДФ	полибромированные дибензофураны
ПБДЭ	полибромированные дифениловые эфиры (могут также содержать БДЕ, не включенные в Стокгольмскую конвенцию)
ПеХБ	пентахлорбензол
ПХД	полихлорированный дифенил
ПХДД	полихлорированный дибензо-п-диоксин
ПХДФ	полихлорированный дибензофуран
ПХТ	полихлорированный терфенил
ПХФ	пентахлорфенол
ПФОС	перфтороктановая сульфоновая кислота
РГОС	Рабочая группа открытого состава Базельской конвенции
РФ	рентгеновская флуоресценция
СГС	Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ
СКВО	сверхкритическое водяное окисление
СОЗ	стойкий органический загрязнитель
СОЗ-БДЭ	бромированные дифениловые эфиры, включенные в Стокгольмскую конвенцию: тетра-БДЭ, пента-БДЭ, гекса-БДЭ, гепта-БДЭ, дека БДЭ
СОП	стандартная оперативная процедура

СПЖО	система предварительного подогрева жидких отходов
ТБО	твердые бытовые отходы
ТЭ	токсическая эквивалентность
УТВОП	установка термовосстановительной обработки партий материалов
УЭР	ускоренное экстрагирование растворителем
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ФРТР	Федеральный круглый стол по технологиям восстановления (Соединенные Штаты Америки)
ХАСП	план мероприятий по технике безопасности и гигиене труда
ХВГФ	химическое восстановление в газовой фазе
ХФУ	хлорфторуглероды
ЦМ	цветной металл
ЦСИРО	Организация по научным и промышленным исследованиям стран Содружества (Австралия)
ЭГ ПВЗО	Экспертная Группа для Поддержки Выполнения Законодательства ЕС по Отходам
ЭОР	экологически обоснованное регулирование
ЭОС	экстрагируемый органогалоген ацетонпетролейного эфира
ЮНЕП	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
ЮНИДО	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию

Единицы измерения

мкг/кг	микрограмм(ов) на килограмм. Соответствует миллиардной доле (млрд-1) по массе.
кг	килограмм
кВт	киловатт
кВт-ч	киловатт-час
мг	миллиграмм
мг/кг	миллиграмм(ов) на килограмм. Соответствует миллионной доле (чнм) по массе.
МДж	мегаджоуль
мс	миллисекунды
нг	нанограмм
Мг	мегаграмм (1000 кг или 1 тонна)
Нм ³	нормальный метр кубический; относится к сухому газу, 101,3 кПа и 273,15 К

I. Введение

A. Сфера применения

1. Настоящие общие технические руководящие принципы содержат указания по экологически обоснованному регулированию (ЭОР) отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими (далее именуемых «отходами СОЗ»), которые подготовлены во исполнение нескольких решений, в рамках многосторонних природоохранных соглашений по химическим веществам и отходам¹. Настоящий документ заменяет собой «*Общие технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей (СОЗ), содержащих их или загрязненных ими*» от мая 2017 года.

2. Настоящие технические руководящие принципы являются «зонтичным» документом, которые следует использовать в сочетании со следующими конкретными техническими руководящими принципами:

(a) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных полихлорированными дифенилами, полихлорированными терфенилами, полихлорированными нафталинами или полибромированными дифенилами (технические руководящие принципы по ПХД) (UNEP, 2017a);

(b) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных альдрином, альфа-гексахлорциклогексаном, бета-гексахлорциклогексаном, хлорданом, хлордеконом, дильдрином, эндрином, гептахлором, гексахлорбензолом (ГХБ), гексахлорбутадиеном, линданом, мирексом, пентахлорбензолом, пентахлорфенолом и его солями, перфтороктановой сульфоновой кислотой, техническим эндосульфаном и родственными ему изомерами, или токсафеном или ГХБ в качестве промышленного химического вещества (технические руководящие принципы по относящимся к СОЗ пестицидам) (UNEP, 2017b);

(c) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных 1,1,1-трихлор-2,2-бис (4-хлорфенилом)этаном (ДДТ) (технические руководящие принципы по ДДТ) (UNEP, 2006a);

(d) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных перфтороктановой сульфоновой кислотой, ее солями и перфтороктановым сульфонилфторидом (технические руководящие принципы по ПФОС) (UNEP, 2015c);

(e) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных гексабромдифениловым эфиром и гептабромдифениловым эфиром или тетрабромдифениловым эфиром и пентабромдифениловым эфиром или декабромдифениловым эфиром (технические руководящие принципы по СОЗ-БДЭ) (UNEP, 2019a);

(f) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных гексабромциклододеканом (технические руководящие принципы по ГБЦД) (UNEP, 2015b);

(g) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных пентахлорфенолом и его солями и эфирами (технические руководящие принципы по ПХФ) (UNEP, 2017c);

¹ Решения IV/17, V/26, VI/23, VII/13, VIII/16, IX/16, БК-10/9, БК-11/3, БК-12/3, БК-13/4 и БК-14/4 Конференции Сторон Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением; решения I/4, II/10, III/8, IV/11, V/12, VI/5, VII/8, РГОС-8/5, РГОС-9/3, РГОС-10/4 и РГОС-11/3 Рабочей группы открытого состава Базельской конвенции, резолюция 5 Конференции полномочных представителей Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях; решения МКП-6/5 и МКП-7/6 Межправительственного комитета для ведения переговоров по международному имеющему обязательную юридическую силу документу об осуществлении международных мер в отношении отдельных стойких органических загрязнителей; и решений СК-1/2, СК-2/6, СК-3/7, СК-4/10-18, СК-5/3, СК-6/13, СК-7/12, СК-7/13, СК-7/14, СК-8/10, СК-8/11 и СК-8/12 Конференции Сторон Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях.

(h) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных гексахлорбутадиеном (Технические руководящие принципы по ГХБД) (UNEP, 2019b);

(i) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из, содержащих или загрязненных короткоцепными хлорированными парафинами (технические руководящие принципы по КЦХП) (UNEP, 2019c); и

(j) Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, содержащих или загрязненных непреднамеренно производимыми полихлорированными дибензо-п-диоксинами, полихлорированными дибензофуранами, гексахлорбензолом, полихлорированными дифенилами, пентахлорбензолом, полихлорированными нафталинами или гексахлорбутадиеном (технические руководящие принципы по непреднамеренно производимым СОЗ) (UNEP, 2019d).

3. Цель этих общих технических руководящих принципов:

(a) обеспечить всеобъемлющие и общие руководящие указания по ЭОР отходов СОЗ; и

(b) учесть положения, упомянутые в пункте 2 статьи 6 Стокгольмской конвенции (см. подраздел II.B.2 настоящих руководящих принципов о положениях Стокгольмской конвенции, касающихся отходов), касательно:

- (i) уровней уничтожения и необратимого преобразования;
- (ii) методы которые считаются экологически безопасным удалением; и
- (iii) уровни концентрации, по которым определяется уровень низкого содержания СОЗ.

4. В руководящих принципах также содержатся рекомендации в отношении сокращения или ликвидации выбросов СОЗ в окружающую среду в процессе удаления и обработки отходов. Рассматриваемые в настоящих руководящих принципах соображения, касающиеся экологически безопасного удаления отходов СОЗ, включают и варианты предварительной обработки, поскольку предварительная обработка может иметь важное значение при определении метода удаления.

5. Необходимо отметить, что руководство по наилучшим имеющимся методам (НИМ) и по наилучшим видам природоохранной деятельности (НПД) касательно их применения к профилактике или минимизации образования и выбросов, непреднамеренно производимых СОЗ из антропогенных источников, перечисленных в Приложении С к Стокгольмской конвенции. Руководящие принципы, касающиеся наилучших имеющихся методов (НИМ), и предварительное руководство по наилучшим видам природоохранной деятельности (НПД), имеющие отношения к Пункту 5 и Приложению 5 к Стокгольмской конвенции, были приняты Конференцией Сторон Конвенции на ее третьем совещании в 2007 году.

6. В таблице 1 показано, в каких конкретно технических руководящих принципах рассматривается каждый из 28 СОЗ, перечисленных в приложениях А, В или С к Стокгольмской конвенции.

Таблица 1. СОЗ, внесенные в приложения А, В или С к Стокгольмской конвенции и рассматриваемые в конкретных технических руководящих принципах в рамках Базельской конвенции

СОЗ, внесенные в Стокгольмскую конвенцию	Общие технические руководящие принципы									
	Технические руководящие принципы по ПХД	Технические руководящие принципы по пестицидам	Технические руководящие принципы по ДДТ	Технические руководящие принципы по непреднамеренно производимым ПХД	Технические руководящие принципы по СОЗ-БДЭ	Технические руководящие принципы по ГБЦД	Технические руководящие принципы по ПФОС	Технические руководящие принципы по ГХБД	Технические руководящие принципы по ПХФ	Технические руководящие принципы по КЦХП
Альдрин		X								
Хлордан		X								
Хлордекон		X								
Декабромдифениловый эфир (БДЭ-209), содержащиеся в коммерческом декабромдифениловом эфире (дека-БДЭ)					X					
Дильдрин		X								
1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-хлорфенил)этан (ДДТ);			X							
Эндрин		X								
Гептахлор		X								
Гексабромобифенил (ГББ)	X									
Гексабромдифениловый эфир (гекса-БДЭ) и гептабромдифениловый эфир (гепта-БДЭ)					X					
Гексабромциклододекан (ГБЦД)						X				
Гексахлорбензол (ГХБ)		X		X						
Гексахлорбутадиеп (ГХБД)		X						X		
Альфа-гексахлорциклогексан (альфа-ГХГ)		X								
Бета-гексахлорциклогексан (бета-ГХГ)		X								
Линдан		X								
Мирекс		X								
Пентахлорбензол (ПеХБ)		X		X						
Пентахлорфенол (ПХФ) и его соли и		X							X	

СОЗ, внесенные в Стокгольмскую конвенцию	Общие технические руководящие принципы									
	Технические руководящие принципы по ПХД	Технические руководящие принципы по пестицидам	Технические руководящие принципы по ДДТ	Технические руководящие принципы по непреднамеренно производимым ПХД	Технические руководящие принципы по СОЗ-БДЭ	Технические руководящие принципы по ГЫЦД	Технические руководящие принципы по ПФОС	Технические руководящие принципы по ГХБД	Технические руководящие принципы по ПХФ	Технические руководящие принципы по КЦХП
эфир										
Перфтороктановая сульфоновая кислота (ПФОС), ее соли и перфторактановый сульфонилфторид (ПФОСФ)		X					X			
Полихлорированные дифенилы (ПХД)	X			X						
Полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД)				X						
Полихлорированные дибензофураны (ПХДФ)				X						
Полихлорированные нафталины (ПХН)	X			X						
Короткоцепные хлорированные парафины (КЦХП)										X
Технический эндосульфат и родственные ему изомеры		X								
Тетрабромдифениловый эфир (тетра-БДЭ) и пентабромдифениловый эфир (пента-БДЭ)					X					
Токсафен		X								

В. СОЗ² и СОЗ отходы

7. Как правило, СОЗ имеют антропогенное происхождение. Некоторое количество отдельных СОЗ, таких как ГХБ, ПХН, ПеХБ, ПХДД и ПХДФ, перечисленных в приложении С к Стокгольмской конвенции, также непреднамеренно образуется и высвобождается в результате техногенных процессов. Факторами, которые послужили толчком к Стокгольмской конвенции, являются свойства СОЗ (токсичность, стойкость и биоаккумуляция), их перенос на большие расстояния и присутствие в окружающей среде, в том числе в экосистемах и организме человека.

² Дополнительную информацию о свойствах СОЗ можно получить из разных источников, в том числе из Агентства по регистрации токсичных веществ и заболеваемости, (Соединенные Штаты Америки), Глобальной программы действий по защите морской среды от загрязнения в результате осуществляемой на суше деятельности и Международной программы по химической безопасности Всемирной организации здравоохранения (1995 год).

8. СОЗ используются или использовались в промышленных процессах, в продуктах и изделиях. В связи с их характеристиками, СОЗ перечисленные в Стокгольмской конвенции должны регулироваться с целью предотвращения попадания их в окружающую среду. Наряду с тем, что требуется принятие мер в отношении СОЗ недавно включенных в список, не менее важно продолжать принимать меры по регулированию других СОЗ и предотвращению их дальнейшего сохранения (Weber et al, 2015).

9. Очень важно признать, что даже тогда, когда регулирование СОЗ осуществляется надлежащим образом для того чтобы «перекрыть кран» в самом начале жизненного цикла СОЗ, все еще предпринимаются усилия по регулированию отходов, поскольку СОЗ могут продолжать свое существование в продуктах и потоках отходов в течение многих десятилетий. В дополнение, ненадлежащее обращение с отходами СОЗ может привести к высвобождению СОЗ в окружающую среду. Кроме того, непреднамеренное образование и выброс СОЗ, перечисленных в приложении С к Стокгольмской конвенции (см. раздел IV.G), могут произойти и в результате применения некоторых технологий удаления.

10. Недавно внесенные в Стокгольмскую конвенцию химические вещества, такие как СОЗ-БДЭ, ПФОС, ГБЦД и КЦХП привлекли внимание к использованию СОЗ в продуктах и изделиях, включая потребительские товары и изделия. Регулирование этих продуктов и изделий на этапе, когда они переходят в разряд отходов, сопряжено для Сторон и заинтересованных субъектов с новыми задачами в их работе по выработке стратегий и подходов к их ЭОР, и усилиях по предотвращению или ликвидации их выбросов. Например, переработанный пластик, содержащий СОЗ, непреднамеренно вносит свой вклад в загрязнение новой пластиковой продукции, когда СОЗ не извлекается из общего потока на рециркуляцию (см. раздел IV.G.4).

II. Соответствующие положения Базельской и Стокгольмской конвенций

11. Ряд многосторонних природоохранных соглашений обеспечивают основу для предупреждения и минимизации выбросов токсичных химических веществ и опасных отходов. Базельская, Стокгольмская и Роттердамская конвенции - это взаимодополняющие элементы комплексного подхода к регулированию опасных химических веществ и отходов на протяжении их жизненного цикла. Вместе эти конвенции дают лицам, принимающим решения, основу для действий по минимизации и регулированию рисков для окружающей среды, обусловленных различными химическими веществами, продуктами и отходами.

12. Полный список международных документов, касающихся СОЗ, приведен в приложении I. В следующих разделах представлены краткие разъяснения и описание соответствующих статей Базельской и Стокгольмской конвенций, иллюстрирующие их взаимодополняющий характер, в дополнение к основным обязательствам соответствующих Сторон.

13. Положения Стокгольмской конвенции дополняют положения по обращению с опасными отходами согласно Базельской конвенции, образуя всеобъемлющий режим обращения с отходами СОЗ. Положения из обеих конвенций применимы к отходам СОЗ в принятии решений об их ЭОР.

A. Базельская конвенция

1. Общие положения

14. Базельская конвенция, вступившая в силу 5 мая 1992 года, направлена на обеспечение охраны здоровья человека и окружающей среды от негативных последствий, обусловленных образованием, регулированием, трансграничной перевозкой и удалением опасных и других отходов. Для этого используются ряд положений по трансграничной перевозке отходов, и их ЭОР. В частности, в Базельской конвенции предусмотрено, что любая трансграничная перевозка отходов (экспорт, импорт или транзит) допустима лишь тогда, когда сама перевозка и планируемое удаление опасных или иных отходов осуществляются экологически обоснованным способом.

15. В ряде положений Базельской конвенции изложены обязательства Сторон по обеспечению ЭОР отходов СОЗ. Они перечислены в пунктах с 16 по 18 ниже.

16. В пункте 1 статьи 2 («Определения») Базельской конвенции отходы определяются как «вещества или предметы, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат

удалению в соответствии с положениями национального законодательства». В пункте 4 удаление определяется как «любая операция, определенная в приложении IV» к Конвенции. В пункте 8 ЭОР опасных или других отходов определяется как «принятие всех практически возможных мер для того, чтобы при использовании опасных или других отходов здоровье человека и окружающая среда защищались от возможного отрицательного воздействия таких отходов».

17. В пункте 1 статьи 4 («Общие обязательства») предусмотрена процедура, в соответствии с которой Стороны, осуществляя свое право на запрещение импорта опасных или других отходов с целью удаления, информируют другие Стороны о своем решении. В пункте 1 а) говорится: «Стороны, осуществляя свое право на запрещение импорта опасных или других отходов с целью удаления, информируют другие Стороны о своем решении согласно статье 13». В пункте 1 b) говорится: «Стороны запрещают или не разрешают экспорт опасных и других отходов в направлении Сторон, которые ввели запрет на импорт таких отходов, если они получили об этом уведомление согласно подпункту (а)».

18. В подпунктах (а)-(е) и (g) пункта 2 статьи 4 содержатся ключевые положения Базельской конвенции, непосредственно касающиеся ЭОР, предупреждения и сведения к минимуму производства отходов, а также методов удаления отходов, предназначенных для смягчения отрицательных последствий для здоровья человека и окружающей среды:

Пункты 2 (а)-(е) и (g): «Каждая Сторона принимает надлежащие меры с тем, чтобы:

(а) обеспечить сведение к минимуму производства опасных и других отходов в своих пределах с учетом социальных, технических и экономических аспектов;

(b) обеспечить наличие соответствующих объектов по удалению для экологически обоснованного использования опасных и других отходов независимо от места их удаления. Эти объекты, по возможности, должны быть расположены в ее пределах;

(с) обеспечить, чтобы лица, участвующие в использовании опасных и других отходов в ее пределах, принимали такие меры, которые необходимы для предотвращения загрязнения опасными и другими отходами в результате такого обращения и, если такое загрязнение все же происходит, для сведения к минимуму его последствий для здоровья человека и окружающей среды;

(d) обеспечить, чтобы трансграничная перевозка опасных и других отходов была сведена к минимуму в соответствии с экологически обоснованным и эффективным использованием таких отходов, и осуществлялась таким образом, чтобы здоровье человека и окружающая среда были ограждены от отрицательных последствий, к которым может привести такая перевозка;

(е) не разрешать экспорт опасных или других отходов в государства или группу государств, относящихся к организации по экономической и/или политической интеграции, которые являются Сторонами, в частности, в развивающиеся страны, которые в рамках своего законодательства запретили весь импорт, либо если у нее есть основания полагать, что использование этих отходов не будет осуществляться экологически обоснованным образом, в соответствии с критериями, которые будут определены Сторонами на их первом совещании;»

«(g) не допускать импорта опасных и других отходов, если есть основания полагать, что использование этих отходов не будет осуществляться экологически обоснованным образом».

Пункт 8: «Каждая Сторона требует, чтобы с экспортируемыми опасными или другими отходами обращались экологически обоснованным образом в государстве импорта или других государствах».

2. Положения, касающиеся СОЗ

19. Виды отходов, которые подпадают под действие Базельской конвенции, определены в статье 1 (Сфера действия Конвенции). В подпункте 1(а) этой статьи изложены два условия, которые позволяют определить, считаются ли «отходы» «опасными отходами», подпадающими под действие Конвенции: во-первых, отходы должны входить в любую категорию, указанную в приложении I к Конвенции (Категории веществ, подлежащих регулированию), и, во-вторых, они должны обладать хотя бы одним из свойств, перечисленных в приложении III к Конвенции (Перечень опасных свойств).

20. Перечни перечисленных в приложениях I и II отходов, которые могут состоять из конкретных СОЗ, содержать их или быть загрязненными ими, приводятся в конкретных технических руководящих принципах, имеющих отношение к этим СОЗ.
21. Предполагается, что перечисленные в приложении I отходы обладают одним или более чем одним из опасных свойств, перечисленных в приложении III. К ним могут относиться Н4.1 «Огнеопасные твердые вещества», Н6.1 «Токсичные (Ядовитые) вещества», Н11 «Токсичные вещества (вызывающие Затяжные или хронические заболевания)», Н12 «Экотоксичные вещества» и Н13 «Вещества, способные любым путем после удаления приводить к образованию других материалов, например, фильтратов, которые обладают любыми из указанных выше опасных характеристик», если только в результате «национальных тестов» не было установлено, что они не обладают этими свойствами. Национальные тесты могут использоваться для идентификации конкретного опасного свойства, указанного в приложении III, до тех пор, пока это опасное свойство не будет определено в полном объеме. Конференцией Сторон Базельской конвенции на ее шестом и седьмом совещаниях были на временной основе приняты руководства по опасным свойствам Н11, Н12 и Н13, включенным в приложение III.
22. В перечне А приложения VIII к Конвенции перечисляются отходы, которые «характеризуются как опасные в соответствии с пунктом 1 (а) статьи 1 этой Конвенции». «Хотя, «включение отходов в приложение VIII не исключает возможности использовать приложение III «Перечень опасных свойств» для доказательства того, что те или иные отходы не являются опасными» (приложение I, пункт b). В перечне В приложения IX перечислены отходы, которые «не являются отходами, подпадающими под действие пункта 1 (а) статьи 1 этой Конвенции, если только они не содержат материал, фигурирующий в приложении I, в том объеме, при котором проявляется какое-либо из свойств, перечисленных в приложении III».
23. Перечень свойств отходов из приложения VIII, которые применимы к специфическим СОЗ, содержится в конкретных технических руководящих принципах, имеющих отношение к этим СОЗ.
24. Как указывается в пункте 1 (b) статьи 1, «отходы, которые не охватываются пунктом (а), но которые определены или считаются опасными в соответствии с внутренним законодательством государства экспорта, импорта или транзита, являющегося Стороной», также подпадают под действие Базельской конвенции.

В. Стокгольмская конвенция

1. Общие положения

25. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ) - это глобальный договор, цель которого заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от стойких органических загрязнителей.
26. Цель Стокгольмской конвенции, вступившей в силу 17 мая 2004 года, изложена в статье 1 (Цель): «Учитывая принцип принятия мер предосторожности, закрепленный в Принципе 15 Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, цель настоящей Конвенции заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от стойких органических загрязнителей».
27. В Стокгольмской конвенции выделяется две категории СОЗ:
- (a) преднамеренно производимые СОЗ, производство и использование которых подлежит:
 - (i) ликвидации в соответствии с положениями приложения А; или
 - (ii) ограничению в соответствии с положениями приложения В; и
 - (b) непреднамеренно производимые СОЗ, в отношении которых Сторонам надлежит принимать предусмотренные меры в соответствии со Статьей 5 и Приложением С, направленные на сокращение совокупных выбросов из антропогенных источников в целях их постоянной минимизации и, если это осуществимо, окончательного устранения.
28. В Статье 3 также указано, что стороны могут продолжать производить или использовать СОЗ, перечисленные в Приложениях А и/или В, в случае конкретных исключений или приемлемых целей при условии, если об этом есть соответствующие указания Конференции Сторон с момента их внесения в список.

29. Пунктом (а) (i) Статьи 5 Стокгольмской конвенции предусмотрены разработка и ведение перечня источников загрязнения и оценок выбросов, непреднамеренно производимых СОЗ.

30. Пунктом (b) Статьи 5 поощряется применение доступных, обоснованных и практических мер, которые могут обеспечить ускоренное достижение реалистичного и значительного уровня снижения выбросов или ликвидации источников.

31. В пункте 1 Статьи 7 (Планы выполнения) Конвенции предусмотрено, что каждая Сторона:

«(а) разрабатывает и стремится осуществлять план выполнения своих обязательств, предусмотренных настоящей Конвенцией;

(b) направляет свой план выполнения Конференции Сторон в течение двух лет после даты вступления для нее в силу настоящей Конвенции; и

(c) пересматривает и обновляет соответствующим образом свой план выполнения на периодической основе и в соответствии с процедурой, которая будет определена в решении Конференции Сторон».

2. Положения, касающиеся отходов

32. В статье 6 (Меры по сокращению или ликвидации выбросов, связанных с запасами и отходами) содержатся следующие положения, касающиеся отходов:

«1. Для обеспечения того, чтобы запасы, состоящие из химических веществ, перечисленных либо в приложении А, либо в приложении В, или содержащие их, и отходы, включая продукты и изделия, превратившиеся в отходы, состоящие из химического вещества, включенного в приложение А, В или С, содержащие его или зараженные им, регулировались таким образом, чтобы была обеспечена охрана здоровья человека и окружающей среды, каждая Сторона:

(а) разрабатывает соответствующие стратегии для выявления:

(i) запасов, состоящих из химических веществ, перечисленных в приложениях А или В или содержащих их; и

(ii) продуктов и изделий, находящихся в употреблении, и отходов, состоящих из химического вещества, включенного в приложение А, В или С, а также содержащих их или зараженных ими;

(b) выявляет, по мере возможности, запасы, состоящие из химических веществ, перечисленных в приложении А или В, или содержащих их, на основе стратегий, указанных в подпункте (а);

(c) соответствующим образом обеспечивает безопасное, эффективное и экологически рациональное регулирование запасов. Запасы химических веществ, перечисленных в приложении А или В, после того как они не разрешаются к использованию в соответствии с каким-либо конкретным исключением в приложении А или конкретным исключением, или приемлемой целью, содержащейся в приложении В, за исключением запасов, разрешенных к экспорту на основании пункта 2 статьи 3, считаются отходами и подлежат регулированию в соответствии с положениями подпункта (d);

(d) принимает соответствующие меры для обеспечения того, чтобы такие отходы, включая продукты и изделия, превратившись в отходы:

(i) обрабатывались, собирались, транспортировались и хранились экологически безопасным образом;

(ii) удалялись таким образом, чтобы содержащиеся в них стойкие органические загрязнители уничтожались или необратимо преобразовывались и не проявляли свойств стойких органических загрязнителей или удалялись иным экологически безопасным образом в том случае, если уничтожение или необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом или содержание стойких органических загрязнителей низкое, с учетом международных правил, стандартов и

руководящих принципов, включая те, которые могут быть разработаны в соответствии с пунктом 2, и соответствующих глобальных и региональных режимов, определяющих регулирование опасных отходов;

- (iii) не разрешалось удалять таким образом, который может приводить к рекуперации, рециркуляции, утилизации, прямому повторному использованию или альтернативным видам использования стойких органических загрязнителей; и
- (iv) не перемещались через международные границы без учета международных правил, стандартов и руководящих принципов;

(е) принимает усилия для разработки соответствующих стратегий по выявлению участков, зараженных химическими веществами, перечисленными в приложениях А, В или С; в случае проведения работ по восстановлению этих участков такие работы должны вестись экологически безопасным образом.

2. Конференция Сторон тесно сотрудничает с соответствующими органами Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, в частности:

(а) устанавливает уровни уничтожения и необратимого преобразования, необходимые для обеспечения того, чтобы не проявлять свойства стойких органических загрязнителей, как это указано в пункте 1 приложения D;

(b) определяет те методы, которые она считает методами экологически безопасного удаления, о чем говорится выше; и

(с) работает надлежащим образом над установлением уровней концентрации химических веществ, перечисленных в приложениях А, В и С, для определения низкого содержания стойких органических загрязнителей в соответствии с подпунктом (d) (ii) пункта 1».

33. В пункте 2 (а) (i) статьи 3, касающемся импорта, предусмотрено следующее: «Каждая Сторона принимает меры для обеспечения того, чтобы химическое вещество, включенное в приложения А или В, импортировалось только для целей экологически безопасного удаления, как это указано в пункте 1 (d) Статьи 6». По аналогии с этим в пункте 2 (b) (i) Статьи 3 предусмотрено, что «каждая Сторона принимает меры для обеспечения того, чтобы химическое вещество, включенное в приложение А, в отношении любого производства или использования которого действует конкретное исключение, или химическое вещество, включенное в приложение В, цель любого производства или конкретного исключения в отношении использования которого является приемлемой, экспортировалось, с учетом любых существующих соответствующих международных процедур предварительного обоснованного согласия, только для цели экологически безопасного удаления, как это указано в пункте 1 (d) Статьи 6».

34. В части II приложения С перечислены категории промышленных источников, способных привести к сравнительно высокому уровню образования СОЗ, перечисленных в приложении С, и их выбросам в окружающую среду. В части III перечисляются категории источников, которые могут вызвать непреднамеренное образование и выброс СОЗ, перечисленных в приложении С. В части V изложены общие руководящие указания, касающиеся НИМ и НПД.

III. Вопросы, охватываемые Стокгольмской конвенцией и требующие решения в сотрудничестве с соответствующими органами Базельской конвенции

A. Низкое содержание СОЗ

35. Как указывается в пункте 2 (с) статьи 6 Стокгольмской конвенции, Конференция Сторон Стокгольмской конвенции тесно сотрудничает с соответствующими органами Базельской конвенции, в частности «работает надлежащим образом над установлением уровней концентрации химических веществ, перечисленных в приложениях А, В и С, для определения низкого содержания стойких органических загрязнителей в соответствии с подпунктом (d) (ii) пункта 1».

36. Согласно Стокгольмской конвенции, в соответствии с пунктом 1 (d) (ii) статьи 6, отходы СОЗ должны удаляться таким образом, чтобы содержащиеся в них СОЗ уничтожались или необратимо преобразовывались таким образом, чтобы они не проявляли свойств СОЗ или должны удаляться экологически безопасным образом в том случае, если уничтожение или необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом или содержание СОЗ низкое, с учетом международных правил, стандартов и руководящих принципов, включая те, которые могут быть разработаны в соответствии с пунктом 2, а также соответствующих глобальных и региональных режимов, определяющих регулирование опасных отходов;

37. Низкое содержание СОЗ, описанное в Стокгольмской конвенции, не зависит от положений об опасных отходах в рамках Базельской конвенции.

38. Определения низкого содержания СОЗ должны быть установлены с учетом основной цели Базельской конвенции и Стокгольмской конвенций, а именно защита окружающей среды и здоровья человека. При определении низкого содержания СОЗ было учтено следующее (См. European Commission, 2011, German Federal Environment Agency, 2015, и UNEP/CHW/OEWG.9/INF/9/Add.1³, и /Add.2⁴, и UNEP/CHW.13/INF66⁵):

- (a) соображения, касающиеся окружающей среды и здоровья человека;
- (b) наличие соответствующего аналитического потенциала;
- (c) диапазон концентраций изделий, материалов и отходов;
- (d) адекватность предусмотренных в национальном законодательстве предельных значений;
- (e) наличие соответствующих мощностей для переработки;
- (f) недостаточность имеющихся знаний и данных; и
- (g) экономические соображения.

39. Надлежит применять следующие временные значения низкого содержания СОЗ, приведенные в таблице 2 ниже, определенные в соответствии с национальными или международными методами и стандартами, за исключением ПХДД и ПХДФ.

Таблица 2: Временные значения низкого содержания СОЗ⁶

<u>СОЗ</u>	<u>Низкое содержание СОЗ</u>
Альдрин	50 мг/кг
альфа-ГХГ, бета-ГХГ и Линдан	50 мг/кг в сумме ⁷
Хлордан	50 мг/кг
Хлордекон	50 мг/кг
ДДТ	50 мг/кг
Дильдрин	50 мг/кг

³ Проект обновленных общих технических руководящих принципов экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими: вспомогательный документ для разработки раздела III общих технических руководящих принципов экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими.

⁴ Проект обновленных общих технических руководящих принципов экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей, содержащих их или загрязненных ими: методология установления низкого содержания стойких органических загрязнителей и ее применение в Европейском Союзе.

⁵ Вспомогательная информация об уровнях концентрации для определения значений низкого содержания стойких органических загрязнителей для стойких органических загрязнителей, перечисленных в приложениях А, В и С Стокгольмской конвенции

⁶ Отмечается, что работа в отношении обзора временных значений низкого содержания СОЗ будет проведена в соответствии с решением БК-13/4.

⁷ Было установлено предельное значение для суммы линдана и его побочных продуктов альфа- и бета-ГХГ, потому что они могут содержаться вместе в пестицидах и производственных отходах.

Эндрин	50 мг/кг
ГББ	50 мг/кг
ГБЦД	100 мг/кг или 1000 мг/кг
ГХБД	100 мг/кг
Гептахлор	50 мг/кг
Гексабромдифениловый эфир и гептабромдифениловый эфир и тетрабромдифениловый эфир и пентабромдифениловый эфир	50 мг/кг или 1000 мг/кг в сумме ⁸
[Гексабромдифениловый эфир и гептабромдифениловый эфир и тетрабромдифениловый эфир и пентабромдифениловый эфир и декабромдифениловый эфир (БДЭ-209), содержащиеся в коммерческом декабромдифениловом эфире]	[[50 мг/кг] [500 мг/кг] [1000 мг/кг] в сумме] ⁹
ГХБ	50 мг/кг
Мирекс	50 мг/кг
ПХД	50 мг/кг
ПХДД и ПХДФ ¹⁰	1 мкг ТЭ/кг или 15 мкг ТЭ/кг
ПХФ и его соли и эфиры	100 мг/кг
ПХН	10 мг/кг
ПеХБ	50 мг/кг
ПФОС, ее соли и ПФОСФ	50 мг/кг
КЦХР	[100 мг/кг] [10 000 мг/кг]
Технический эндосульфат и родственные ему изомеры	50 мг/кг
Токсафен	50 мг/кг

В. Уровни уничтожения и необратимого преобразования

40. Коэффициент эффективности уничтожения¹¹ (КЭУ) означает долю исходных СОЗ, уничтоженных или необратимо преобразованных с использованием конкретного способа или технологии. Коэффициент эффективности уничтожения и удаления¹² (КЭУУ), учитывающий

⁸ Было установлено предельное значение для суммы тетра-, пента- и гепта-БДЭ, поскольку у заводских смесей разный состав конгенов (см. раздел I.B.1 технических руководящих принципов по СОЗ-БДЭ), и в целях аналитической эффективности.

⁹ Предельное значение было установлено для суммы тетра-, пента-, гекса- и гепта- и дека-БДЭ, т.к. коммерческие смеси имеют разные родственные составы (см. раздел I.B.1 технических руководящих принципов по СОЗ-БДЭ) и в целях аналитической эффективности.

¹⁰ Токсические эквиваленты (ТЭ), о которых говорится в пункте 2 части IV приложения С к Стокгольмской конвенции, за исключением ПХДД и ПХДФ.

¹¹ Для расчета коэффициента эффективности уничтожения из массы содержащихся в отходах СОЗ вычитается масса СОЗ в остатках, находящихся в газообразном, жидком или твердом состоянии, и полученная величина делится на массу содержания СОЗ в отходах, т. е. КЭУ = (содержание СОЗ в отходах - содержание СОЗ в остатках в газообразном, жидком и твердом состоянии) / содержание СОЗ в отходах.

¹² Для расчета коэффициента эффективности уничтожения и удаления из массы СОЗ, содержащихся в отходах, вычитается масса СОЗ, содержащихся в газообразных остатках (выбросы дымовых газов), и полученная величина делится на массу СОЗ, содержащихся в отходах, т. е. КЭУУ = (содержание СОЗ в отходах - содержание СОЗ в газообразных остатках) / содержание СОЗ в отходах.

только выбросы в атмосферу, означает долю исходных СОЗ, необратимо преобразованных и удаленных из газообразных выбросов.

41. Во временном определении, изложенном в пункте 42 ниже, учитывается, что:

(a) КЭУ и КЭУУ представляют собой функцию величины первоначального содержания СОЗ и не учитывают любую долю других непреднамеренно производимых СОЗ в процессе уничтожения или необратимого преобразования;

(b) КЭУ является важным критерием для оценки эффективности технологий уничтожения и необратимого преобразования, однако его иногда бывает трудно определить методами, обеспечивающими возможность воспроизводства и сопоставления результатов;

(c) имеются НИМ и НПД для обеспечения достижения ожидаемых экологических показателей, в том числе ожидаемого КЭУ; и

(d) к этим операциям применяются соответствующее национальное законодательство,¹³ международные правила, стандарты и руководящие принципы;

42. Надлежит временно применять следующие значения уровней уничтожения и необратимого преобразования, основанные на абсолютных уровнях (т. е. в отношении отходов на выходе процессов обработки):

(a) атмосферные выбросы:

(i) ПХДД и ПХДФ: 0,1 нг/Нм³ ТЭ¹⁴

(ii) все другие СОЗ: соответствующие национальные правовые нормы и международные правила, стандарты и руководящие принципы; примеры соответствующих национальных правовых норм приводятся в приложении II;

(b) водные выбросы: соответствующие национальные правовые нормы и международные правила, стандарты и руководящие принципы; примеры соответствующих национальных правовых норм приводятся в приложении II;

(c) твердые остаточные продукты: должны иметь содержание СОЗ ниже уровня низкого содержания СОЗ, указанного в разделе А настоящей главы. Однако если содержание СОЗ превышает уровень низкого содержания СОЗ, указанный в разделе А, то такие твердые отходы должны обрабатываться в соответствии с разделом IV.G.

43. Кроме того, при использовании технологий, предназначенных для уничтожения и необратимого преобразования, следует руководствоваться НИМ и НПД.

С. Методы удаления, относящиеся к экологически обоснованным

44. В разделе G главы IV ниже приводится описание методов, которые считаются экологически безопасными методами удаления отходов СОЗ.

IV. Руководство по экологически обоснованному регулированию (ЭОР)

А. Общие соображения

45. ЭОР - это общая стратегическая концепция, которая различными способами интерпретируется и реализуется странами, заинтересованными субъектами и организациями. Положения и руководящие документы, касающиеся ЭОР опасных отходов, каковыми являются отходы СОЗ в рамках Базельской и Стокгольмской конвенций, вместе с основными эксплуатационными элементами Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), обеспечивают общее понимание и международную основу для поддержки и реализации ЭОР опасных и других отходов.

¹³ Например, в Японии, Министерство окружающей среды в 2010 году выпустило «Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов ПФОС», в которых указывается, что уровни уничтожения ПФОС и ее солей должны превышать 99.999 процентов (Ministry of the Environment of Japan, 2013b).

¹⁴ Токсические эквиваленты, о которых говорится в пункте 2 части IV приложения С к Стокгольмской конвенции, за исключением ПХДД и ПХДФ. Нм³ относится к сухому газу, 101,3 кПа и 273,15 К. Стандартизация при 11% О₂. Стандартизация при 10% О₂ при совместном сжигании в цементных печах.

46. На одиннадцатом совещании Конференции Сторон Базельской конвенции была принята *Рамочная основа экологически обоснованного регулирования опасных и других отходов 2013 года* («Рамочная основа ЭОР») ¹⁵, (UNEP, 2013a). Эта основа обеспечивает общее понимание того, на что распространяется ЭОР, и определяет инструменты и стратегии для поддержки и содействия осуществлению ЭОР. Рамочная основа призвана стать практическим руководством для правительств и других заинтересованных субъектов, участвующих в регулировании опасных и других отходов, и представляет собой наиболее полное руководство по ЭОР, дополняющее технические руководящие принципы Базельской конвенции.

47. Как указано в пункте 17 данного документа, в статье 4 Базельской конвенции содержатся положения, относящиеся к ЭОР опасных и других отходов. ЭОР также является предметом рассмотрения в следующих заявлениях:

(а) в Базельской Декларации об экологически обоснованном регулировании 1999 года, принятой Конференцией Сторон Базельской конвенции на ее пятом совещании, Сторонам предлагается активизировать и усилить деятельность и сотрудничество для достижения ЭОР, в частности, путем предотвращения образования, сведения к минимуму, рециркуляции, рекуперации и удаления опасных и других отходов, подпадающих под действие Базельской конвенции, с учетом социальных, технических и экономических аспектов; и путем дальнейшего сокращения трансграничных перевозок опасных и других отходов, подпадающих под действие Базельской конвенции;

(b) Картахенская декларация о предотвращении образования, минимизации и рекуперации опасных отходов и других отходов 2011 года, которая была принята на десятом совещании Конференции Сторон Базельской конвенции, и которая вновь подтверждает, что Базельская конвенция является основным глобальным правовым документом, определяющим ЭОР опасных и других отходов и их удаление.

48. В рамках Стокгольмской конвенции термин «экологически обоснованное регулирование» не определяется. Тем не менее, экологически безопасные методы удаления отходов СОЗ подлежат определению Конференцией Сторон в сотрудничестве с соответствующими органами Базельской конвенции.

49. ОЭСР приняла рекомендации по ЭОР отходов, охватывающие ряд различных вопросов, *среди которых* - основные эксплуатационные элементы руководящих принципов ЭОР для объектов по рекуперации отходов, включая элементы, предшествующие сбору, перевозке, обработке и хранению, а также элементы, следующие за хранением, перевозкой, обработкой и удалением соответствующих остаточных продуктов (OECD, 2004).

50. Стороны должны разработать ряд мер (стратегий, политики, законодательства, нормативных актов и программ) и контролировать их внедрение для достижения целей ЭОР. Внедрение национальных стратегий, политики и программ – это эффективные инструменты в дополнение к внедрению законодательства и нормативных актов; мониторинга и обеспечения соблюдения; стимулов и санкций; технологий; и других инструментов, в использовании которых принимают участие и сотрудничают все ключевые заинтересованные стороны (UNEP, 2013a). При определении, осуществлении или оценке ЭОР должны приниматься во внимание следующие разделы.

В. Нормативно-правовая основа

51. Сторонам Базельской и Стокгольмской конвенций следует проводить анализ своих национальных стратегий, политики, средств контроля, стандартов и процедур, в том числе относящихся к ЭОР отходов СОЗ, с целью обеспечить их соответствие положениям двух конвенций и вытекающим из них обязательствам.

52. В большинстве стран в той или иной форме уже действуют законодательные акты, определяющие общие принципы, полномочия и права в области охраны окружающей среды. Такое законодательство должно обеспечивать ЭОР и включать требования охраны как здоровья человека, так и окружающей среды. Такое законодательство может наделять правительства полномочиями принимать и обеспечивать соблюдение конкретных правил и положений по опасным отходам, проводить проверки, а также устанавливать меры наказания за их нарушение.

¹⁵ Рамочная основа ЭОР:

<http://www.basel.int/Implementation/CountryLedInitiative/EnvironmentallySoundManagement/ESMFramework/abid/3616/Default.aspx>

53. В таких законодательных актах, касающихся опасных отходов должно содержаться также определение опасных отходов. В него следует надлежащим образом включить отходы, содержащие СОЗ в концентрациях, превышающих уровни низкого содержания СОЗ, о которых говорится в разделе III.A.

54. Законодательные акты могли бы содержать определение ЭОР и требование соблюдать принципы ЭОР, обеспечивая тем самым выполнение странами положений об ЭОР отходов СОЗ, в том числе их экологически безопасном удалении, как это предусмотрено в настоящих руководящих принципах и Стокгольмской конвенции. Ниже рассматриваются конкретные элементы и аспекты нормативно-правовой основы, удовлетворяющей требованиям Базельской и Стокгольмской конвенций и других международных соглашений¹⁶.

1. Сроки прекращения производства и использования СОЗ

55. В законодательных актах и добровольных обязательствах, в зависимости от обстоятельств, следует проводить различие между сроками прекращения производства СОЗ и их использования¹⁷ в составе продуктов и изделий (у первичного производителя) и сроком до которого СОЗ (используемого самостоятельно или в составе смеси) или изделия, должен быть удален, как только он переходит в категорию отходов. При этом в них должны быть обусловлены предельные сроки для удаления отходов СОЗ, принимая во внимание тот факт, что у некоторых продуктов и изделий могут быть длительные сроки службы, во избежание образования запасов, не имеющих четких сроков уничтожения. Примеры соответствующего национального законодательства приводятся в приложении II.

2. Требования, касающиеся трансграничных перевозок¹⁸

56. В той мере, в какой это соответствует их ЭОР, опасные и другие отходы должны удаляться в государстве, где эти отходы были произведены. Трансграничные перевозки таких отходов допускаются только в следующих случаях:

(a) если условия, при которых они осуществляются, не создают угрозы для здоровья человека и окружающей среды;

(b) если в стране импорта или другой стране экспортные поставки регулируются экологически безопасным способом;

(c) если страна экспорта не располагает техническими возможностями и необходимыми объектами для удаления таких отходов экологически безопасным и эффективным образом;

(d) если такие отходы необходимы стране импорта в качестве сырья для предприятий по рециркуляции или рекуперации; или

(e) если такие трансграничные перевозки отвечают иным критериям, которые определены Сторонами.

57. Любые трансграничные перевозки опасных или других отходов осуществляются при условии получения предварительного письменного уведомления от страны экспорта и предварительного письменного согласия от страны импорта, а также, в соответствующих случаях, страны транзита. Стороны запрещают экспорт опасных и других отходов, если страна импорта запрещает импорт таких отходов. В Конвенции предусмотрено также, что информация, касающаяся любой предлагаемой трансграничной перевозки, должна представляться на общепринятом бланке уведомления, и что одобренная партия груза должна сопровождаться документом о перевозке от пункта, из которого начинается трансграничная перевозка, до места удаления.

58. Кроме того, опасные или другие грузы, являющиеся объектом трансграничной перевозки, должны упаковываться, маркироваться и транспортироваться в соответствии с международными правилами и нормами¹⁹.

¹⁶ Дополнительные рекомендации в отношении создания нормативно-правовой основы, отвечающей требованиям Базельской конвенции, содержатся в следующих документах: Manual for the Implementation of the Basel Convention (UNEP, 2015f) и Basel Convention: Guide to the Control System (UNEP, 2015g). Сторонам Стокгольмской конвенции следует также ознакомиться с руководством по разработке Национального Плана Выполнения Стокгольмской конвенции по стойким органическим загрязнителям (UNEP, 2014).

¹⁷ Следует отметить, что в частях I и II приложения А, а также в приложении В к Стокгольмской конвенции содержатся рекомендации по прекращению и ограничению производства и применения СОЗ.

¹⁸ Это применимо только к Сторонам Базельской конвенции.

59. Если трансграничная перевозка опасных или других отходов, на которую заинтересованные страны дали согласие, не может быть завершена, страна экспорта обеспечивает, чтобы эти отходы были возвращены в страну экспорта для удаления, если не могут быть найдены иные возможности. В случае незаконного оборота (как он определен в пункте 1 статьи 9), в результате действий со стороны экспортера или производителя, страна экспорта обеспечивает, чтобы эти отходы были возвращены в страну экспорта для их удаления или распоряжения ими иным образом в соответствии с положениями Базельской конвенции (согласно пункту 2 Статьи 9).

60. Трансграничные перевозки опасных или других отходов между Стороной Базельской конвенции и государством, не являющимся ее Стороной, не допускаются, если не заключены двусторонние, многосторонние или региональные соглашения в соответствии с требованиями статьи 11 конвенции.

3. Технические требования, предъявляемые к контейнерам, оборудованию, контейнерам для насыпных грузов и хранилищам, содержащим СОЗ

61. Для выполнения требований по ЭОР и конкретных положений Базельской и Стокгольмской конвенций (например, пункта 7 статьи 4 Базельской конвенции и пункта 1 статьи 6 Стокгольмской конвенции) Сторонам, возможно, потребуется принять конкретные нормативные акты с описанием видов контейнеров и мест хранения, пригодных для конкретных СОЗ, и соответствующих потоков отходов²⁰. Сторонам следует обеспечить, чтобы контейнеры, которые могут перевозиться в другую страну, соответствовали международным нормам, например, стандартам, установленным Международной ассоциацией воздушного транспорта (ИАТА), Международной морской организацией (ИМО) и Международной организацией по стандартизации (МОС).

4. Техника безопасности и гигиена труда²¹

62. Для защиты работников от возможного поражения стойкими органическими загрязнителями следует принять соответствующие законодательные меры. В эти меры должно быть включены требования надлежащей маркировки продуктов и выявления соответствующих методов удаления. Несмотря на то, что ни в Базельской, ни в Стокгольмской Конвенциях нет конкретных положений, требующих от Сторон иметь законодательные акты по охране труда и технике безопасности, защита здоровья человека составляет основу многих целей обеих конвенций.

63. В большинстве стран положения о гигиене труда и технике безопасности включены в общее законодательство об охране труда или в специальные правовые нормы по вопросам охраны здоровья человека или окружающей среды. Сторонам следует пересмотреть свое действующее законодательство, с тем чтобы обеспечить надлежащее отражение в нем вопросов, касающихся СОЗ, и включение соответствующих аспектов международных соглашений в такое законодательство. Вопросы гигиены труда и техники безопасности изучены довольно хорошо, и в этой области имеется множество руководств и справочной литературы, которые облегчат разработку и пересмотр законодательства, политики и технических руководств.

64. В пункте 1 (е) статьи 10 (Информирование, повышение осведомленности и просвещение общественности) Стокгольмской конвенции Сторонам предлагается содействовать и способствовать подготовке рабочих, научных, преподавательских, технических и управленческих кадров. В национальное законодательство по гигиене труда и технике безопасности следует включить положения, касающиеся безопасного обращения с отходами СОЗ и их хранения.

5. Техническое описание допустимых методов анализа и отбора проб СОЗ

65. Для целого ряда целей были разработаны различные методы и протоколы отбора проб и анализа. Надежные и полезные данные могут быть получены лишь в том случае, если методы отбора проб и анализа соответствуют рассматриваемым отходам. Сторонам Базельской и

¹⁹ В этой связи следует использовать Рекомендации Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов (типовые положения) 2003 года (UNECE, 2003а) или более поздние документы.

²⁰ Сторонам следует ознакомиться с техническими руководящими принципами, касающимися хранения пестицидов и отходов пестицидов, которые были разработаны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) Организации Объединенных Наций (ФАО, 1996).

²¹ См. раздел IV.I.

Стокгольмской конвенций следует разработать законодательные акты или четкие директивные указания, в которых описывались бы допустимые методы отбора проб и анализа каждого вида отходов, содержащих СОЗ, включая форму, в которой они встречаются, и тип, в котором они обнаружены. Указанные процедуры должны быть согласованы и приняты до проведения любого отбора проб или анализа. Рекомендуется использовать признанные на международном уровне процедуры. Это обеспечит приемлемость и сопоставимость представляемых результатов. Более подробную информацию см. в разделе Е настоящей главы.

6. Требования, предъявляемые к объектам по обработке и удалению опасных отходов

66. В большинстве стран согласно национальному законодательству необходимо получить соответствующее разрешение, чтобы начать эксплуатацию объекта по обработке и удалению отходов. В таком документе указываются конкретные условия, которые должны соблюдаться, чтобы такие разрешения оставались действительными. Для соблюдения требований ЭОР, а также конкретных требований Базельской и Стокгольмской конвенций, возможно, потребуется включить в такой документ конкретные дополнительные требования в отношении отходов СОЗ.

7. Общее требование, касающееся участия общественности

67. Одним из основных принципов, отраженных в Базельской декларации об экологически обоснованном регулировании 1999 года и многих других международных соглашениях, является принцип участия общественности. Положения об участии общественности, о котором говорится в разделе IV.К ниже, могут быть включены в законодательство или в программные документы.

8. Загрязненные участки

68. В законодательстве могут быть предусмотрены конкретные положения, предусматривающие составление реестра загрязненных участков и их восстановление экологически безопасным образом (подпункт (е) пункта 1 статьи 6 Стокгольмской конвенции).

9. Другие законодательные средства контроля

69. Примеры других аспектов регулирования отходов СОЗ в течение их жизненного цикла, которые могут регулироваться законодательством, например:

- (a) положения о выборе места и требования, касающиеся хранения, обращения, сбора и перевозки отходов;
- (b) требования, касающиеся вывода из эксплуатации, включая:
 - (i) проведение инспекции до начала и в процессе вывода из эксплуатации;
 - (ii) соблюдение процедур, обеспечивающих охрану здоровья трудящихся и населения, а также окружающей среды в процессе вывода из эксплуатации;
 - (iii) требования, которые должны соблюдаться в данном месте по завершении вывода из эксплуатации;
- (c) разработка плана действий на случай чрезвычайных обстоятельств и мероприятий, осуществляемых в случае разлива и аварии, включая:
 - (i) процедуры очистки и целевой уровень концентрации отходов после завершения очистки;
 - (ii) требования, касающиеся профессиональной подготовки трудящихся и техники безопасности; и
- (d) планы предупреждения образования, сведения к минимуму и регулирования отходов.

С. Предупреждение образования отходов и сведение их к минимуму

70. Предупреждение образования и минимизация отходов СОЗ являются первыми и наиболее важными шагами в общем процессе ЭОР таких отходов. В пункте 2 статьи 4 Базельской конвенции Сторонам предлагается «обеспечить сведение к минимуму производства опасных и других отходов». Предупреждение образования отходов должно быть предпочтительным вариантом в рамках любой политики в области регулирования отходов. В соответствии с рамочной основой ЭОР опасных и других отходов потребность в регулировании отходов и/или рисков и расходов, связанных с таким регулированием, можно сократить за счет

предупреждения образования отходов и обеспечения того, чтобы образующиеся отходы имели менее опасные свойства (UNEP, 2013a).

71. Согласно рамочной основе ЭОР Базельской конвенции, компании, которые генерируют отходы (производители отходов) несут ответственность за обеспечение осуществления НИМ и НПД при ведении деятельности, в ходе которой образуются отходы. При этом они действуют таким образом, чтобы свести к минимуму образование отходов путем обеспечения исследований, инвестиций в проектирование, инновации и разработку новых продуктов и процессов, которые требуют меньшего объема ресурсов и энергии и позволяют уменьшить, использование опасных материалов, заменить их или отказаться от них.

72. Производителям отходов и крупным последующим промышленным пользователям продуктов и изделий, содержащих СОЗ, (например, изготовителям пестицидов) может быть предъявлено требование разработать планы регулирования отходов. Такие планы должны охватывать все опасные отходы и все отходы СОЗ.

73. Программа предупреждения и сведения к минимуму образования отходов включает следующие задачи:

- (a) выявить процессы возможного непреднамеренного производства СОЗ (например, при сжигании) и установить возможности применения руководящих принципов Стокгольмской конвенции, касающихся НИМ и НПД;
- (b) выявить технологии, в рамках которых используются СОЗ и образуются отходы СОЗ:
 - (i) установить, можно ли сократить образование отходов СОЗ путем изменения технологии, в том числе путем модернизации оборудования или материала; и
 - (ii) выявить альтернативные технологии, не связанные с производством отходов СОЗ;
- (c) выявить продукты и изделия, состоящие из СОЗ, содержащие их или загрязненные ими, а также альтернативные продукты и изделия, не содержащие СОЗ;
- (d) свести к минимуму объем образующихся отходов СОЗ путем:
 - (i) регулярного материально-технического обслуживания оборудования с целью повышения его эффективности и предотвращения разливов и утечек;
 - (ii) оперативной локализации разливов и утечек;
 - (iii) обеззараживания контейнеров и оборудования, в которых содержатся отходы СОЗ; и
 - (iv) изоляции отходов СОЗ во избежание загрязнения других материалов.
 - (v) принятия надлежащих процедур для вывода объектов из эксплуатации.

74. Смешивание и перемешивание отходов, содержащих СОЗ в количествах, превышающих установленное низкое содержание СОЗ, с другими материалами исключительно с целью получения смеси, содержащей СОЗ в количествах равных или ниже установленного низкого содержания СОЗ, не является экологически обоснованным. Вместе с тем, смешивание и перемешивание материалов до обработки отходов может требоваться для обеспечения обработки или оптимизации эффективности обработки.

D. Выявление отходов

1. Общие соображения

75. Выявление отходов СОЗ - это первичное условие для их эффективного ЭОР. Отходы могут образовываться в ходе целого ряда процессов и видов деятельности, которые могут происходить в течение всего жизненного цикла СОЗ, например:

- (a) в результате их преднамеренного изготовления;
- (b) в качестве побочных продуктов промышленных и других процессов, в которых используются эти СОЗ (таких как производство продуктов и изделий, например, изделий из пластика, обивочного материала, текстильных изделий, упаковочных материалов,

электротехнического/электронного оборудования, маточных резиновых смесей, гранул, пенополистирола, материалов, красок, клеев, и т.д.);

(с) как следствие загрязнения материалов или окружающей среды в результате аварии или утечки, которые могут произойти в процессе производства, торговли, использования, вывода из эксплуатации, перемещения, передачи или удаления;

(d) как следствие загрязнения материалов в процессе обработки и использования таких продуктов и изделий, как контейнеры, одежда и некоторые виды средств индивидуальной защиты (костюмы для обращения с опасными материалами, обувь, респираторы и т. д.), которые были загрязнены в результате контакта с CO₂;

(e) когда продукты или изделия, состоящие из CO₂, содержащие их или загрязненные ими, перестают соответствовать спецификациям, становятся непригодными для их первоначально намеченного использования, или их использование запрещается или регистрация на такие продукты отзывается; или

(f) при удалении продуктов или изделий, состоящих из CO₂, содержащих их или загрязненных ими (например, при сжигании, которое приводит к образованию золы, загрязненной непреднамеренно произведенными CO₂).

76. Отходы CO₂ встречаются в твердом и жидком виде (водные, полуводные, на основе растворителей и эмульсии), и их выбросы могут происходить в виде газов (собственно газов в виде жидкостных дисперсий или аэрозолей), а также в абсорбированном виде на атмосферных загрязняющих веществах. Примеры таких отходов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Физические формы и типы образующихся отходов CO₂

Физическая форма отходов	Тип отходов
Жидкость	<ol style="list-style-type: none"> 1. Старые жидкие запасы чистых CO₂ 2. Промышленные сточные воды 3. Коммунальные сточные воды 4. Фильтрат со свалок 5. Промышленные жидкости (например, растворители) 6. Жидкие бытовые продукты 7. Капельные жидкости (например, изоляционные масла, смазочные материалы, жидкости для металлообработки и гидравлические жидкости) 8. Осадок промышленных сточных вод 9. Осадок коммунальных сточных вод
Твердое вещество	<ol style="list-style-type: none"> 1. Старые твердые запасы чистых CO₂ 2. Грунты, наносы, порода и горнорудные заполнители 3. Осадок промышленных сточных вод 4. Осадок коммунальных сточных вод 5. Прочие остатки после очистки сточных вод (например, при очистке активированным углем) 6. Остатки из системы борьбы с загрязнением воздуха (например, летучая зола) 7. Остатки, возникающие в результате сжигания отходов (напр., зольный остаток), в отличие от тех, что возникают в результате работы системы контроля загрязнения воздуха²² 8. Пыль 9. Обивка, текстиль, ковры, резина, кожа 10. Электрические и электронные агрегаты 11. Контейнеры и упаковочные материалы 12. Загрязненный материал (например, одежда, средства индивидуальной защиты) 13. Транспортные средства и отходы от измельчения транспортных средств 14. Пластик, бумага, металл, древесина 15. Отходы после сноса зданий (окрашенные материалы,

²² European Commission, 2005, Wang et al., 2010.

	половые покрытия на основе смол, герметики, герметичные стеклопакеты, теплоизоляционные плиты) 16. Оборудование, содержащее огнезащитные пены
Газ	1. Газ со свалок 2. Газ из установок для сжигания 3. Газ из установок для рециркуляции 4. Газ, образующийся в ходе некоторых (промышленных) процессов

77. В пункте 1 статьи 6 Стокгольмской конвенции от каждой из Сторон требуется следующее:

(a) разработать соответствующие стратегии для выявления: запасов, состоящих из химических веществ, указанных либо в приложении А, либо в приложении В, или содержащих его; продуктов и изделий, находящихся в употреблении, и отходов, состоящих из химического вещества, указанного в приложении А, В или С, содержащих его или зараженных им; и

(b) выявить, по мере возможности, запасы, состоящие из химических веществ, перечисленные в приложении А или В, или содержащие их, на основе стратегий, указанных в подпункте (a).

78. Содержащийся в приложении С к Стокгольмской конвенции перечень категорий источников должен помочь руководителям промышленных предприятий и государственным регулирующим органам, и общественности выявлять непреднамеренно произведенные отходы СОЗ.

2. Инвентарные реестры

79. Инвентарные реестры — это важный инструмент для выявления, количественной оценки и классификации отходов СОЗ.

80. Пункт (a) Статьи 5, пункт 1(a) Статьи 6, и пункт 1 Статьи 11 Стокгольмской конвенции предусматривают элементы, способствующие выявлению источников СОЗ, связанных с отходами. В целях ЭОР отходов, вероятно, потребуется обеспечить подготовку более конкретных и полных инвентарных реестров.

81. При составлении инвентарного реестра приоритетное внимание следует уделять идентификации потоков отходов, которые имеют большую важность с точки зрения высокого объема и высокого содержания СОЗ. Национальный инвентарный реестр может использоваться для:

(a) определения базового количества продуктов, изделий и отходов СОЗ;

(b) составления реестра информационных данных для содействия в проведении инспекций на предмет соблюдения требований по технике безопасности и нормативных положений;

(c) получения достоверной информации, необходимой для подготовки планов по стабилизации участков;

(d) оказания содействия в подготовке планов действий в чрезвычайных ситуациях; и

(e) отслеживания хода осуществления мер по минимизации использования СОЗ и их ликвидации.

82. Дополнительная информация о разработке национальных реестров содержится в методическом руководстве по разработке инвентарных перечней опасных отходов и других отходов в рамках Базельской конвенции (UNEP, 2015j). В этом руководстве рассматриваются действия на национальном уровне, рекомендованные для разработки национальных информационных систем, которые предоставляют необходимую информацию для оказания странам помощи в выполнении их обязательств по представлению докладов в соответствии с Базельской конвенцией.

83. Также имеются руководящие документы по инвентаризации конкретных СОЗ (например, ПХД, ПФОС, СОЗ-БДЭ и ГХБД)²³, как и руководство по разработке инвентарных

²³ С проектами руководящих документов по инвентарным перечням этих конкретных СОЗ можно ознакомиться и проконсультироваться по адресу:

<http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx> и <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/tabid/2882/Default.aspx>

перечней по выбросам непреднамеренно произведенных СОЗ (см. *Руководство по определению и количественной оценке выбросов диоксинов, фуранов и других непреднамеренно произведенных стойких органических загрязнителей согласно Статье 5 Стокгольмской конвенции (UNEP, 2013b)*).

84. Кроме того, следует отметить, что в Протоколе 2003 года о регистрах выбросов и переноса загрязнителей (РВПЗ) к принятой Экономической комиссией для Европы (ЭКЕ) конвенции 1998 года о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусской конвенции), содержатся положения, касающиеся такого учета, применимые к СОЗ. Помимо этого, необходимо отметить, что Региональное соглашение о доступе к информации, участии общественности и юстиции в экологических вопросах в Латинской Америке и странах Карибского Бассейна (ЭКЛАК) предполагает, что каждая Сторона обязана предпринять шаги по созданию РВПЗ, покрывающие загрязнители воздуха, воды, почв и грунта, а также материалы и отходы в сфере их юрисдикции. Отчетность по СОЗ в перевозимых отходах может осуществляться в РВПЗ на национальном уровне.²⁴

Е. Отбор проб, анализ и мониторинг

85. Отбор проб, анализ и мониторинг - это важные виды деятельности в рамках регулирования отходов СОЗ, которые позволяют ответственному за регулирование и их вышестоящему руководству определять концентрации СОЗ в некоторых потоках отходов и выбирать методы регулирования. Кроме того, может потребоваться мониторинг этой деятельности на предмет соблюдения установленных стандартов при использовании выбранных методов уничтожения и предупреждения выброса СОЗ в окружающую среду. Мониторинг и наблюдение являются важными элементами выявления и отслеживания экологических проблем и рисков для здоровья человека. Информация, полученная в рамках программ мониторинга, дает базу для принятия научно обоснованных решений и используется для оценки эффективности мер по регулированию рисков, в том числе оценке регламентационных постановлений.

86. Отбор проб, анализ и мониторинг должны проводиться квалифицированными специалистами в соответствии с четкой программой и с использованием международно признанных или одобренных на национальном уровне методов; причем на протяжении всей программы следует использовать один и тот же метод. Кроме того, в отношении таких программ следует применять строгие меры по обеспечению качества и контролю за качеством. При допущении ошибок в процессе отбора проб, анализа или мониторинга или отклонении от соблюдения стандартных и оперативных процедур полученные данные могут оказаться бесполезными или даже отрицательно сказаться на осуществлении программы.

87. Каждой Стороне следует определить свои потребности в области отбора проб, анализа и мониторинга и убедиться, что у нее имеется лабораторный потенциал, который соответствует требуемым стандартам работы. Необходимо наличие профессиональной подготовки и протоколов, чтобы гарантировать соблюдение этих стандартов и получение качественных данных и значимых результатов. В некоторых странах может не быть такого потенциала, поэтому может потребоваться работа по его созданию.

88. В зависимости от цели отбора проб или мониторинга, а также физической формы отходов могут использоваться различные аналитические методы. За информацией о рациональной практике ведения лабораторных работ можно обратиться к серии публикаций ОЭСР (OECD, издания за различные годы) и справочнику по надлежащей лабораторной практике (WHO, 2009); что касается общих методологических соображений, то можно использовать *Руководство Глобальной Программы мониторинга стойких органических загрязнителей* (UNEP, 2015a); Дополнительную информацию об анализе СОЗ можно получить по линии проекта ЮНЕП/Глобального экологического фонда (ГЭФ), касающегося потребностей в создании потенциала для проведения анализа СОЗ; соответствующие данные приводятся на веб-сайте: <https://www.thegef.org/project/assessment-existing-capacity-and-capacity-building-needs-analyze-pops-developing-countries>.

²⁴ Подобная отчетность является частью РВПЗ в Чехии (МЖР, 2017). Интегрированный реестр выбросов загрязнителей. Данные от 12.10.2017, 2017, со страницы <http://www.irz.cz> (in Czech).

1. Отбор проб²⁵

89. Основная цель любой работы по отбору проб заключается в получении пробы, которая может быть использована по целевому назначению; речь, например, идет об определении характеристик отходов, соблюдении нормативных стандартов или определении приемлемости предлагаемой обработки или методов удаления. Эта цель должна быть четко обозначена до начала проведения работы по отбору проб. Крайне важно, чтобы были соблюдены требования по уровню качества в отношении оборудования, перевозки и степени обнаруживаемости.

90. Следует установить и согласовать стандартизированные процедуры отбора проб до начала проведения этой работы (как применительно к различным материалам, так и по конкретному виду СОЗ). К элементам этих процедур относятся следующие:

- (a) число проб, которые должны быть отобраны, периодичность проведения отбора проб, продолжительность выполнения этого проекта, а также описание метода отбора проб (включая процедуры обеспечения качества, речь, например, идет об использовании пустых проб и обеспечении сохранности проб);
- (b) выбор места или участков и времени взятия проб (включая описание и географическое местоположение);
- (c) удостоверение личности эксперта, который произвел отбор проб, и условия, в которых была проведена эта работа;
- (d) полное описание параметров пробы - маркировка;
- (e) обеспечение сохранности проб при перевозке и во время хранения (до проведения анализа);
- (f) тесное взаимодействие между лицом, отвечающим за отбор пробы, и аналитической лабораторией; и
- (g) подготовленный соответствующим образом персонал, занимающийся отбором проб.

91. Отбор проб должен проводиться в соответствии с конкретным национальным законодательством в тех случаях, когда оно имеется, или согласно международным нормативным положениям и стандартам. В странах, не располагающих соответствующими нормативными положениями, необходимо выделить квалифицированный персонал для проведения этой работы. Процедуры отбора проб включают такие следующие элементы, как:

- (a) разработка стандартной оперативной процедуры (СОП) для отбора проб каждого из материалов для последующего анализа СОЗ;
- (b) применение четких процедур отбора проб, например, тех, которые разработаны Американским обществом специалистов по испытаниям материалов (АОИМ), Европейским союзом, Агентством по охране окружающей среды Соединенных Штатов Америки (АООС), Глобальной системой мониторинга окружающей среды (ГСМОС), и Европейского комитета по электротехнической стандартизации (CENELEC) (См. Требования, относящиеся к сбору, логистике и обращению с ОЭЭО (Директива ЕС об отходах электрического и электронного оборудования) - Часть 1: Общие требования по обращению, в частности технические характеристики устранения загрязнения); а также Европейским комитетом по стандартизации (ЕКС) (см. EN 14899-2005 Характеристика отходов - Отбор проб материалов отхода – Стратегические рамки для подготовки и применения плана отбора проб и ряд CEN/TR 15310 1-5: 2006 Характеристика отходов - Отбор проб материалов отхода).

- (c) разработка процедур обеспечения качества и контроля качества (ОК/КК).

92. Для успешного осуществления программы отбора проб необходимо выполнить все эти процедуры. Кроме того, необходимо располагать подробной и тщательно составленной документацией.

93. Типы матриц отходов, пробы которых отбираются для анализа на содержание СОЗ, включают твердые вещества, жидкости и газы:

²⁵ Дополнительную информацию по вопросам отбора проб можно найти в документе RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance (United States Environmental Protection Agency (EPA), 2002, and nordtest method).

- (a) жидкости:
 - (i) фильтрат со свалок и полигонов для захоронения отходов;
 - (ii) жидкости, собранные при ликвидации разливов;
 - (iii) вода (поверхностная вода, питьевая вода, промышленные и коммунальные стоки);
- (b) твердые вещества:
 - (i) запасы, продукты и составы, состоящие из СОЗ, содержащие их или загрязненные ими;
 - (ii) твердые материалы, образующиеся в процессе производства и в результате обработки или удаления (летучая зола, зольный остаток, шлам, кубовые остатки, другие остаточные продукты, одежда и т.д.);
 - (iii) контейнеры, оборудование или другие упаковочные материалы (пробы, взятые путем ополаскивания, или пробы-мазки), включая салфетки или ткани, использовавшиеся при отборе проб путем протирки;
 - (iv) грунт, наносы, каменный лом и компост;
 - (v) потребительские изделия и продукты;
- (c) газы:
 - (i) воздух (внутри помещений);
 - (ii) воздух (выбросы).

2. Анализ

94. Как правило, анализ СОЗ проводится в специально выделенной для этого лаборатории. В некоторых ситуациях, например, в отдаленных районах возможен анализ в полевых условиях с помощью систем, предназначенных для скрининговых исследований на выезде.

95. Для анализа в лабораториях существует несколько аналитических методов, хотя для некоторых СОЗ аналитические методы пока только разрабатываются. Поэтому Сторонам следует проверить доступность и величину затрат в связи с использованием методов определения СОЗ, которые они хотели бы контролировать, до начала разработки своей программы мониторинга и отбора проб. Имеющиеся методы, предназначенные для анализа различных материалов на предмет содержания СОЗ, были разработаны МОС, Европейским комитетом по стандартизации (ЕКС), АОС, АХАГ и АОИМ. Большинство внутренних методов являются производными указанных выше методов, и после проверки такие внутренние методы также являются приемлемыми.

96. Выявление СОЗ может быть трудной задачей, особенно когда СОЗ состоит из ряда конгенов или даже изомеров.

97. Рекомендуется многоуровневый подход к анализу (цель идентификации и количественная оценка СОЗ); можно начать с простых шагов и впоследствии подключать более сложные методы. Первый шаг заключается в идентификации отходов, потенциально содержащих СОЗ, с целью уменьшить количество проб (и, соответственно, количество отходов, подлежащих удалению). Методы скрининга особенно важны в ситуациях, когда нужно быстро принимать решения, если возможности ограничены, а также в целях сокращения расходов. В целом, предусмотрены три последовательных этапа, которые включают в себя:

(a) грубую сортировку на наличие галогенов, содержащихся в СОЗ, т.е. хлора (Cl), брома (Br) или фтора (F). Цель этого этапа состоит в том, чтобы в большом количестве проб идентифицировать те пробы, которые содержат хлор, бром или фтор. Имеются переносные инструменты для проверки этих галогенов без «разрушения» пробы; например, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) позволяет проводить неразрушающий анализ на содержание различных элементов в сжатые сроки и экономически эффективным образом. РФА применим к широкому спектру концентраций, хотя на данный момент его не используют для концентраций ниже чем 100 мг/кг; его основным недостатком является то, что анализы обычно ограничиваются элементами тяжелее фтора (Br, Cl), и не могут выявить конкретное вещество.

(b) методы биологического или химического скрининга (применяется при положительной оценке пробы на этапе 1). Имеются аналитические наборы или простые методы обнаружения с использованием недорогой аппаратуры для дальнейшего сокращения числа

проб, которые могут содержать СОЗ, внесенные в Стокгольмскую конвенцию. Хорошо зарекомендовали себя способы определения органического хлора с использованием наборов для анализа DEXSIL²⁶ или анализатора L2000²⁷, поскольку оба способа позволяют анализировать СОЗ в пробах масла или грунта. Биоаналитические методы, такие как CALUX²⁸, предназначены для обнаружения диоксиноподобных токсичных эквивалентов. Кроме того, для идентификации хлорированных СОЗ могут использоваться методы быстрой экстракции и газовой хроматографии на коротких колонках, а также простой детектор;

(с) последним этапом является подтверждение химического анализа, которое обычно требуется для всех образцов, получивших положительную оценку в ходе этапа 2. Такой анализ проводится в химических лабораториях, которые часто специализируются на определенной группе СОЗ (например, пестициды с СОЗ, диоксиноподобные СОЗ, бромированные антипирены, относящиеся к СОЗ, ПФОС) и определенной матрице. Международными и национальными организациями были разработаны подтверждающие химические аналитические методы, к числу которых относятся:

- (i) для пестицидов с СОЗ и ПХД: капиллярная газовая хроматография (ГХ) + детектор захвата электронов (ДЗЭ), масс-спектрометрия (МС), или тандемная масс-спектрометрия (МС/МС);
- (ii) для СОЗ-ПБДЭ, диоксиноподобных СОЗ: капиллярная ГХ + МС (для диоксиноподобных СОЗ желательно использовать высокое разрешение);
- (iii) для ПФОС: жидкостная хроматография (ЖХ) + (МС/МС);
- (iv) Для ГБЦД: ГХ/МС, ЖХ-МС и ВЭЖХ-МС, ГХ-ПИД (пламенно-ионизационный детектор) используя ГБЦД-маркер также можно идентифицировать и определить количество ГБЦД. Данный метод подтвержденно применим к концентрациям выше 1000 мг/кг;
- (v) Для ГХБД: ГХ/МС, ГХ+ ДЗЭ;
- (vi) Для ПХФ и его солей и эфиров: для типичного аналитического выявления используются ГХ+ДЗЭ, ГХ/МС, а также ЖХ/МС методы;
- (vii) Для ПХН: ГХ/МС для анализа воды;
- (viii) Для КЦХП: ГХ с масс-спектрометрией с либо высоким, либо низким разрешением захвата электронов отрицательных ионов (ГХ/ЗЭОИ-МС), времяпролетная МС (ВП-МС), дейтеродехлорирование совмещенное с высоким разрешением ГХ – высокого разрешения МС (ВРГХ-ВРМС).

98. Важно, чтобы на этапах, описанных в подразделах (а) и (b) пункта 97 выше, не производились ложные негативные результаты, и чтобы любой метод соответствовал уровню заинтересованности для анализа.

99. Под анализом понимается извлечение, очистка, выделение, идентификация, количественная оценка и сообщение данных о концентрациях СОЗ в различных типах материалов, представляющих интерес. Для получения значимых и приемлемых результатов аналитическая лаборатория должна располагать необходимой инфраструктурой (базой) и обладать продемонстрированным опытом работы с различными материалами и СОЗ (например, успешное участие в проведении международных оценок по интеркалибровке). Большое значение имеет аккредитация лаборатории независимым органом согласно стандартам ISO 17025 или другим стандартам. Необходимыми условиями для получения высококачественных результатов являются:

- (a) подробное описание примененной аналитической методики;
- (b) техническое обслуживание аналитического оборудования;
- (c) проверка всех используемых методов (включая внутренние методы); и
- (d) профессиональная подготовка персонала лаборатории.

²⁶ Более подробную информацию об аналитических наборах DEXSIL можно получить по адресу: <http://www.dexsil.com/products/>.

²⁷ Анализатор L2000 http://www.dexsil.com/products/detail.php?product_id=13.

²⁸ CALUX: <http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/bioanalytical.html>.

100. Как правило, анализ СОЗ проводится в специально выделенной для этого лаборатории. В определенных ситуациях могут быть использованы аналитические наборы для проведения анализа в полевых условиях.

101. Для проведения лабораторного анализа СОЗ нет единого аналитического метода. Имеющиеся методы, предназначенные для анализа различных материалов на предмет содержания СОЗ, были разработаны МОС, Европейским комитетом по стандартизации (ЕКС), АОС, АХАГ и АОИМ. Большинство внутренних методов являются производными указанных выше методов, и после проверки такие внутренние методы также являются приемлемыми.

102. Кроме того, следует установить процедуры и критерии приемлемости в том, что касается обращения с пробами и их подготовки в лабораторных условиях, речь, например, идет о гомогенизации.

103. Проведение анализа состоит из следующих этапов:

(a) экстракция, например, с помощью аппарата Сокслета, экстракция растворителем под давлением, экстракция жидкости жидкостью и т.д.;

(b) очистка, например, путем капиллярной хроматографии или с применением флоризила. Очистка должна быть достаточно эффективной, с тем чтобы материалы не влияли на отстаивание в процессе хроматографии;

(c) отделение с помощью капиллярной газовой хроматографии (ГХВР), что обеспечивает достаточное разделение аналитов;

(d) идентификация приемлемых детекторов, таких, как ДЗЭ или масс-селективный детектор или с использованием методов либо масс-спектрометрии низкого разрешения (МСНР), либо масс-спектрометрии высокого разрешения (МСВР);

(e) количественный анализ в соответствии со стандартными внутренними методиками (справочную информацию см. в издании UNEP 2015c и UNEP 2017d); и

(f) представление отчетности согласно существующему(им) правилу(ам).

3. Мониторинг

104. В пункте 2 (b) статьи 10 («Международное сотрудничество») Базельской конвенции предусмотрено, что Стороны «сотрудничают в области мониторинга последствий использования опасных отходов для здоровья человека и окружающей среды». Пункт 1 статьи 11 Стокгольмской конвенции требует от Сторон, в рамках их возможностей, поощрять и/или проводить соответствующий мониторинг в отношении СОЗ, на национальном и международном уровнях.

105. Программы мониторинга следует осуществлять на объектах, которые занимаются обращением с отходами СОЗ, поскольку такие программы дают возможность определить, соответствует ли операция по регулированию опасных отходов проектным и экологическим нормам.

106. В программах мониторинга воздействия на окружающую среду и здоровье человека могут быть включены как биотическая, так и абиотическая матрицы:

(a) растительные материалы и пища;

(b) Рыба и дикие животные.

(c) Биологические жидкости (например, грудное молоко человека, кровь, моча);

(d) Воздух (окружающей среды, мокрые или сухие осадки, такие как снег, лед, пыль);

(e) Вода (например, фильтрат, сточные воды);

(f) Почва;

(g) Наносы.

107. Информация, полученная в ходе программы мониторинга, должна использоваться для следующих целей:

(a) обнаружение любого высвобождения в или изменения качества окружающей среды;

(b) обеспечение того, чтобы в рамках операций по регулированию отходов производилось надлежащее обращение с различными типами опасных отходов; и

(c) выявление потенциальных проблем, касающихся возможного высвобождения или воздействия, и определение целесообразности соответствующей корректировки подхода.

108. Путем реализации программы мониторинга правительства, регулирующие органы, муниципалитеты и руководители предприятий по переработке и утилизации могут выявлять проблемы и принимать надлежащие меры для их исправления. Более подробная информация о мониторинге содержится в следующих документах: Monitoring and research under the Chemicals Management Plan (Government of Canada, 2011; Environment Canada, 2011); General Principles of Monitoring (European Commission, 2003); Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants (UNEP, 2015a), Ministry of the Environment of Japan, 2013a; and German Federation/Länder Dioxin Database (German Federal Environment Agency Dessau-Roßlau, 2014).

Е. Обращение с отходами, их сбор, упаковка, маркировка, транспортировка и хранение

109. Обращение с отходами, их сбор, упаковка, маркировка, транспортировка и хранение - это исключительно важные этапы осуществляемого процесса, так как в ходе этих этапов вероятность разливов, утечек или возгораний может быть настолько же высока, как и на других этапах жизненного цикла СОЗ.

110. Соображения и положения, относящиеся только к отходам СОЗ, в соответствующих случаях излагаются в конкретных технических руководящих принципах по отходам СОЗ. Желательно применять индивидуальный подход к некоторым потокам отходов СОЗ (например, изделиям и продуктам, которые перешли в разряд отходов) с учетом их различных источников, видов отходов, объемов и концентраций СОЗ. Это позволяет лицам, принимающим решения, рассматривать риски, которые могут возникать в связи с различными видами отходов на разных стадиях их регулирования, и предпринимать соответствующие действия, которые могут оказаться необходимыми для предотвращения, ликвидации или сведения к минимуму их воздействия на окружающую среду. Наилучшие методы регулирования в некоторых случаях, находятся на ранних стадиях разработки или документирования.

111. В случае необходимости, должны быть учтены процедуры и процессы по регулированию опасных отходов в отношении обращения с, сбора, упаковки, маркировки, транспортировки и хранения отходов с содержанием СОЗ выше уровня низкого содержания СОЗ, указанного в разделе III.A, в целях предупреждения разливов и утечек, ведущих к воздействию на работников, а также выбросов в окружающую среду или воздействия на население.

112. Необходимо провести сбор и анализ соответствующей информации касательно опасных свойств и рисков отходов СОЗ для того чтобы планировать надлежащее обращение с такими отходами, например, обратиться к и следовать инструкциям по химическим веществам, которые они содержат, а также к соответствующим паспортам безопасности веществ. В отношении маркировки и упаковки необходимо принимать во внимание Согласованную на глобальном уровне систему классификации и маркировки химических веществ ООН (СГС), соответственно.

113. При определении конкретных требований, касающихся транспортировки и трансграничной перевозки отходов СОЗ, соответствующих критериям опасных отходов, необходимо обращаться к следующим документам:

(a) Руководство по выполнению Базельской конвенции (UNEP, 2015d);

(b) Кодекс международной морской перевозки опасных грузов (ИМО, 2002);

(c) технические инструкции по перевозке опасных грузов Международной организации гражданской авиации (ИКАО); и

(d) Рекомендации по перевозке опасных грузов (Типовые правила) Организации Объединенных Наций²⁹.

²⁹ Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по дороге (ДОПОГ); Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям (ВОПОГ); Правила, касающиеся международной перевозки опасных грузов по железным дорогам (МПОГ).

114. По следующим разделам (1-6), подробную информацию можно получить из издания по технологиям уничтожения и обеззараживания ПХД и других являющихся СОЗ отходов, подготовленного в рамках Базельской конвенции: учебное пособие для руководителей проектов по опасным отходам (UNEP, 2002a).

1. Обращение³⁰

115. Основные потенциальные проблемы при обращении с отходами СОЗ связаны с их воздействием на человека, случайными выбросами в окружающую среду и загрязнением других потоков отходов примесями СОЗ. Отходы СОЗ следует обрабатывать отдельно от отходов других видов, чтобы не допустить загрязнения последних.

116. Должное обращение с жидкими и другими отходами должно осуществляться с учетом приведенных ниже рекомендованных методов:

- (a) проверять контейнеры на предмет износа и утери локализационных характеристик и в соответствующих случаях проводить при необходимости повторную упаковку и маркировку;
- (b) работать с отходами по возможности при температуре, не превышающей 25°C, учитывая повышенную летучесть при более высоких температурах;
- (c) принимать адекватные меры, гарантирующие локализацию потенциального загрязнения и позволяющие сдержать растекание жидких отходов в случае их разлива;
- (d) перед открытием контейнеров размещать под ними пластиковые листы или абсорбирующие подстилки, если поверхность участка удерживания разлива не имеет гладкого изолирующего покрытия (краска, уретан или эпоксидный состав);
- (e) опорожнять емкости с жидкими отходами либо путем открытия дренажной заглушки, либо путем откачки с использованием перистальтического насоса и соответствующих труб, не подвергающихся воздействию химических веществ;
- (f) использовать для перемещения жидких отходов специально предназначенные для эт(ого и не используемые ни для чего другого насосы, трубы и бочки;
- (g) очищать место любого разлива тряпками, бумажными полотенцами или абсорбирующими материалами;
- (h) производить трехкратную промывку загрязненных поверхностей растворителем, например, керосином;
- (i) при необходимости обращаться со всеми абсорбентами и растворителями, использовавшимися для трехкратной промывки, одноразовой защитной спецодеждой и пластиковыми подстилками как с отходами, содержащими СОЗ или загрязненными ими; и
- (j) при обращении с отходами продуктов и изделий, содержащих СОЗ, особое внимание должно уделяться предупреждению высвобождения СОЗ в окружающую среду из таких отходов; и
- (k) обучать сотрудников правильным методам обращения с отходами СОЗ.

2. Сбор

117. Хотя основная ответственность за надлежащее регулирование отходов СОЗ, возможно, должна быть возложена на крупные предприятия, которые производят эти отходы или имеют их в своем распоряжении, такими отходами обладают и многие менее крупные предприятия. Эти отходы СОЗ, которыми обладают небольшие предприятия, могут, помимо отходов продуктов и изделий, содержащих СОЗ (см. пункт 119 ниже), включать бытовые или промышленные емкости из-под пестицидов, стартеры люминесцентных ламп, содержащие ПХД, небольшие контейнеры из-под пентахлорфеноловых консервантов, загрязненные ПХДД и ПХДФ, небольшое количество «чистых» СОЗ в лабораториях и исследовательских учреждениях, а также покрытые пестицидами семена, используемые в сельском хозяйстве и научных исследованиях. Для обработки такого многообразия опасных отходов многие правительства создают специальные хранилища, куда эти отходы в небольших количествах могут сдаваться бесплатно или за номинальную плату. Такие хранилища могут создаваться на

³⁰ Примеры руководящих принципов безопасного обращения с опасными материалами и предупреждения аварий разработаны, в частности, Международной организацией труда (МОТ, 1999a и 1999b) и ОЭСР (ОЭСР, 2003).

постоянной или временной основе либо могут располагаться на территории уже существующей промышленной станции по пересылке опасных грузов. Хранилища для сбора отходов и пересылочные станции могут создаваться группами стран на региональной основе или организовываться какой-либо третьей страной для развивающейся страны.

118. В процессе создания и эксплуатации специальных программ сбора отходов, хранилищ и пересылочных станций следует принять меры к тому, чтобы:

- (a) распространить информацию о программе, местонахождении хранилищ и графике сбора отходов среди всех потенциальных владельцев отходов СОЗ;
- (b) обеспечить достаточную продолжительность программ сбора отходов для полного сбора всех потенциальных отходов СОЗ³¹;
- (c) включить в программу, насколько это практически возможно, все отходы СОЗ;
- (d) обеспечить владельцев отходов подходящими контейнерами и материалами для безопасной перевозки, если они располагают отходами материалов, которые необходимо заново упаковать или обезопасить перед перевозкой;
- (e) разработать простые и низкзатратные механизмы сбора отходов;
- (f) обеспечить безопасность лиц, доставляющих отходы на хранилища, и работников хранилищ;
- (g) обеспечить применение приемлемых методов удаления отходов операторами хранилищ;
- (h) обеспечить соответствие программы и объектов всем применимым нормативным требованиям; и
- (i) обеспечить отделение отходов СОЗ от других групп отходов.

119. Отходы продуктов и изделий, содержащих СОЗ, должны собираться отдельно от тех отходов, которые не содержат СОЗ. В отношении отходов электротехнического и электронного оборудования, которые содержат пластик с содержанием СОЗ-БДЭ или ГХБД, см. раздел IV.F.2 технических руководящих принципов по СОЗ-БДЭ. В отношении отходов ГХБД, таких как изоляционные материалы, упаковка, текстильные отходы, содержащие ГХБД, см. раздел IV.F.2 технических руководящих принципов по ГХБД. В отношении отходов, содержащих КЦХП, таких как ПВХ пластик, см. раздел IV.F.2 технических руководящих принципов по КЦХП.

120. Пункты сбора не должны превращаться в пункты долгосрочного хранения отходов СОЗ.

3. Упаковка

121. Все отходы СОЗ, опасные или нет, должны быть надлежащим образом упакованы для облегчения их перевозки и в качестве меры безопасности для предупреждения утечки и разлива.

122. Существует два вида упаковки опасных грузов: для перевозки и для хранения. Упаковка для перевозки, как правило, регулируется положениями национального законодательства о перевозке опасных грузов. С техническими требованиями, предъявляемыми к упаковке для перевозки, можно ознакомиться в справочных материалах, опубликованных ИАТА, ИМО, ЕЭК ООН, СГС и правительствами ряда стран.

123. Существуют некоторые общие правила в отношении упаковки отходов СОЗ для целей хранения:

- (a) Отходы СОЗ должны быть должным образом упакованы до их перевозки или хранения; однако, отходы продуктов и изделий, содержащих СОЗ-БДЭ или ГХБД, используемые регулярно потребителями в повседневной жизни, не требуют специальной упаковки;
- (b) упаковка, пригодная для перевозки, как правило, подходит и для хранения, кроме случаев, когда применяются более строгие требования по хранению;
- (c) хранение таких отходов в контейнерах из-под исходной продукции, как правило, является безопасным, если упаковка находится в хорошем состоянии;

³¹ Для полного сбора отходов, возможно, потребуется несколько лет работы хранилищ на постоянной или периодической основе.

(d) отходы СОЗ ни в коем случае нельзя хранить в контейнерах, которые не были предназначены для содержания таких отходов или на которых неверно указано их содержимое;

(e) контейнеры, эксплуатационные свойства которых ухудшаются или которые считаются ненадежными, следует опорожнить или поместить в надежную внешнюю упаковку (наружный контейнер). В случае опорожнения ненадежных контейнеров их содержимое должно быть помещено в соответствующие новые или отремонтированные контейнеры. Все новые или отремонтированные контейнеры должны иметь четкую маркировку, указывающую на их содержимое.

(f) небольшие контейнеры могут упаковываться вместе навалом в специальные или подходящие более крупные контейнеры, содержащие абсорбирующие материалы;

(g) решение о том, является ли вышедшее из строя оборудование, содержащее СОЗ, подходящей и надежной упаковкой для хранения, принимается в каждом отдельном случае.

4. Маркировка³²

124. Маркировка продуктов, содержащих СОЗ, может быть мерой, необходимой для эффективного регулирования продуктов, когда они переходят в разряд отходов.

125. Маркировка контейнеров является одним из основополагающих элементов безопасности для работы с жидкими отходами СОЗ. На каждом контейнере с отходами должен быть ярлык, позволяющий идентифицировать данный контейнер (например, учетный номер), химическое вещество и степень его опасности.

5. Перевозка

126. Отходы СОЗ следует перевозить экологически безопасным образом, чтобы избежать случайного разлива, и чтобы можно было соответствующим образом проследить за их транспортировкой и установить конечный пункт назначения. До начала перевозки следует подготовить планы действий в чрезвычайной ситуации для сведения к минимуму экологических последствий, связанных с разливом, пожаром и другими чрезвычайными ситуациями, которые могут возникнуть в ходе перевозки. Такие отходы следует маркировать, упаковывать и транспортировать в соответствии с изданием «Рекомендации Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов: типовые правила» («Оранжевая книга»). В случаях когда отходы, содержащие СОЗ, классифицируются как опасные отходы, лица, осуществляющие перевозку таких отходов, должны иметь квалификацию и/или свидетельство перевозчика опасных материалов и отходов.

127. В большинстве стран перевозка опасных товаров и отходов регламентируется соответствующими правилами, а трансграничная перевозка отходов регулируется, в частности, Базельской конвенцией.

128. Компании, занимающиеся перевозкой опасных отходов в пределах собственной страны, должны иметь сертификаты перевозчиков опасных материалов и отходов, а их персонал должен обладать соответствующей квалификацией.

129. Рекомендации по вопросам безопасной транспортировки опасных материалов можно получить в ИАТА, ИМО, ЕЭК ООН и ИКАО.

6. Хранение³³

130. Согласно разделам А и В Приложения IV Базельской конвенции, хранение (операции D15 и R13) – это временная операция, предшествующая другим операциям по удалению. Отходы СОЗ, упакованные надлежащим образом (см. подраздел IV.F.3 «Упаковка») следует хранить в безопасных местах, и, желательно, отдельно от участков с доступом к питьевой воде, и в специально предназначенных для этого местах отдельно от других материалов и отходов. Однако, они могут храниться вместе с другими отходами, если они подлежат такой же операции по удалению, как указано в разделе IV.G. Места для хранения должны быть спроектированы таким образом, чтобы никоим образом не произошло выброса СОЗ в окружающую среду. Помещения, территории и здания для хранения должны проектироваться

³² Существуют международные стандарты по надлежащей маркировке и идентификации отходов. ЕЭК ООН (2003b) разработала руководящие принципы надлежащей маркировки и идентификации опасных материалов. См. также FAO, 2001; UNEP 2015h; и UNEP, UNIDO et al. 2012.

³³ Дополнительную информацию можно найти в документе Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials (UNEP, 1993) и Pesticide Storage and Stock Control Manual (FAO, 1996). Для получения полной информации, см. приложение III («Литература») ниже.

специалистами, обладающими специальными знаниями в области проектирования строительных конструкций, регулирования отходов, а также гигиены труда и техники безопасности, либо могут закупаться в сборном виде у заслуживающих доверия поставщиков, согласно утверждению органов власти, сообразно обстоятельствам.

131. В случае необходимости, отходы СОЗ необходимо разделять в месте их образования, обеспечивая надлежащие меры для сбора, включая использование сборных резервуаров, принимая во внимание их опасные свойства и риск опасного воздействия, который они представляют.

132. Следует иметь в виду следующие основные принципы безопасного хранения отходов СОЗ:

- (a) места для хранения внутри зданий многоцелевого назначения должны находиться в изолированных и специально предназначенных для этого помещениях или в секторах, расположенных вне зоны активного использования;
- (b) наружные здания или контейнеры (морские контейнеры часто используются для хранения), специально предназначенные для хранения, должны находиться на обнесенной забором и запирающейся территории;
- (c) для каждого вида состоящих из СОЗ отходов могут потребоваться отдельные зоны, помещения или здания для хранения, если только не принимается конкретное решение о совместном хранении таких отходов;
- (d) такие отходы не должны храниться на территории или вблизи территории таких высокоуязвимых объектов, как больницы или другие медицинские учреждения, школы, жилые кварталы, предприятия пищевой промышленности, места хранения или переработки корма для животных и сельскохозяйственные предприятия, или объектов, расположенных вблизи или внутри экологически уязвимых зон;
- (e) для помещений, зданий и контейнеров для хранения следует создавать и поддерживать условия, которые сводят к минимуму испарение, включая поддержание низких температур, использование отражающих крыш и стен, выбор затененных мест и т. д. По возможности, особенно в странах с теплым климатом, в помещениях и зданиях для хранения следует поддерживать давление ниже атмосферного и обеспечивать удаление отработанных газов через угольные фильтры с учетом следующих условий:
 - (i) вентиляция объекта путем удаления отработанных газов через угольные фильтры может быть целесообразной, если существует опасность воздействия паров на людей, работающих на объекте, а также людей, живущих и работающих в непосредственной близости от объекта;
 - (ii) герметизация и вентиляция объекта таким образом, чтобы наружу выпускались лишь хорошо отфильтрованные отработанные газы, может быть целесообразной, если природоохранным вопросам придается первостепенное значение;
- (f) специально предназначенные для хранения отходов здания или контейнеры должны находиться в нормальном состоянии и должны быть изготовлены из твердой пластмассы или металла, а не из дерева, древесноволокнистой плиты, гипсокартона, гипса или изоляционного материала;
- (g) крыши специально предназначенных для хранения отходов зданий или контейнеров и окружающая их территория должны иметь уклон, обеспечивающий сток воды от объекта;
- (h) специальные предназначенные для хранения отходов здания или контейнеры следует размещать на асфальтовом или бетонном покрытии либо на покрытии из прочной (например, толщиной 6 мм) листовой пластмассы;
- (i) половые покрытия мест для хранения внутри зданий должны быть сделаны из бетона или прочной (например, толщиной 6 мм) листовой пластмассы. Бетонные полы следует покрывать износостойкой эпоксидной смолой;
- (j) места для хранения отходов должны быть оснащены системами пожарной сигнализации;
- (k) места для хранения отходов внутри зданий должны быть оснащены системами пожаротушения (желательно неводного). Если в качестве средства пожаротушения

используется вода, то полы помещения для хранения отходов должны иметь бордюр, и система водостока в полу должна выходить не в общий канализационный водосток, ливнеотводный канал или непосредственно в наземные водоемы, а иметь собственную коллекторную систему типа сточного колодца;

(l) жидкие отходы должны размещаться на защитных поддонах или на площадке с герметичной поверхностью, окруженной по периметру бордюром. Объем резервуара для жидких отходов должен составлять не менее 125 процентов от объема жидких отходов с учетом места, занимаемого предметами, которые находятся в зоне хранения;

(m) загрязненные твердые материалы следует хранить в герметичных контейнерах, например, в бочках или кадках, стальных контейнерах для отходов или в специально сконструированных поддонах или контейнерах. Большие объемы материалов могут храниться навалом в специально предназначенных для этого грузовых контейнерах, зданиях или хранилищах при условии, что они соответствуют описанным в настоящем документе требованиям надежности и безопасности;

(n) поскольку отходы постоянно добавляются или удаляются, следует постоянно вести учет находящихся на таком объекте отходов;

(o) с внешней стороны объект для хранения должен быть обозначен как объект для хранения отходов;

(p) на объекте для хранения отходов следует регулярно проводить инспекции для выявления возможной утечки, деградации материалов, из которых изготовлены контейнеры, и случаев вандализма, а также для проверки надежности систем пожарной сигнализации и пожаротушения и общего состояния объекта;

(q) Зона хранения для отходов СОЗ должна иметь хорошо продуманные подъездные дороги для перевозящего их транспорта.

G. Экологически безопасное удаление

133. Методы уничтожения или необратимого преобразования содержания СОЗ отходов в концентрациях содержания СОЗ на или выше установленного уровня низкого содержания СОЗ описаны в подразделе 2. В подразделе 3 описаны методы удаления, отличающиеся от методов уничтожения или необратимого преобразования содержания СОЗ отходов в концентрациях на или выше установленного уровня низкого содержания СОЗ в тех случаях, когда уничтожение и необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом.

134. Методы, отличающиеся от тех, что указаны выше, для отходов с содержанием СОЗ в концентрациях на или ниже установленного уровня низкого содержания СОЗ описаны в подразделе 4.

1. Предварительная обработка³⁴

135. В настоящем разделе рассматриваются некоторые из операций по предварительной обработке, которые могут потребоваться для надлежащего и безопасного применения технологий удаления, описанных в подразделах 2 и 3 ниже. Существуют и другие операции по предварительной обработке, применение которых также возможно. Предшествующие удалению операции по предварительной обработке согласно подразделам IV.G.2 и IV.G.3 следует осуществлять лишь при условии, что СОЗ в процессе предварительной обработки выделяются из отходов и впоследствии удаляются в соответствии с подразделом IV.G.2. В тех случаях, когда лишь часть какого-то продукта или отходов, например, относящегося к отходам оборудования, содержит СОЗ или загрязнена ими, такую часть необходимо отделить и затем удалить ее соответствующим образом, как это определено в подразделах 1–4.

(a) Адсорбция и абсорбция

136. Процессы абсорбции и адсорбции объединяются общим термином «сорбция». Сорбция - это метод предварительной обработки, при котором твердые материалы используются для поглощения веществ из жидкостей или газов. Адсорбция заключается в выделении какого-то вещества (жидкости, масла, газа) из одной фазы и его концентрировании на поверхности другой фазы (активированного угля, цеолита, силикагеля и т. д.). Абсорбция - это процесс, в ходе которого материал, переносимый с одной фазы на другую, проходит через вторую фазу

³⁴ С дополнительной информацией о предварительной обработке можно ознакомиться в Базельских технических руководящих принципах о физико-химических и биологических методах обработки опасных отходов. UNEP, 2000a.

(например, загрязняющее вещество переносится из жидкой фазы на гранулированный активированный уголь (ГАУ)). ГАУ широко применяется для удаления органических загрязнений из сточных вод в силу его эффективности, универсальности и относительной дешевизны.

137. Процессы адсорбции и абсорбции могут использоваться для экстракции загрязняющих веществ из водных и газообразных отходов. Полученный концентрат, а также адсорбент или абсорбент могут требовать соответствующей обработки перед удалением.

(b) Смешивание

138. Максимально эффективной обработке отходов может способствовать смешивание отходов для подготовки однородного исходного материала. Вместе с тем, смешивание отходов, содержащих СОЗ в концентрациях выше установленного уровня низкого содержания СОЗ, с другими материалами с целью получения смеси с концентрацией СОЗ ниже установленного уровня низкого содержания СОЗ не является экологически обоснованным.

(c) Десорбция

139. Десорбция имеет две разновидности: химическую десорбцию и термическую десорбцию. Термическая десорбция (например, посредством вакуум-термической переработки, тороидального реактора или подогревателя жидких отходов) представляет собой технологию, в которой тепло используется для повышения летучести примесей, что позволяет удалить (выделить) их из твердой матрицы (как правило, грунта, шлама или фильтрационного осадка). Существуют десорберы с непосредственным и косвенным обогревом. Процессы термической десорбции также подразделяется на процессы высокотемпературной термодесорбции (ВТТД) и низкотемпературной термодесорбции (НТТД). При ВТТД отходы нагреваются при температурах от 320°C до 550°C, а при НТТД — от 90°C до 350°C. НТТД, называемая также низкотемпературным выпариванием, термическим сбросом и прокаливанием грунта, используется для летучих и труднолетучих соединений и элементов (чаще всего легких нефтяных углеводородов) из загрязненной среды (чаще всего из вынутаго грунта). Такие технологии используются для очистки гладких поверхностей электрооборудования, в частности, корпусов трансформаторов, в которых ранее находилась диэлектрические жидкости, содержащие ПХД, или из люминесцентных ламп, содержащих ртуть. Термодесорбция отходов СОЗ может приводить к непреднамеренному образованию СОЗ, для удаления которых может потребоваться дополнительная обработка уже обработанных отходов или отходящего газа.

(d) Обезвоживание

140. Обезвоживание - это процесс предварительной обработки, с помощью которого из отходов, подлежащих обработке, удаляется часть воды. Обезвоживание может применяться в рамках технологий удаления, не пригодных для водных отходов. Например, при соприкосновении расплавленных солей или натрия с водой происходит взрыв. В зависимости от природы загрязняющего вещества образующиеся в результате обезвоживания пары могут требовать конденсации или отделения и дополнительной обработки.

(e) Демонтаж/разборка

141. Демонтаж или разборка - это вид предварительной обработки, в ходе которой оборудование, комплектующие или узлы разбираются, чтобы разделить материалы и увеличить спектр возможностей повторного использования, ремонта, рециркуляции, восстановления и окончательного удаления.

(f) Растворение

142. Предварительная обработка, в результате которой отходы (жидкие, твердые или газообразные) растворяются и становятся растворителем.

(g) Дистилляция

143. Это процесс, в результате которого растворитель отделяется от смеси применением термической энергии и выпаривающий компоненты, а затем этот пар конденсируется на последующей стадии. Посредством этого процесса растворитель отделяется, что позволяет осуществить последующую рекуперацию растворителя и снизить объем отходов, предназначенных для окончательного удаления посредством других процессов.

(h) Сушка

144. Сушка - это вид предварительной обработки, в ходе которой вода или растворитель путем выпаривания удаляются из твердых, полутвердых или жидких отходов. Как правило,

применяется поток газа, например, воздуха, который подает к отходам конвекционное тепло и уносит влажные испарения. Также может использоваться вакуумная сушка, при которой тепло подается за счет проводимости или излучения (или микроволн), а образующийся пар может быть удален с помощью вакуумной системы.

(i) Механическое разделение

145. Механическое разделение может использоваться для удаления крупных фрагментов мусора из отходов либо в технологиях, которые не пригодны для обработки грунта и твердых отходов.

(j) Мембранная фильтрация

146. Мембранная фильтрация - это разделение при помощи тонкопленочных мембран двух или более компонентов в жидкости, которое является одним из традиционных вариантов очистки сточных вод. Этот процесс производится под давлением или в вакууме, при этом загрязняющие вещества задерживаются техническим барьером, прежде всего эксклюзивным механизмом. В рамках различных классификаций к методам мембранной фильтрации отходов СОЗ относят нанофильтрацию и метод обратного осмоса.

(k) Перемешивание

147. Максимально эффективную обработку отходов, или способствовать ей, может обеспечить предварительное перемешивание (без смешивания) входящих в их состав материалов. Вместе с тем, смешивание отходов, содержащих СОЗ в концентрациях выше установленного уровня низкого содержания СОЗ, с другими материалами исключительно с целью получения смеси с концентрацией СОЗ на уровне или ниже установленного уровня низкого содержания СОЗ не является экологически обоснованным.

(l) Масляно-водяное разделение

148. Некоторые технологии обработки не пригодны для водных отходов, в то время как другие не подходят для маслянистых отходов. В таких случаях для отделения масляной фазы от воды может использоваться технология масляно-водяного разделения. Образующиеся после разделения водная и масляная фазы могут содержать загрязняющие вещества и требовать последующей обработки.

(m) Корректировка уровня pH

149. Некоторые технологии обработки отходов наиболее эффективны при определенном уровне pH среды, и в этих случаях для регулирования уровня pH часто используются щелочи, кислоты или углекислый газ. Некоторые технологии требуют также корректировки уровня pH на стадии последующей обработки.

(n) Осаждение

150. Осаждение — это физический процесс, при котором частицы оседают под воздействием силы тяжести. Для способствования процессу оседания могут быть добавлены химические реагенты.

(o) Измельчение

151. Некоторые технологии могут быть использованы лишь для переработки отходов с частицами определенного размера. Например, некоторые технологии могут быть использованы для переработки твердых отходов, загрязненных СОЗ, лишь в том случае, если фрагменты таких отходов не превышают в диаметре 200 мм. В таких случаях для доведения размера фрагментов отходов до требуемого уровня может использоваться измельчение. Измельчение может включать в себя дробление, разрезание и перемалывание. Согласно требованиям других технологий удаления, перед введением отходов в главный реактор их необходимо преобразовать в пастообразную смесь. Следует иметь в виду, что в процессе измельчения отходов СОЗ используемые установки также могут быть загрязнены такими СОЗ. Поэтому следует принимать меры предосторожности для предотвращения последующего загрязнения отходов, свободных от СОЗ.

(p) Промывка растворителем

152. Для удаления СОЗ с электроприборов, например, конденсаторов и трансформаторов, может осуществляться промывка растворителем. Этот метод может применяться также для обработки загрязненного грунта и сорбентов, использовавшихся в процессе адсорбционной или абсорбционной предварительной обработки.

(q) Стабилизация и отверждение

153. Стабилизация и отверждение используются в сочетании друг с другом, что делает их экологически безопасными. Стабилизация отходов - это химические превращения опасных компонентов в отходах в менее растворимые, мобильные или токсичные материалы. Отверждение отходов относится к изменениям физических свойств отходов, позволяющих увеличить их прочность на сжатие, уменьшить их проницаемость и изолировать их опасные компоненты. Многие потоки отходов требуют предварительной обработки или специальных добавок до стабилизации. Рекомендовано проведение исследований применимости и тестов на долговечность и до стабилизации, и до отверждения.

(r) Испарение

154. Максимально эффективную обработку отходов может обеспечить (или способствовать ей) предварительное преобразование жидких или твердых веществ в газообразное состояние.

(s) Уменьшение объема

155. Уменьшение объема отходов путем прессования или уплотнения, чтобы сделать отходы более концентрированным, может быть целесообразным для облегчения обработки, перевозки, хранения и удаления отходов.

2. Методы уничтожения и необратимого преобразования

156. В целях уничтожения и необратимого преобразования СОЗ, содержащихся в отходах, следует допускать следующие предусмотренные в разделе А и В Приложении IV к Базельской конвенции операции по удалению, при условии их осуществления таким образом, чтобы обеспечить отсутствие у остающихся отходов и выбросов характеристик СОЗ:

(a) D9: Физико-химическая обработка;

(b) D10: Сжигание на суше;

(c) R1: Использование в виде топлива (кроме прямого сжигания) или иным образом для получения энергии;

(d) R4: Рециркуляция/утилизация металлов и их соединений, которая ограничивается мероприятиями первичной и вторичной металлургии, описанными в разделе (k) ниже.

157. СОЗ, выделяемые их потока отходов в процессе предварительной обработки, должны затем удаляться посредством операций D9 и D10.

158. В Подразделах от (a) до (k) ниже описываются имеющиеся на рынке технологии экологически безопасного уничтожения и необратимого преобразования СОЗ, содержащихся в отходах, концентрации которых могут достигать уровней, требующих уничтожения и необратимого преобразования, как указано в разделе III.B³⁵. В таблице 4 ниже приведен общий обзор этих технологий [где содержание СОЗ в этой таблице отображает информацию из пунктов по типам отходов, в подразделах от (a) до (k)]. Таблица 4 должна использоваться совместно с последующими подразделами для получения более всестороннего понимания многих факторов, которые необходимо учесть до принятия решений касательно использования методов уничтожения и необратимого преобразования. Следует отметить, что эти операции должны осуществляться с соблюдением соответствующего национального законодательства, и что операции должны применяться в соответствии со стандартами НИМ и НПД, разработанными в рамках Стокгольмской конвенции, как они представлены в документе *«Руководящие принципы, касающиеся наилучших имеющихся методов, и предварительное руководство по наилучшим видам природоохранной деятельности, относящимся к статье 5 и приложению С к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях»* (UNEP, 2007). Осуществление операций не в соответствии со стандартами, изложенными в руководящих принципах по НИМ и НПД, может привести к образованию и высвобождению СОЗ в окружающую среду.³⁶

³⁵ Дополнительную информацию о существующих или новых технологиях можно найти в следующих документах: (UNEP, 2004a); тома А и В UNEP, 2002a, а также в STAP, 2011; UNEP, 2007. Для получения полной информации, см. приложение III («Литература») ниже.

³⁶ Например, случаи произошедшего загрязнения продовольственной цепочки недалеко от цементнообжигательной печи, где в качестве дополнения к основному топливу сжигались отходы ГХБ, и от специальной печи для сжигания опасных отходов, где сжигали отходы ГХБ (Weber et al. (2015)).

159. Постоянно появляется в доступе все новая информация по технологиям, в особенности по более последним. Каждый оператор объекта может определить, будет ли при использовании определенной технологии в данных условиях достигнут должный уровень уничтожения и необратимого преобразования.

160. Новые технологии не описаны в данном подразделе поскольку их коммерческая доступность и их эффективность в уничтожении и необратимом преобразовании СОЗ не задокументированы.

161. В ходе оценки характеристик операций, описанных в подразделах от (а) до (к) ниже, минимальная величина КЭУ 99,999 процента и требующаяся в соответствующих случаях минимальная величина КЭУУ 99,9999 процента обеспечивают практические эталонные параметры для оценки эффективности технологии удаления. Технологии с более высоким продемонстрированным КЭУ могут выделяться на индивидуальной основе в качестве предпочтительных вариантов. Поскольку ни КЭУ, ни КЭУУ не охватывают потенциал трансформации исходного СОЗ в непреднамеренно производимый СОЗ, потенциальные выбросы СОЗ следует учитывать при выборе определенной операции.

Таблица 4. Обзор технологий уничтожения и необратимого преобразования СОЗ в отходах

Технология	СОЗ										
	ГББ	ГБЦД	ГХБ, ГХБД и ПсХБ	ПХД	ПХД/ ПХДФ	ПХН	ПХФ	СОЗ в пестици дах	ПФОС	СОЗ- БДЭ	КЦХП
(а) Щелочное восстановление металлов	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Да, для хлордана, ГХГ	Н/О	Н/О *	Н/О
(б) Усовершенствованное сжигание твердых отходов (УСТО)	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Да	Да
(с) Катализируемое основанием разложение (КОР)	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Да	Н/О	Да	Да	Н/О	Н/О	Н/О
(д) Каталитическое гидрохлорирование (КГД)	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О
(е) Сжигание в цементнообжигательной печи в качестве дополнительного топлива	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
(ф) Химическое восстановление в газовой фазе (ХВГФ)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
(г) Сжигание опасных отходов	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
(h) Плазменно-дуговые технологии	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Да, для большинства пестицидов, включая хлордан, хлордекон, ДДТ, эндосульфид, гептахлор	Н/О	Н/О	Н/О
(i) Метод разложения плазменной плавкой (МРПП)	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О

Технология	СОЗ										
	ГББ	ГБЦД	ГХБ, ГХБД и ПеХБ	ПХД	ПХДД/ ПХДФ	ПХН	ПХФ	СОЗ в пестици дах	ПФОС	СОЗ- БДЭ	КЦХП
(j) Сверхкритическое водяное окисление (СКВО) и подкритическое водяное окисление	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
(k) Термометаллургическое производство металлов	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О	Н/О	Н/О	Н/О	Да	Н/О

* Н/О означает «не определено» и указывает на отсутствие в литературе, на которую ссылается данный документ, информации, подтверждающей использование данной технологии в отношении некоторых СОЗ.

(a) **Щелочное восстановление металлов³⁷**

162. *Описание технологии.* Щелочное восстановление представляет собой обработку отходов диспергированными щелочными металлами. В результате взаимодействия едкой щелочи с хлором, содержащимся в галоидированных отходах, образуется соль и негалоидированные отходы. Обычно этот процесс осуществляется при нормальном атмосферном давлении и при температуре от 60°C до 180°C.³⁸ Обработка может проводиться как внутри корпуса предмета очистки (напр., в случае трансформаторов, загрязненных ПХД), или в специальных реакционных сосудах. Существует несколько разновидностей этого метода. (Piersol, 1989). В качестве восстановителя наиболее широко используют металлический натрий, хотя ранее в качестве восстановителей применяли калий или калиево-натриевый сплав. Информация, приводимая в остальной части этого подраздела основана на опыте использования металлического натрия.

163. *Эффективность.* Сообщалось о коэффициентах эффективности уничтожения (КЭУ) хлордана, ГХГ и ПХД, превышающих 99,999 процента, и коэффициентах эффективности уничтожения и удаления (КЭУУ) этих веществ равных 99,9999 процента (Ministry of the Environment of Japan, 2004). При этом, как показала практика, метод натриетермического восстановления отвечает требованиям правил, установленных в Австралии, Канаде, Японии, Южной Африке, Соединенных Штатах Америки и Европейском союзе в отношении обработки трансформаторного масла, содержащего ПХД, т.е. менее 2 мг/кг в твердых и жидких остатках (UNEP, 2004b).

164 и. *Виды отходов.* Было продемонстрировано, что метод натриетермического восстановления применим для обработки масел, загрязненных ПХД с концентрацией до 10000 мг/кг. Некоторые поставщики утверждают, что этим методом можно обрабатывать конденсаторы и трансформаторы целиком (UNEP, 2004a). Также сообщалось о том, что щелочное восстановление металлов применимо к хлордану и ГХГ в качестве отработанных пестицидов (Ministry of the Environment of Japan, 2004).

165. *Предварительная обработка.* Обработка ПХД в специальной камере может быть выполнена после осуществления их экстракции растворителем. Обработка целых конденсаторов и трансформаторов возможна после уменьшения их габаритов путем резки. Предварительная обработка должна включать обезвоживание путем фазового разделения, испарения или иным путем (UNIDO, 1987) для предотвращения взрывных реакций при соприкосновении с металлическим натрием. Оборудование должно быть очищено органическими растворителями. Аналогично, СОЗ в адсорбированной или твердой форме необходимо растворить до требуемой концентрации или экстрагировать из их матриц (Piersol, 1989 и UNEP, 2004a).

³⁷ Дополнительную информацию можно найти в UNEP, 1998, UNEP, 2000, и UNEP, 2004a.

³⁸ Ariizumi et al, 1997.

166. *Выбросы и остаточные продукты.* В числе других газов в атмосферу выбрасываются азот и водород. Выброс органических соединений ожидается в относительно небольших количествах (Piersol, 1989). В то же время отмечалась возможность образования ПХДД и ПХДФ из хлорфенолов в щелочной среде при температуре всего лишь 150°C (Weber, 2004b). Остаточные продукты, образующиеся в результате этого процесса, включают хлористый натрий, гидроксид натрия, полифенилы и воду. При некоторых вариантах образуется также и твердый полимер (UNEP, 2000).

167. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Образовавшиеся в результате реакции побочные продукты могут быть выделены из масла путем сочетания фильтрации с центрифугированием. Очищенное масло может вновь использоваться, хлористый натрий может либо использоваться снова, либо быть вывезен на свалку; туда же может быть отправлен и отвержденный полимер (UNEP, 2000), и после этого требуется минимальная или нулевая обработка. В зависимости от выбранной технологии такой метод может включать в себя обработку отходящих газов и нейтрализацию или сохранение остатков. При наличии избыточного натрия, не прошедшего нейтрализацию, возможно, потребует рекуперации. Жидкие продукты, если они не используются повторно, и отвержденные полимерные продукты, как правило, сжигаются в установках для сжигания; неорганические соли направляются на удаление. Незначительные количества летучих органических соединений в выбросах могут быть нейтрализованы применением активированного угля (UNIDO, 2007).

168. *Энергоемкость.* Предусматриваются относительно небольшие непосредственные энергозатраты ввиду невысоких температур, при которых протекает процесс натриетермического восстановления.

169. *Материалоемкость.* Для осуществления этого процесса требуется натрий (UNEP, 2004a).

170. *Портативность.* Данный процесс может осуществляться как в мобильных, так и в стационарных установках (UNEP, 2000).

171. *Техника безопасности и гигиена труда.* При взаимодействии металлического натрия в дисперсном состоянии с водой происходит бурная, взрывоопасная реакция, что представляет серьезную опасность для оператора. Кроме того, металлический натрий может взаимодействовать и со многими другими веществами, в результате чего образуется водород - легковоспламеняющийся и взрывоопасный при смешении с воздухом газ. При разработке технологии и осуществлении этого процесса следует проявлять чрезвычайную осторожность, с тем чтобы исключить любую возможность присутствия в отходах воды (и некоторых других веществ, например, спиртов) и предотвратить любое соприкосновение воды (или некоторых других веществ) с металлическим натрием.

172. *Производительность.* Мобильные установки способны обрабатывать по 15000 литров загрязненных ПХД трансформаторных масел в день (UNEP, 2000).

173. *Другие практические вопросы.* Методом натриетермического восстановления, используемым при внутрикорпусной обработке трансформаторного масла, загрязненного ПХД, могут быть уничтожены не все ПХД, скопившиеся в пористой внутренней поверхности трансформатора. Некоторые авторы отмечают отсутствие информации о характеристиках остаточных продуктов (UNEP, 2000).

174. *Степень коммерческого внедрения.* Щелочное восстановление металлов применяется на коммерческой основе уже около 25 лет и по-прежнему используется в настоящее время. В Японии были установлены три промышленных объекта в 2004, 2005 и 2009 годах, они функционируют и сегодня (JESCO, 2009a; JESCO, 2009b; JESCO, 2013). Также мощности существуют во Франции, Иране, Российской Федерации и Испании.

(b) Усовершенствованное Сжигание Твердых Отходов (УСТО)

175. *Описание технологии.* Существует множество видов мусоросжигательных установок, и не все технологии или мусоросжигательные заводы способны уничтожить СОЗ в отходах надлежащим образом. Усовершенствованные установки для сжигания твердых бытовых отходов предназначены для безопасной обработки загрязнителей, содержащихся в твердых бытовых отходах (ТБО) и аналогичных коммерческих и промышленных отходах, осуществляемой, как правило, на колосниковой решетке при высоких температурах, и применяя передовые методы борьбы с загрязнением окружающей среды. В процессах усовершенствованного сжигания твердых отходов поддерживается минимальная температура в 850°C в камере(ах) сжигания с периодом газовой фазы как минимум две секунды.

176. Существуют также объекты для сжигания отходов древесины, которые способные сжигать отходы древесины, содержащие или загрязненные ПХФ. В результате сжигания обрабатываемой древесины при температуре 910-1025°C в отходящих газах химические вещества не выявляются (Европейская Комиссия, 2011). Согласно информации Агентства по охране окружающей среды Швеции (2009), условия контролируемого сжигания, при которых в Швеции сжигаются большинство деревянных материалов и материалов на основе дерева, обеспечивают уничтожение диоксинов и других хлорированных ароматических веществ в обработанной древесине.

177. Условия и эксплуатационные требования описанных в пунктах 175 и 176 выше процессов должны быть строгими и обязательными и должны соответствовать уровням уничтожения и необратимого преобразования, описанным в подразделе IV.G.2. В некоторых странах такие требования включены в их национальное законодательство.³⁹

178. Для того чтобы надлежащим образом уничтожить ГБЦД, содержащийся в отходах, необходима температура выше 850°C. При полномасштабном тестовом испытании обработки отходов полистирольной пены (ППС и ЭПС) содержащей ГБЦД на Вюрцбургском заводе по сжиганию твердых бытовых отходов (Германия), где поступление содержало 1-2 весовых процента таких отходов пены, содержащей в свою очередь от 6000 до 21000 мг/кг ГБЦД, необходимая для сжигания температура составляла 900-1000°C (Mark et al, 2015). В случае полномасштабного тестового испытания обработки электронных отходов на заводе TAMARA по сжиганию твердых бытовых отходов (Германия), где поступление содержало 0.5-1% брома, включая СОЗ-БДЭ, температура составляла 1000°C (Vehlow et al, 2002). Результаты этих испытаний были подтверждены полномасштабным исследованием на объекте, проведенном в Норвегии, где отходы, содержащие бромированные антипирены, подавались в печь для сжигания твердых бытовых отходов на уровнях 0, 5%, 10% и 20% бромированных отходов (что соответствует приблизительно 0.05, 0.1 и 0.2% брома) (Borgnes & Rikheim, 2005). В случае сжигания или совместного сжигания опасных отходов с содержанием более чем 1 процента галогенированных органических веществ, требуется температура как минимум в 1100 °C. Отходы кабелей, содержащих хлорированные парафины, сжигались с обычными твердыми бытовыми отходами на заводе для сжигания твердых бытовых отходов в Гамбурге. Хлорированные парафины уничтожались в специальной камере для сжигания (~850 °C) (PE Europe GmbH, 2010).

179. В процессе сжигания, происходит выброс отработанных газов, которые содержат большую часть доступной энергии топлива, такой как тепло. Органические вещества в отходах сгорают, как только они достигают температуры возгорания. Отмечается, что может быть необходимо добавить другие топлива для того чтобы отрегулировать температуру во время сжигания, а также во время запуска и отключения печей.

180. Следует отметить, что остаточные отходы обычно содержат тяжелые металлы, серу и хлор, а пластиковые или текстильные отходы могут содержать антипирены. Эти вещества обнаруживаются практически во всех группах остаточных отходов и в различных химических соединениях. По этой причине к техническим системам, обеспечивающим безопасную обработку остаточных отходов, предъявляются высокие требования.⁴⁰

181. Руководство по НИМ/НПД, разработанное в рамках Стокгольмской конвенции и имеющее отношение к Статье 5 и Приложению С, должно быть применено к этой технологии (UNEP, 2007).

182. *Эффективность.* Органические соединения уничтожаются во время сжигания при определенных условиях сгорания.⁴¹ Отчеты Группы технико-экономической оценки (ГТЭО) Монреальского Протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, в частности, в отчете 2002 года Целевой Группы ГТЭО по технологиям уничтожения (ЦГТУ) продемонстрирована высокая эффективность уничтожения галогенированных веществ, таких как ХФУ и ГХФУ в пенополистироле с помощью УСТО.

³⁹ См. EU Directive 2010/75/EU on industrial emissions, chapter 4. Директива заменила собой Directive 2008/1/EC (комплексное предотвращение загрязнения и контроль над ним) и предназначена для снижения загрязнения из различных промышленных источников по всему Европейскому Союзу. Владельцы промышленных объектов, осуществляющих деятельность, предусмотренную Приложением I к Директиве, обязаны получить комплексное природоохранное разрешение у органов власти в странах ЕС.

⁴⁰ См. Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2010.

⁴¹ См. European Commission, 2005.

183. При полномасштабном тестовом испытании на Вюрцбургском заводе по сжиганию твердых бытовых отходов было показано что с помощью УСТО можно уничтожить ГБЦД с коэффициентом эффективности уничтожения (КЭУ), составляющим 99,999 процента для ППС и ЭПС.⁴² В исследовании баланса массы на основе данных объектов для сжигания отходов в коммерческих масштабах (Kajiwara et al., 2017), КЭУ в 99.999% достигался при соотношении ЭПС/отходы в объемах до приблизительно 3 % (о/о). Было продемонстрировано контролируемое сжигание для достижения КЭУ больше чем 99.9 процента для обработанного дерева, содержащего ПХФ.⁴³ КЭУ для ПБДЭ в УСТО было рассчитано на уровне 99.99% (Borgnes and Rikheim, 2005, Mark et al., 2006).

184. *Виды отходов.* Усовершенствованные установки для сжигания твердых бытовых отходов предназначены для сжигания твердых бытовых отходов, включая остаточные отходы, но также могут обрабатывать некоторые отходы промышленности и торговли. Полномасштабное тестовое испытание показало, что УСТО пригодна для сжигания отходов пенополистирольной пены (ППС и ЭПС), содержащих ГБЦД. Было продемонстрировано, что УСТО способна обрабатывать отходы, содержащие СОЗ-БДЭ (Borgnes & Rikheim, 2005; Vehlow, 2002; ОЭСР, 1998; Европейская Комиссия, 2011), а также КЦХП (PE Europe GmbH, 2010). Отходы древесины, содержащие или загрязненные ПХФ, могут сжигаться на объектах, предназначенных для сжигания древесных отходов (Европейская Комиссия, 2011, German Federal Environment Agency, 2015).

185. *Предварительная обработка.* Для сохранения постоянной теплотворной способности следует перемешать отходы в бункере. Объем крупногабаритных отходов необходимо уменьшить (путем дробления или измельчения).

186. *Выбросы и остаточные продукты.* Выбросы содержат двуокись углерода, водяной пар, хлористый водород, фтористый водород, двуокись серы и другие окиси серы, пыль, оксиды азота, ООУ (общий органический углерод), ПХДД/ПХДФ, тяжелые металлы и монооксид углерода,⁴⁴ а также могут содержать ПБДД/ПБДФ (полибромированный дибензодиксин/полибромированный дибензофуран) (UNEP, 2007). Другие выбросы содержат бромистый водород и ПГДД/ПГДФ (Полигалоидированные дибензо-п-диоксин и дибензофуран) (Mark et al., 2015). Установки для сжигания с применением НИМ, в частности, сконструированные под высокотемпературный режим и оснащенные системой минимизации восстановления ПХДД и ПХДФ и специализированными устройствами для их удаления (например, фильтрами из активированного угля), позволяют достичь выбросов ПХДД и ПХДФ в воздух и сбросов в воду.⁴⁵ Увеличение содержания бромированных отходов не привело к значительному повышению выбросов хлорированных диоксинов или бромированно-хлорированных /бромированных диоксинов (Borgnes & Rikheim, 2005). Результаты измерения выбросов свидетельствуют о том, что эффективность сжигания и рабочие условия систем контроля загрязнения воздуха более важны для получения соответствующих уровней выбросов, чем уровень содержания брома. 187. Бромированные антипирены были обнаружены в нелетучей золе и в летучей зольной пыли установок для сжигания. Wang et al. (2010) обнаружили 78 нг/г ПБДЭ в нелетучей золе, когда сжигались отходы, содержащие БАП. Летучая зольная пыль содержала значительно меньшие концентрации ПБДЭ, чем нелетучая зола. При анализе массового потока уничтожения ГБЦД на станциях сжигания промышленных отходов в коммерческих масштабах, большая часть неразложившихся ГБЦД была обнаружена в нелетучей золе (Kajiwara et al., 2017).

188. К содержащим ПХДД и ПХДФ остаточным продуктам относятся главным образом летучая зольная пыль и стоки газоуловителей, в диапазоне от 0.0008 до 35 нг/г ТЭ, тогда как нелетучая зольная пыль (составляющая основную массу остатков от сжигания отходов) и осадок воды скрубберного цикла содержат сравнительно небольшое количество ПХДД и ПХДФ.⁴⁶ Согласно исследованию на объекте, проведенному в Норвегии, выбросы полибромированных дифенилэфиров в воздух составили 3.5 нг/Нм³ (Borgnes & Rikheim, 2005).

189. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Исходные дымовые газы обычно требуют обработки в целях удаления хлористого и фтористого водорода, оксидов серы и азота, тяжелых металлов и твердых частиц, а также в целях удаления и недопущения образования непреднамеренно производимых СОЗ. Этого можно добиться за счет сочетания оборудования

⁴² См. Mark et al, 2015.

⁴³ См. European Commission, 2011, Lee & Valenti, 1998, соответственно.

⁴⁴ См. European Commission, 2006.

⁴⁵ См. UNEP, 2001.

⁴⁶ См. European Commission, 2005.

для очистки, в том числе электрофильтров, тканевых фильтров, скрубберов, средств селективного каталитического или некаталитического восстановления и адсорбции активированным углем. В зависимости от их свойств, включая концентрации СОЗ, может потребоваться удаление летучей золы и нелетучей зольной пыли на специально оборудованную свалку или на постоянное хранение в подземных выработках или геологических формациях; кроме того, она может использоваться для засыпки соляных шахт.⁴⁷

190. *Энергоемкость.* Количество требуемого для сгорания топлива зависит от состава отходов, требующих обработки, и применяемых технологий очистки дымовых газов.

191. *Материалоемкость.* К числу требующихся материалов относятся известь, бикарбонат натрия, активированный уголь, и другие подходящие материалы для удаления кислотных газов и других загрязняющих веществ.

192. *Портативность.* УСТО выпускаются в стационарной форме.

193. *Техника безопасности и гигиена труда.* Для обеспечения охраны здоровья и безопасности объекты УСТО должны проектироваться и эксплуатироваться согласно соответствующим главам Директивы ЕС о промышленных выбросах (2010/75/EU) (комплексное предотвращение загрязнения и контроль над ним) и Справочному документу Европейской Комиссии по Наилучшим Имеющимся Методам (BREF) по Сжиганию Отходов (см. раздел 2.8.5 «обзор средств и мер безопасности».) (European Commission, 2006).

194. *Производительность.* Каждая УСТО способна перерабатывать от 30000 до более чем 1000000 тонн отходов в год. В связи с большим объемом пенополистирольных пен, содержащих ГБЦД (обладающих большим объемом и плотностью от 15 до 40 килограмм/кубический метр), рекомендуется использовать весовой процент 1-2 по массе таких пен, что соответствует 15-30 процентам по объему (Mark et al, 2015).

195. *Другие практические вопросы.* Практических вопросов на данный момент не имеется.

196. *Степень коммерческого внедрения.* Существует многолетний опыт сжигания бытовых отходов.⁴⁸ (На данный момент в Европе есть несколько установок УСТО).

(с) **Катализируемое основанием разложение (КОР)⁴⁹**

197. *Описание технологии.* Метод КОР заключается в обработке отходов в присутствии смеси реагентов, в которую входят нефтетопливо как донор водорода, гидроксид щелочного металла и специальный патентованный катализатор. При разогреве смеси до температуры свыше 300°C реагент выделяет химически высокоактивный атомарный водород. Он вступает в реакцию с отходами, в результате которой из них удаляются токсичные компоненты.

198. *Эффективность.* Сообщалось о КЭУ от 99,99 до 99,9999 процента применительно к ДДТ, ГХБ, ПХД, ПХДД и ПХДФ (UNEP, 2000), ГХГ и ПХФ (UNEP, 2004с). Сообщалось также, что КЭУ хлордана и ГХГ превысил 99,999 процента, а КЭУУ этого вещества был равен 99,9999 процента (Ministry of the Environment of Japan, 2004). Имеются также данные о возможности восстановления хлорированных органических веществ до уровня менее 2 мг/кг. (UNEP, 2001).

199. *Виды отходов.* КОР должно быть применимо и к другим СОЗ кроме видов отходов, перечисленных в предыдущем пункте (например, ДДТ, ПХД, ПХДД и ПХДФ) (UNEP, 2004a and Vijgen, 2002). С помощью КОР должна быть возможной обработка отходов с высокой концентрацией СОЗ; уже засвидетельствован факт очистки отходов, доля ПХД в которых превышала 30 процентов по массе (Vijgen, 2002). Несмотря на то что сообщалось, что образование соли в обрабатываемой смеси может ограничивать концентрацию галогенированного материала, поддающегося обработке при помощи КОР, более недавние сообщения дают основание полагать, что эта проблема была решена (см. пункт 210 ниже).

200. *Предварительная обработка.* Грунт может быть подвергнут непосредственной обработке. Могут потребоваться и различные виды его предварительной обработки:

(а) возможно, будет необходимо просеиванием выбрать крупные частицы и раздробить их; или

⁴⁷ См. European Commission, 2006.

⁴⁸ См. European Commission, 2006.

⁴⁹ Дополнительную информацию см. в: CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner, Luscombe and Simpson, 1998; Danish Environmental Protection Agency (EPA), 2004; Rahuman, Pistone, Trifirò and Miertu, 2000; UNEP, 1998; UNEP, 2001; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

(b) возможно, потребуется скорректировать уровень pH и содержания влаги.

201. Для удаления CO₂ из грунта до проведения обработки в сочетании с КОР применяется и *термодесорбция*. В таких случаях грунт перед загрузкой в термодесорбционную установку предварительно смешивают с бикарбонатом натрия. Перед обработкой влагосодержащих смесей, включая шлам, необходимо сначала выпарить из них воду. Конденсаторы могут подвергаться обработке после уменьшения их габаритов посредством измельчения. Если присутствуют легкоиспаряющиеся растворители, так же, как и с пестицидами, то перед началом обработки их необходимо удалить путем дистилляции (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

202. *Выбросы и остаточные продукты*. Ожидаются относительно незначительные выбросы в атмосферу. Вероятность образования ПХДД и ПХДФ в процессе КОР сравнительно невелика. В то же время отмечалась возможность образования ПХДД из хлорфенолов в щелочной среде при температуре всего лишь 150°C (Weber, 2004b). К другим остаточным продуктам, образующимся в результате реакции КОР, относятся шлам, состоящий главным образом из воды, соль, неиспользованный нефтепродукт - донор водорода и углеродистый остаток. Поставщик утверждает, что этот остаток инертен и нетоксичен. Для получения дополнительной информации ознакомьтесь с литературой, подготовленной компанией BCD Group Inc.

203. *Контроль выбросов и последующая обработка*. В зависимости от типа нефтепродукта, использовавшегося в качестве донора водорода, могут применяться различные методы обработки суспензивного остатка. Если использовался мазут No. 6, шлам может быть утилизирован в качестве топлива в печи для обжига цемента. Если же использовались нефтепродукты более высокой степени очистки, то их можно выделить из смеси методом гравитационного разделения или с помощью центрифугирования. После этого нефтепродукты могут снова использоваться, а остающийся шлам может быть подвергнут дополнительной обработке для последующего использования в качестве нейтрализующего реагента или вывезен на свалку (UNEP, 2004a). Кроме того, объекты, в которых производится КОР, оснащены ловушками с активированным углем для сведения к минимуму содержания летучих органических соединений в составе выбросов газов.

204. *Энергоемкость*. Предусматриваются относительно небольшие энергозатраты ввиду невысоких температур, при которых протекает процесс КОР.

205. Материалоемкость:

(a) нефтетопливо - донор водорода;

(b) щелочь или карбонат, бикарбонат или гидроксид щелочноземельного металла, например, бикарбонат натрия. Требуемое количество щелочи зависит от концентрации галогенированного загрязнителя в обрабатываемом материале (CMPS&F – Environment Australia, 1997). Количество может варьироваться в диапазоне от 1 процента до примерно 20 процентов веса загрязненного материала; и

(c) специальный катализатор в количестве до 1 процента объема нефтетоплива - донора водорода.

206. Предполагается, что *оборудование*, с помощью которого осуществляется этот процесс, легкодоступно (Rahuman et al, 2000).

207. *Портативность*. Существуют объекты модульного, передвижного и стационарного типов.

208. *Техника безопасности и гигиена труда*. В целом считается, что связанные с применением данной технологии риски с точки зрения здоровья и безопасности персонала невелики, хотя в 1995 году находящийся в Мельбурне, Австралия, объект КОР был выведен из строя в результате пожара. Причиной пожара, как полагают, стало использование одного из резервуаров без изолирующего слоя азота. Некоторые связанные с этой операцией виды предварительной обработки, например, щелочная предварительная обработка конденсаторов и экстракция растворителем, представляют собой серьезные риски пожаров и взрывов, но эти риски могут быть сведены к минимуму посредством применения надлежащих мер предосторожности (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

209. *Производительность*. Установки КОР позволяют обрабатывать до 2500 галлонов отходов на партию, и могут обрабатывать 2-4 партии в сутки (Vijgen, 2002).

210. *Другие практические вопросы*. Ввиду того, что технология КОР связана с очисткой смеси отходов от хлора, в результате этого процесса может повышаться содержание менее

хлорированных соединений. Потенциально это может представлять собой проблему при обработке ПХДД и ПХДФ, поскольку образующиеся при этом родственные соединения с меньшим содержанием хлора значительно более токсичны, чем более концентрированные соединения. Поэтому важное значение имеет надлежащий контроль за технологическим процессом, с тем чтобы обеспечить доведение реакции до конца. Сообщалось о том, что в прошлом с помощью технологии КОР не удавалось обработать высококонцентрированные отходы из-за усиленного образования солей (CMPS&F – Environment Australia, 1997). Однако в последующем поступили сообщения о том, что данную проблему удалось решить (Vijgen, 2002 и UNEP, 2004a).

211. *Степень коммерческого внедрения.* Технология КОР работает в Мексике с 1999 года. Кроме того, системы КОР использовались в проектах, осуществлявшихся в Австралии, Чешской Республике, Испании и Соединенных Штатах Америки.

(d) Каталитическое гидродехлорирование (КГД)

212. *Описание технологии.* Технология КГД включает обработку отходов газообразным водородом в присутствии углерод-палладиевого катализатора (Pd/C), диспергированного в парафиновом масле. В результате взаимодействия водорода с хлором, содержащимся в галоидированных отходах, образуются хлористый водород (HCl) и негалоидированные отходы. ПХД трансформируется в дифенилы и соляную кислоту (Murena et al., 2000). Процесс протекает при атмосферном давлении и при температурах от 180°C до 260°C (Sakai, Peter and Oono, 2001; Noma, Sakai and Oono, 2002; и Noma, Sakai and Oono, 2003a и 2003b).

213. *Эффективность.* Сообщалось о КЭУ от 99,98 до 99,9999 процента применительно к ПХД. Имеются также данные о возможности восстановления содержания ПХД до уровня менее 0,5 мг/кг.

214. *Виды отходов.* Применение технологии КГД было продемонстрировано на ПХД, извлеченных из использованных конденсаторов. Дехлорированию подвергались также ПХДД и ПХДФ, присутствовавшие в ПХД в качестве примесей. По утверждению одного из поставщиков, обработке методом КГД поддаются, кроме того, все хлорированные соединения (McNamara, 2016).

215. *Предварительная обработка.* ПХД и ПХДД/ПХДФ, содержащиеся в грунте, должны быть экстрагированы с помощью определенных растворителей либо выделены путем выпаривания. Вещества с низкой температурой кипения, такие, как вода или спирты, перед обработкой отходов удаляются из них посредством отгонки.

216. *Выбросы и остаточные продукты.* В процессе реакции дехлорирования выбросы отсутствуют, так как реакция протекает в закрытой системе с замкнутой циркуляцией водорода. Хлористый водород в ходе реакции не выделяется, накапливаясь в циркуляционной системе вместе с водой в виде соляной кислоты. Отгоняемый из продуктов реакции дифенил не содержит каких-либо токсичных веществ.

217. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Дифенил, являющийся основным продуктом реакции, отделяется по ее окончании от растворителя путем отгонки; катализатор и растворитель используются затем в следующей реакции.

218. *Энергоемкость.* Энергоемкость должна быть сравнительно низкой благодаря невысоким рабочим температурам, при которых протекает процесс КГД.

219. *Материалоемкость.* Количество атомов водорода, необходимое для реакции КГД, равняется количеству атомов хлора, входящего в состав ПХД; расход катализатора составляет 0,5 процента по весу.

220. *Портативность.* Для КГД могут использоваться стационарные и передвижные установки, в зависимости от объема ПХД, подлежащих обработке.

221. *Техника безопасности и гигиена труда.* Использование газообразного водорода требует надлежащего контроля и мер предосторожности, чтобы не допустить образования взрывоопасной воздушно-водородной смеси.

222. *Производительность.* В Японии была построена и в настоящее время эксплуатируется объект, способный перерабатывать с помощью технологии КГД две тонны ПХД в сутки. Также функционируют объекты в Кантоне, Соединенные Штаты Америки, и Бомене, Австралия. По имеющимся сведениям, в 2016 году мощности американского объекта в Кантоне составляли 45 млн. литров в год, а австралийского объекта в Бомене – 6,5 млн. литров в год (Hydrotec, 2018).

223. *Другие практические вопросы.* О применении КГД для дехлорирования ПХД сообщается часто. Углерод-палладиевые (Pd/C) катализаторы в целом демонстрируют наиболее интенсивный процесс разложения по сравнению с другими подходящими для этой цели металлическими катализаторами. При использовании парафинового масла в качестве растворителя температуры реакции могут быть увеличены до 260°C.

224. *Степень коммерческого внедрения.* В 2006 году в Японии на предприятии Корпорации по экологической безопасности Японии (JESCO) в Осаке был построен промышленный объект, на котором по технологии КГД из трансформаторов и конденсаторов экстрагируются ПХД (JESCO, 2009с).

(e) **Сжигание в цементнообжигательной печи в качестве дополнительного топлива**⁵⁰

225. *Описание технологии.* Как правило, печь для обжига цемента представляет собой вытянутый цилиндр длиной 50-150 метров, слегка отклоненный от горизонтальной оси (угол наклона 3-4 градуса), вращающийся со скоростью около 1-4 оборота в минуту. Сырье, например, известняк, кремнезем, глинозем и оксид железа, загружаются с верхнего, или «холодного» конца вращающейся печи. Благодаря уклону и вращению загруженные материалы перемещаются к нижнему, или «горячему» концу печи. Печь топится с нижнего конца, где температура достигает 1400-1500°C. По мере перемещения материалов внутри печи они подвергаются высушивающему и пирометаллургическому воздействию, превращаясь в результате в клинкер. Длина печи обеспечивает достаточное время обработки сжигающих газов при высоких температурах: около 8 сек. при температурах выше 1200 °C (Vermeulen et al., 2011).

226. Для обработки отходов в цементнообжигательных печах конструкция последних может нуждаться в изменениях⁵¹. Следует выбрать подходящие точки загрузки топлива согласно соответствующим характеристикам отходов, в том числе их физическим, химическим и токсикологическим свойствам. Например, горючие токсичные соединения, присутствующие в некоторых видах опасных отходов, таких как галогенированные органические вещества, должны быть полностью уничтожены за счет надлежащего температурного режима и достаточного времени выдержки. В печах с камерой предварительного подогрева/обжига опасные отходы, как правило, должны загружаться либо через основную, либо через вспомогательную горелку. Галогениды (например, хлориды, бромиды и фториды) оказывают отрицательное воздействие на качество цемента, поэтому их наличие должно быть ограничено. Хлор можно обнаружить во всех сырьевых материалах, применяемых в производстве цемента, поэтому общие уровни галогена (например, хлора, брома и фтора) в опасных отходах могут быть критическими (Европейская Комиссия, 2013). Однако если они достаточно хорошо перемешаны, цементнообжигательные печи могут обрабатывать высокохлорированные опасные отходы.

227. Возможными точками загрузки топлива в такую печь являются:

- (a) главная горелка с выпускной стороны вращающейся печи;
- (b) бункер для загрузки в переходную камеру на входе вращающейся печи (для кускового топлива);
- (c) вспомогательные горелки у воздушного стояка;
- (d) горелки камеры предварительного обжига;
- (e) загрузочный бункер камеры предварительного обжига/подогрева (для кускового топлива);
- (f) задвижка в средней части длинных печей мокрого и сухого типа (для кускового топлива) (UNEP, 2004b).

228. Руководство по НИМ/НПД, разработанное в рамках Стокгольмской конвенции и имеющее отношение к Пункту 5 и Приложению С по цементнообжигательным печам для сжигания опасных отходов, должно быть использовано и применено к этой технологии (UNEP, 2007).

⁵⁰ Дополнительную информацию см. в: CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Danish Environmental Protection Agency, 2004; Karstensen, 2001; Rahuman et al., 2000; Stobiecki et al., 2001 и UNEP, 1998b. Кроме того, информация о НИМ и НПД применительно к установкам к цементным печам, в которых сжигаются опасные отходы, имеется в публикациях Европейской комиссии.

⁵¹ См. CMPS & F - Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004b.

229. *Эффективность.* Сообщалось о регистрации в нескольких странах КЭУ свыше 99,99998 % применительно к ПХД. Печь должна продемонстрировать способность уничтожить (посредством сжигания) или удалять (посредством переноса в воздухопровод или в воздушный фильтр) не менее 99,9999 % целевых СОЗ⁵². Сообщалось о том, что значения КЭУ и КЭУУ применительно к ДДТ находятся в пределах 99,9335-99,9998 % и 99,9984-99,9999 % соответственно (Yan et al, 2014) и КЭУУ более 99,9999 процента (Li et al., 2012). В исследовании говорилось о значениях КЭУУ в 99,9997 процента и 99,9998 процента применительно к дека-БДЭ в загрязненной почве, обрабатываемой в цементнообжигательной печи (Yang et al. 2012). Эксплуатационные ограничения могут приобрести существенные размеры при наличии некоторых соединений, например, циркулирующих летучих элементов, таких как хлор, сера или щелочи, в чрезмерных количествах (Karstensen, 2008).

230. *Виды отходов.* При надлежащей эксплуатации, в цементнообжигательной печи можно уничтожить практически любое органическое соединение при минимальной температуре в 1400°C (UNEP, 2002a). Эти печи способны обрабатывать как жидкие, так и твердые отходы⁵³. Помимо этого, требуется обновление и очистка автомобильных измельченных остатков, прежде чем они будут использованы в качестве заменителя топлива в высоком процентном содержании в цементнообжигательной печи (Vermeulen et al., 2011).

231. *Предварительная обработка.* Предварительная обработка может включать:

- (a) термодесорбцию твердых отходов;
- (b) гомогенизацию твердых и жидких отходов путем высушивания, измельчения, перемешивания, смешивания и перемалывания;
- (c) уменьшение объема; и
- (d) перемешивание.

232. *Выбросы и остаточные продукты.* Сжигание опасных отходов в цементнообжигательной печи в качестве дополнительного топлива относится к категории промышленных источников, и обладает сравнительно высоким потенциалом образования и выброса непреднамеренно образованных СОЗ, указанных в Приложении С к Стокгольмской конвенции. В состав выбросов могут входить, в частности, окислы азота, угарный газ, двуокись серы и другие окиси серы, металлы и их соединения, хлористый водород, фтористый водород, аммиак, ПХДД, ПХДФ, бензол, толуол, ксилол, полиароматические углеводороды, хлорбензолы и ПХД (UNEP, 2004b) и ПХН (Liu et al, 2016, German Federal Environment Agency, 2015) и ПБДД/ПБДФ (Du Bing et al. 2011)). Следует отметить, что цементнообжигательные печи могут обеспечивать соблюдение норм выбросов в атмосферу ПХДД и ПХДФ на уровне, не превышающем 0,1 нг/Нм³ ТЭ, хотя подача отходов с высокими уровнями хлора должна быть вместе с другими отходами чтобы избегать отрицательно воздействующих уровней выбросов, в частности в цементнообжигательных печах мокрым и (длительным) сухим способом.⁵⁴ В число остаточных продуктов входит пыль из цементнообжигательной печи, задержанная воздухоочистительными системами.

233. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Образующиеся в ходе данного процесса газы должны быть обработаны для удаления печной пыли и органических соединений, двуокиси серы и окиси азота; они также должны быть нагреты с целью минимизации образования ПХДД и ПХДФ. Обработка включает использование подогревателей, электростатических пылеуловителей, тканевых фильтров и активноугольных фильтров⁵⁵. Задержанную фильтрами печную пыль следует в максимально возможной мере возвращать в печь, а остальную ее часть, возможно, будет необходимо вывозить на специально оборудованную свалку либо подвергать захоронению в подземных выработках или геологических формациях.

234. *Энергоемкость.* Для новых объектов и масштабных модернизаций, с применением печей сухой обработки с многоступенчатым предварительным нагревом и предварительным обжигом, потребление энергии, связанное с НИМ составляет 2900-3200 МДж/тонну клинкера при нормальных (за исключением, например, пусков и отключений) и оптимизированных условиях эксплуатации (без применения к объектам, которые производят цемент специального

⁵² Karstensen et al, 2009.

⁵³ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 и Karstensen et al, 2006.

⁵⁴ В исключительных случаях, сообщалось об уровнях выбросов из цементнообжигательных печей, где производилось совместное сжигание отходов, с показателем 136 нг/Нм³ ТЭ (UNEP, 2007).

⁵⁵ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Karstensen et al, 2006 и UNEP, 2004b.

назначения или клинкер из белого цемента, для которых требуется значительно более высокие температуры обработки в связи с техническими характеристиками продукции). Производственная мощность влияет на потребность в энергии, обеспечивая экономию энергии при больших мощностях, и при потребности в большем количестве энергии для меньших мощностей. Потребление энергии также зависит от количества этапов обработки в предварительном нагревателе циклонного типа, при этом большее количество этапов обработки в предварительном нагревателе циклонного типа приводит к более низкому потреблению энергии в процессе обжига в печи. Надлежащее количество этапов обработки в предварительном нагревателе циклонного типа в основном определяется содержанием влаги в сырьевых материалах (Европейская Комиссия, 2013).

235. *Материалоемкость.* Для производства цемента необходимы большие количества различных материалов, включая известняк, кремнезем, глинозем, оксиды железа и сернокислый кальций.

236. *Портативность.* Цементнообжигательные печи существуют только в стационарном варианте.

237. *Техника безопасности и гигиена труда.* При правильно разработанной технологии и соблюдении производственных правил обработку отходов в цементнообжигательных печах можно считать относительно безопасной.

238. *Производительность.* Цементнообжигательные печи, сжигающие отходы в качестве топлива, обычно должны обеспечивать более 40 процентов их потребности в тепловой энергии за счет опасных отходов. Отмечается, однако, что благодаря высокой пропускной способности цементнообжигательных печей в них предположительно можно обрабатывать значительные количества отходов (CMPS&F – Environment Australia, 1997).

239. *Степень коммерческого внедрения.* Загрязненные СОЗ отходы обрабатывались и обрабатываются в цементнообжигательных печах в Соединенных Штатах, некоторых Европейских странах и ряде развивающихся стран (World business council, 2004: Formation and Release of POPs in the Cement Industry, Karstensen, 2006).

240. *Дополнительная информация.* См. UNEP Технические руководящие принципы экологически обоснованной совместной переработки опасных отходов в цементных печах (UNEP, 2011) и исполнительное решение Комиссии 2013/163/ЕС, определяющее выводы по наилучшим имеющимся методам (НИМ) согласно Директиве 2010/75/ЕС о промышленных выбросах при производстве цемента, извести и оксида магния (Европейская Комиссия, 2013b).

(f) Химическое восстановление в газовой фазе (ХВГФ)⁵⁶

241. *Описание процесса.* Процесс ХВГФ⁵⁷ заключается в термохимическом восстановлении органических соединений. При температуре свыше 850°C и низком давлении водород вступает в реакцию с хлорированными органическими соединениями, в результате которой образуются, главным образом, метан и хлорид водорода (если отходы содержали хлорированные соединения), а также небольшие количества углеводородов с низким молекулярным весом (бензола и этилена). Соляная кислота нейтрализуется путем добавления каустической соды при начальном охлаждении технологического газа; возможно также изъятие соляной кислоты для повторного использования. Технология ХВГФ может быть разбита на три основных этапа: операции в первичных системах (где загрязнители преобразуются в форму, пригодную для уничтожения в реакторе), операции в реакторе (где загрязнители восстанавливаются на этом этапе в газовой фазе с использованием водорода и пара), операции в системе очистки газов и сжигания остатков.

242. *Эффективность.* Сообщалось о КЭУ в 99,9999 % применительно к ДДТ, ГХБ, ПХД, ПХДД и ПХДФ⁵⁸. Сообщалось о КЭУ выше 99,999 % применительно к ПХД, 99,999 % применительно к ПХДД, содержащихся в отходах масел, содержащих ПХД (UNEP, 2000), а также о КЭУ выше 99,9999 % применительно к ГХБ и хлорбензолам (Kümmling et al., 2002, Arnold, 2003).

⁵⁶ Дополнительную информацию см. в: CMPS&F - Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Danish Environmental Protection Agency, 2004; Kümmling et al., 2001; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004a; и Vijgen, 2002.

⁵⁷ Данный процесс также может носить название гидрогенизация (European Commission, 2017).

⁵⁸ См. CMPS&F - Environment Australia, 1997; Kümmling et al, 2001; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

243. *Виды отходов.* Предполагается, что метод ХВГФ может быть применимым для обработки всех отходов СОЗ⁵⁹, включая водосодержащие и маслянистые жидкости, грунты (USEPA, 2010), осадочные отложения, трансформаторы и конденсаторы⁶⁰.

244. *Предварительная обработка.* Для восстановления в реакторе ХВГФ загрязняющие вещества должны иметь газообразную форму. Если жидкие отходы допускают предварительный нагрев и ввод непосредственно в реактор на непрерывной основе, то примеси, находящиеся на твердых частицах, должны быть сперва отделены от твердых веществ. В зависимости от вида отходов на сегодняшний день применяется один из следующих трех агрегатов предварительной обработки с целью перевода отходов в летучее состояние до обработки в реакторе ХВГФ:

- (a) установки термовосстановительной обработки партий твердых насыпных материалов, в том числе в бочках;
- (b) тороидальные реакторы, предназначенные для очистки загрязненных грунтов и осадочных отложений, но адаптируемые и для обработки жидкостей;
- (c) системы предварительного подогрева жидких отходов (СПЖО)⁶¹.

245. Помимо этого, дополнительные виды предварительной обработки требуются в отношении крупногабаритных конденсаторов и строительного мусора. Конденсаторы больших размеров осушаются путем пробивания в них отверстий, а строительный мусор и бетонные конструкции должны быть уменьшены до размера, не превышающего 1 кв. м⁶².

246. *Выбросы и остаточные продукты.* В состав выбросов могут входить хлористый водород, метан и низкомолекулярные углеводороды. Остаточные продукты процесса ХВГФ включают щелок и воду. При обработке твердых отходов образуются также твердые остатки⁶³. Поскольку процесс ХВГФ протекает в восстановительной газовой среде, возможность образования ПХДД и ПХДФ, как утверждают, невелика⁶⁴. Образование золы не происходит. Было отмечено, что выбросы ПХДД/ПХДФ процесса химического восстановления в газовой фазе во все среды были ниже, чем те, что были получены при катализируемом основанием разложением (Датское агентство по охране окружающей среды (2004)).

247. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Выходящие из реактора газы проходят обработку с целью охлаждения и удаления из них воды, кислоты и двуокиси углерода⁶⁵. Улавливаемые газоочистителем остаточные продукты и твердые микрочастицы требуют утилизации за пределами объекта по обработке отходов⁶⁶. Следует полагать, что твердые остаточные продукты, образующиеся при обработке твердых отходов, могут вывозиться на свалку⁶⁷.

248. *Энергоемкость.* Образующийся в ходе данного процесса метан может в значительной мере обеспечить необходимое в этом процессе⁶⁸. Как сообщалось, энергозатраты варьируются в пределах от 96 киловатт часов (кВт/ч) на тонну (при обработке грунта) до примерно 900 кВт/ч на тонну (при обработке чисто органических веществ)⁶⁹.

249. *Материалоемкость.* Необходимо определенное количество водорода, по крайней мере на начальном этапе. Сообщалось о том, что метан, образующийся в ходе ХВГФ, может быть использован для получения достаточного количества водорода, чтобы обеспечить технологический процесс⁷⁰. Однако в прошлом установка по производству водорода

⁵⁹ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

⁶⁰ Там же.

⁶¹ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004a.

⁶² См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁶³ См. UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

⁶⁴ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997 и Rahuman et al., 2000.

⁶⁵ См. Kümmling et al., 2001; CMPS&F - Environment Australia, 1997; и Rahuman et al., 2000.

⁶⁶ См. Rahuman et.al, 2000 и Vijgen, 2002.

⁶⁷ См. UNEP, 2004a.

⁶⁸ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

⁶⁹ CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁷⁰ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

функционировала весьма ненадежно⁷¹. В число других необходимых материалов входит также щелочной раствор для кислотного нейтрализатора⁷².

250. *Портативность.* Установки ХВГФ существуют в стационарном и передвижном вариантах⁷³.

251. *Техника безопасности и гигиена труда.* Использование газообразного водорода под давлением требует соответствующего контроля и мер предосторожности, чтобы не допустить образования взрывоопасной воздушно-водородной смеси⁷⁴. Накопленный на сегодняшний день практический опыт свидетельствует о возможности безопасного применения технологии ХВГФ⁷⁵. ХВГФ используется для обработки осадка сточных вод путем преобразования отходов в чистую воду и чистый, обогащенный водородом газообразный метан, при этом химически разрушая все патогены и фармацевтические препараты и рекуперировав фосфор. Неорганизованных выбросов метана в процессе не производится.

252. *Производительность.* Производительность процесса ХВГФ определяется производственными возможностями следующих трех установок предварительной обработки как указано ниже:

(a) мощность установок по термовосстановительной обработке партий материалов (УТВОП) позволяет обрабатывать в месяц до 100 тонн твердых отходов или до 4 литров жидкости в минуту. Мощность УТВОП может быть удвоена за счет параллельного использования двух обрабатывающих установок;

(b) мощность тороидальных реакторов составляет до 5000 тонн грунтов и осадочных отложений в месяц, однако эти установки предварительной обработки до сих пор находятся в стадии разработки; и

(c) СПЖО обладает мощностью 3 литра в минуту (UNEP, 2004a и Vijgen, 2002).

253. *Другие практические вопросы.* Как выяснилось на ранних этапах исследований, некоторые загрязнители, например, сера и мышьяк, затрудняют процесс обработки, хотя остается неясным, продолжает ли существовать эта проблема сегодня⁷⁶.

254. *Степень коммерческого внедрения.* Объекты ХВГФ промышленного масштаба функционировали в Канаде и Австралии. Объект в Квинане, Австралия, действовал на протяжении более чем пяти лет до 2000 года. К тому времени он обработал большую часть запасов ПХД этого штата, а также значительные объемы СОЗ отходов и из других австралийских штатов.⁷⁷ В Соединенных Штатах планируют построить объект ХВГФ по производству синтетического дизельного топлива в Округе Фокир, штат Вирджиния, с ежедневной производственной мощностью в 200 тонн.

(g) Сжигание опасных отходов⁷⁸

255. *Описание технологии.* Сжигание опасных отходов - это процесс, в ходе которого под воздействием контролируемого пламени в замкнутом объеме происходит сгорание органических загрязнителей - чаще всего во вращающихся печах. Как правило, процесс обработки связан с нагреванием до температуры выше 850°C, либо, при концентрациях галогенированных органических веществ, выраженных в виде хлора, свыше 1 процента - до температуры выше 1100 °C, причем продолжительность термовоздействия превышает две секунды и осуществляется оно в условиях, обеспечивающих надлежащее смешивание. Существует несколько разновидностей специальных печей для сжигания опасных отходов, включая вращающиеся печи и статичные печи (только для жидкостей с низким уровнем

⁷¹ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁷² См. UNEP, 2004a.

⁷³ См. UNEP, 2001; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

⁷⁴ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁷⁵ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004a.

⁷⁶ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁷⁷ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Ray, 2001; UNEP, 2004a и Vijgen, 2002.

⁷⁸ Дополнительную информацию см. в: Danish Environmental Protection Agency, 2004; Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR), 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1995b; UNEP, 1998b; UNEP, 2001 и United States Army Corps of Engineers, 2003. Кроме того, информация о НИМ и НПД применительно к установкам для сжигания опасных отходов имеется в публикациях UNEP 2015.

загрязнения). Высокоэффективные бойлеры и печи обжига заполнителей для легких бетонов также применяются для попутного сжигания опасных отходов.

256. Руководство по НИМ/НПД, разработанное в рамках Стокгольмской конвенции и имеющее отношение к Статье 5 и Приложению С по установкам для сжигания отходов, должно быть использовано и применено к этой технологии (UNEP, 2007).

257. *Эффективность.* Сообщалось о регистрации КЭУУ свыше 99,9999 процента применительно к ПХБ, ПХДД и ПХДФ, хлордану и ГХБ⁷⁹. Применительно к альдрину, эндрину, ГХГ и ПФОС сообщалось о КЭУ, превышающем 99,999 процента, и о КЭУУ свыше 99,9999 процента (Ministry of the Environment of Japan, 2004, и 2013b). Сообщалось о регистрации КЭУ и КЭУУ по ПХН на уровне 99.9974 и 99.9995 процента соответственно (Yamamoto et al., 2016). Показатели уничтожения ультрасовременного сжигания достигают более 99.9 процента по ГХБД и ПХФ, и в диапазоне от 99.32 до 99.96 по ПХН (German Federal Environment Agency, 2015). Сообщается о КЭУ на уровне выше 99.999 процентов (Kajiwara et al., 2017).

258. *Виды отходов.* В печах для сжигания опасных отходов можно обрабатывать отходы, состоящие из, содержащие или загрязненные СОЗ (UNEP, 2002a); Конструктивно установки для сжигания могут быть приспособлены под отходы любой концентрации или физического состояния, включая, например, газы, жидкости, твердые материалы, шламы или суспензии⁸⁰.

259. *Предварительная обработка.* В зависимости от конфигурации установки необходимая предварительная обработка может включать смешивание и измельчение отходов⁸¹.

260. Для отходов полистереловой пены (ППС и ЭПС) содержащих ГБЦД можно применить ряд шагов для отделения ГБЦД от полистирола и последующего уничтожения ГБЦД в печах для сжигания опасных отходов. К соответствующим операциям предварительной обработки относятся снижения объема, растворение, осаждение и дистилляция. В случае отходов ЭПС содержащих ГБЦД, и которые также могут содержать озоноразрушающие вещества, которые регулируются Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, необходимо предпринять меры для предотвращения высвобождения озоноразрушающих веществ в окружающую среду во время этих операций по предварительной обработке.

261. *Выбросы и остаточные продукты.* В состав выбросов входят окись и двуокись углерода, ГХБ, хлористый водород, примеси твердых микрочастиц, ПХДД, ПХДФ, ПХД, тяжелые металлы и водяные пары⁸². Установки для сжигания с применением НИМ, которые, среди прочего, сконструированы под высокотемпературный режим и оснащенные системой недопущения восстановления ПХДД/Ф и специализированными устройствами для их удаления (например, с применением фильтров из активированного угля) - позволяют достичь весьма низких уровней выбросов ПХДД и ПХДФ в атмосферу и сбросов в сточные воды⁸³. К содержащим ПХДД и ПХДФ остаточным продуктам относятся главным образом летучая зольная пыль и соли, а также, в определенной степени, - нелетучая зольная пыль и стоки газоуловителей. Уровни ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли от печей для сжигания опасных отходов могут быть в диапазоне от 0.0002 до 124.5 нг ТЭ/г⁸⁴.

262. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Может потребоваться обработка технологических газов, чтобы очистить их от хлористого водорода и аэрозольных микрочастиц, а также не допустить непреднамеренного образования СОЗ и удалить их (как и монооксид углерода, оксиды серы и азота, тяжелые металлы и органические микрозагрязнители, такие как ПАУ, используются в качестве показателя эффективности сгорания). Это можно сделать путем сочетания различных видов последующей обработки, включая использование циклонных и мультициклонных уловителей, электростатических фильтров, фильтров с неподвижным слоем катализатора, скрубберов, систем избирательного каталитического восстановления, устройств

⁷⁹ См. FRTR, 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1998b и UNEP, 2001.

⁸⁰ См. UNEP, 1995b.

⁸¹ См. UNEP, 1995b; UNEP, 1998b и UNEP, 2004b.

⁸² См. UNEP, 1995b; UNEP, 1998b и UNEP, 2004b.

⁸³ UNEP, 2001.

⁸⁴ European Commission, 2005; Petrlik, J. и R. Ryder (2005). After Incineration: The Toxic Ash Problem. можно найти по адресу: http://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_incineration_ash-en.pdf. Prague, Manchester, IPEN Dioxin, PCBs and Waste Working Group, Arnika Association: 59.; Cobo, M., A. Gálvez, J. Conesa and C. Montes de Correa (2009). "Characterization of fly ash from a hazardous waste incinerator in Medellin, Colombia." Journal of Hazardous Materials 168: 1223-1232. Noma et al., 2006.

быстрого охлаждения и адсорбции активированным углем⁸⁵. В зависимости от свойств нелетучей и летучей золы может потребоваться ее удаление на специально оборудованную свалку или на постоянное хранение в подземных выработках или геологических формациях⁸⁶.

263. *Энергоемкость*. Количество требуемого для сгорания топлива будет зависеть от состава и теплотворной способности отходов и применяемых технологий очистки дымовых газов.

264. *Материалоемкость*. В число необходимых материалов входят охлаждающая вода и известь или другой подходящий материал для удаления кислотных газов и других загрязнителей, таких как активированный уголь.

265. *Портативность*. Установки по сжиганию опасных отходов существуют как в мобильном, так и в стационарном вариантах.

266. *Техника безопасности и гигиена труда*. С точки зрения техники безопасности и гигиены труда существующие риски связаны с операциями, выполняемыми при высоких температурах⁸⁷.

267. *Производительность*. Печи для сжигания опасных отходов способны перерабатывать от 30000 до 100000 тонн отходов в год⁸⁸.

268. *Другие практические вопросы*. Информации о таковых на данный момент не имеется.

269. *Степень коммерческого внедрения*. Существует многолетний опыт сжигания опасных отходов⁸⁹.

(h) Плазменно-дуговые технологии⁹⁰

270. *Описание технологии*. Отходы в виде жидкости или газа впрыскивают непосредственно в плазму и быстро (<1 мс) нагревают примерно до 3100°C и подвергают пиролизу в течение приблизительно 20 мс в реакторной камере с водяным охлаждением (пролетной трубе). Под воздействием высокой температуры химические соединения разлагаются на элементарные компоненты (ионы и атомы). После этого в более низкотемпературной зоне реакционной камеры происходит рекомбинация, за которой следует быстрое охлаждение, ведущее к образованию простых молекул⁹¹. Для плазменно-дуговой системы требуется устройство очистки от оксидов моноазота (NOx), поскольку в высокотемпературном пламени образуются значительные количества NOx.

271. Руководство по НИМ/НПД, разработанное в рамках Стокгольмской конвенции и имеющее отношение к Статье 5 и Приложению С должно быть использовано и применено к этой технологии (UNEP, 2007).

272. *Эффективность*. В ходе лабораторных испытаний при пиролизе масел с 60-процентным содержанием ПХД коэффициент эффективности уничтожения и удаления составлял от 99,9999 до 99,999999 процентов⁹². КЭУ 99,9999 также достижим для большинства содержащих СОЗ пестицидов, включая хлордан, хлордекон, ДДТ, эндосульфат и гептахлор.

273. *Виды отходов*. Плазменно-дуговые объекты использовались для обработки широкого спектра ПХД, пестицидов, содержащих СОЗ, галонов и хлорфторуглеродородов. Технология рассчитана на жидкие или газообразные или твердые вещества, если отходы содержатся в тонком шламе, поддающемся насосной перекачке. Крайне вязкие жидкости и шламы, превышающие по плотности моторное масло градаций от 30 до 40, требуют предварительной обработки. Твердые отходы, кроме вышеупомянутых, также не могут уничтожаться, не будучи предварительно обработаны тем или иным способом⁹³.

274. *Предварительная обработка*. Большинство жидкостей в предварительной обработке не нуждаются. Для предварительной обработки твердых отходов, таких, как загрязненный грунт,

⁸⁵ UNEP, 2004b.

⁸⁶ См. United States Army Corps of Engineers, 2003.

⁸⁷ Там же.

⁸⁸ См. UNEP, 2004b.

⁸⁹ См. UNEP, 2001.

⁹⁰ Дополнительную информацию см. в: CMPS&F - Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 1998b; UNEP, 2000; UNEP, 2001 и UNEP, 2004a.

⁹¹ См. CMPS&F - Environment Australia, 1997.

⁹² См. Rahuman et al., 2000 and UNEP, 2004a.

⁹³ См. CMPS&F - Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004a.

конденсаторы и трансформаторы, может применяться термодесорбция или экстракция растворителями⁹⁴.

275. *Выбросы и остаточные продукты.* В состав газообразных выбросов входят аргон, двуокись углерода и водяной пар. Остаточные продукты представляют собой водный раствор неорганических солей натрия, таких, как поваренная соль, гидрокарбонат натрия и фтористый натрий. В газе, отводимом из плазменно-дуговых установок, были обнаружены следовые концентрации ПХДД и ПХДФ. Величина концентраций составляла менее 0,01 нг/Нм³ ТЭ. Данные о концентрации СОЗ в твердых остаточных продуктах отсутствуют⁹⁵.

276. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Относительно необходимости последующей обработки на сегодняшний день известно мало.

277. *Энергоемкость.* Плазменно-дуговая установка мощностью 150 кВт потребляет 1000-3000 кВт электроэнергии на тонну обработанных отходов⁹⁶.

278. *Материалоемкость.* Информации о материалоемкости на сегодняшний день имеется мало. Отмечалось, однако, что для данной технологии требуется газообразный аргон, газообразный кислород, щелочные реагенты и охлаждающая вода⁹⁷.

279. *Портативность.* Плазменно-дуговые установки существуют как в передвижном, так и в стационарном вариантах⁹⁸.

280. *Техника безопасности и гигиена труда.* Ввиду малой пропускной способности плазменно-дуговых установок риск, связанный с возможностью утечки недообработанных материалов в случае технологических сбоев, невелик⁹⁹. Другой информации о производственной гигиене и технике безопасности в настоящее время имеется мало.

281. *Производительность.* Плазменно-дуговая установка мощностью 150 кВт позволяет обрабатывать от 1 до 3 тонн отходов ежедневно¹⁰⁰.

282. *Другие практические вопросы.* Следует отметить, что металлы или подобные металлам соединения (например, мышьяк) могут нарушать действие катализаторов или вызывать проблемы с удалением остаточных продуктов. Например, в связи с соединениями мышьяка, содержащимися в пестицидных отходах, которые были экспортированы тихоокеанскими островами для удаления в Австралии с использованием плазменно-дуговой технологии, возникли проблемы.

283. *Степень коммерческого внедрения.* В Австралии работают два плазменных объекта: один в Лавертоне, Виктория, как часть аграрно-химического комбината, и второй – в Нарангбе, Квинсленд.

(i) Метод разложения плазменной плавкой

284. *Описание технологии.* Метод разложения плазменной плавкой (РПП) - это способ теплового разрушения твердых отходов, содержащих ПХД или загрязненных ими. Твердые отходы, содержащие ПХД или загрязненные ими, упаковываются непосредственно в контейнеры, бочки или ведра, без измельчения или разборки. В печи плазменная горелка создает высокотемпературный плазменный газ (воздух); таким образом, в печи поддерживается температура, которая позволяет плавить отходы вместе с самим контейнером. Под воздействием высокой температуры в плазменной печи все органические вещества, включая ПХД, разлагаются до СО₂, Н₂О и НСl; неорганические материалы, включая металлы, окисляются и образуют расплавленный шлак. Температура плазмы в печи превышает 1400°С (Tagashira et al., 2006).

285. *Эффективность.* В 2006 году в Японии был испытан экспериментальный плазменный конвертер отходов (ПКО), обрабатывающий ПХД. Результаты показали, что КЭУ варьировались от 99,9999454 до 99,9999997 процента, а КЭУУ - от 99,9999763 до 99,9999998 процента (Tagashira et al., 2006).

⁹⁴ Там же.

⁹⁵ Там же 92.

⁹⁶ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

⁹⁷ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004a.

⁹⁸ См. UNEP, 2004a.

⁹⁹ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004a.

¹⁰⁰ Там же.

286. *Виды отходов.* На объектах коммерческих масштабов в Японии с помощью ПКО могут обрабатываться твердые отходы, содержащие ПХД или загрязненные ими, такие как стартеры люминесцентных ламп, шлак, безуглеродная бумага и вторичные загрязнители (JESCO, 2013).
287. *Предварительная обработка.* На японских объектах коммерческих масштабов, находящиеся в контейнерах, например, бочках или ведрах, загрязненные ПХД отходы, при необходимости смешиваются с восстановительными веществами, такими как известняк или кварцевый песок, которые также оказываются в плазменной печи (JESCO, 2009а, JESCO, 2013).
288. *Выбросы и остаточные продукты.* Плазменная плавильная установка JESCO может соответствовать уровням выбросов диоксинов в воздух не больше 0.1 нг/Нм³ ТЭ (JESCO, 2009). На экспериментальных установках уровни выбросов диоксинов в воздух составили 0,000043-0,068 нг/Нм³ ТЭ (Tagashira et al., 2006). При наличии усовершенствованной системы обработки газов можно довести уровень выбросов диоксинов до 0,00001-0,001 нг/Нм³ ТЭ (Tagashira et al., 2007). Плазменный объект JESCO может обеспечить уровни выбросов диоксинов в воздух менее 0,001 нг/Нм³ ТЭ (Tagashira et al., 2007).
289. *Контроль выбросов и последующая обработка.* В Японии для очистки отходящих газов применяется двухэтапный рукавный фильтр с впрыскиванием извести и активированного угля, что позволяет удалять пыль, кислотные газы, например, HCl и SO_x, и диоксины; а в каталитических колоннах с впрыском газообразного NH₃, удаляются NO_x. На последнем этапе применяется активированный уголь (Tagashira et al., 2006).
290. *Материалоемкость.* Сообщается, что для ПКО требуются известь и впрыск активированного угля (Tagashira et al., 2006). Для повышения текучести расплавленного шлака могут также необходимы восстановительные вещества, такие как кремниевый песок или известь.
291. *Портативность.* ПКО существует только в виде стационарных установок в Японии (JESCO, 2009а).
292. *Производительность.* В Японии было продемонстрировано, что две плазменных плавильных установки JESCO способны обрабатывать 10,4 тонн и 12,2 тонн отходов, содержащих загрязнители ПХД, в сутки соответственно (JESCO, 2009; JESCO, 2013).
293. *Степень коммерческого внедрения.* В Японии на плазменной плавильной установке JESCO в Китакою с июля 2009 года используется технология ПКО в коммерческих масштабах, позволяющая обрабатывать 10,4 тонн отходов ПХД в день (JESCO, 2009а); а такая же установка в Хоккайдо мощностью обрабатывать 12,2 тонн отходов ПХД в день также эксплуатируется в коммерческих целях с 2013 года (JESCO, 2013).
294. *Дополнительная информация.* Для получения дополнительной информации см веб-сайт: <http://www.jesconet.co.jp/eg/pdf/plasma.pdf>.

(j) **Сверхкритическое водяное окисление (СКВО) и подкритическое водяное окисление**¹⁰¹

295. *Описание технологии.* СКВО и подкритическое водяное окисление предполагают обработку отходов в замкнутой системе с использованием окислителя (такого, как кислород, перекись водорода, нитриты, нитраты и т. д.) в водной среде при температурах и давлениях, превышающих критическую точку для воды (374°C, 218 атмосфер), а также при подкритических условиях (370°C, 262 атмосферы). При таких условиях органические вещества легко растворяются в воде и подвергаются окислению с образованием двуокиси углерода, воды, а также неорганических кислот или солей.
296. *Эффективность.* В связи с обработкой хлордана, ДДТ и ПХД методом СКВО сообщалось о КЭУ, превышающем 99,9999 процента, и о КЭУУ свыше 99,9999 процента (Ministry of the Environment of Japan, 2004). При подкритическом водяном окислении КЭУ составлял более 99,999999 процента, а КЭУУ - более 99,99999999 процента (Ministry of the Environment of Japan, 2004). В ходе лабораторных испытаний была также продемонстрирована эффективность уничтожения и удаления ПХДД, достигающая 99,9999 процента¹⁰². СКВО продемонстрировало эффективность при обработке токсичных хлорированных химических веществ, таких как ПХД, пестициды и антипирены (Marrone and Hong, 2007). В целом, СКВО обычно обладает КЭУ больше чем 99,99 для широкого спектра органических соединений (Marrone and Hong, 2007).

¹⁰¹ Дополнительную информацию см. в: CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001 и UNEP, 2004а.

¹⁰² См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 и Vijgen, 2002.

297. *Виды отходов.* СКВО и подкритическое водяное окисление считается вариантом переработки, подходящим для всех СОЗ.¹⁰³ К числу приемлемых видов отходов относятся растворенные в воде отходы, масла, растворители и твердые вещества диаметром менее 200 мкм. Содержание в отходах органических соединений не должно превышать 20 процентов по массе¹⁰⁴. Сверхкритические и подкритические жидкости показали свою эффективность в разложении пластика из ударопрочного полистирола, содержащего дека-БДЭ. Основными образовавшимися в результате реакции продуктами были масла, содержащие этилбензол. Бромированные антипирены удалялись в водную фазу (Onwudili & Williams, 2009, Goto, 2016).
298. *Предварительная обработка.* Концентрированные отходы могут нуждаться в разжижении до обработки СКВО, для того чтобы снизить их содержание органических веществ до уровня менее 20 процентов по массе. Если в отходах присутствуют твердые компоненты, необходимо их измельчение до частиц диаметром менее 200 мкм. Другие варианты предварительной обработки включают в себя добавление топлива к отходам с низкой концентрацией, совместную обработку разжиженных и концентрированных отходов и частичное обезвоживание осадка, среди прочего. При подкритическом водяном окислении необходимость разжижения отходов отсутствует.
299. *Выбросы и остаточные продукты.* Согласно вышеприведенным эксплуатационным условиям, критические показатели находятся в диапазоне 500°C-650°C и 25 МПа с периодом пребывания в реакторе до полного разрушения, составляющим менее одной минуты. В ходе СКВО не образуются ПХДД/ПХДФ, NOx и другие токсичные побочные продукты (Marrone, 2013). Однако, в ходе лабораторных опытов по уничтожению ПХД было показано, что при использовании технологии СКВО процесс разложения ПХД может сопровождаться образованием высоких концентраций ПХДФ при экспериментах с температурой ниже 450°C (Weber, 2004a). По имеющимся данным, выбросы не содержат ни окислов азота, ни таких кислотных газов, как хлористый водород или окиси серы; остаточные продукты при этом состоят из воды и твердого вещества - если в составе обрабатываемых отходов присутствуют неорганические соли либо органические соединения с участием галогенов, серы или фосфора¹⁰⁵. О потенциальных концентрациях неуничтоженных химических веществ сообщается мало¹⁰⁶. Технологическая схема позволяет при необходимости рекуперировать выбросы и твердые остаточные продукты для дальнейшей переработки¹⁰⁷.
300. *Контроль выбросов и последующая обработка:* Конкретной информации о необходимости последующей обработки на сегодняшний день не имеется.
301. *Энергоемкость.* Поскольку процесс протекает при высоких температуре и давлении, его энергетические потребности должны быть сравнительно высокими. Утверждается, однако, что, если обрабатываемые материалы достаточно богаты углеводородами, их нагревание до сверхкритических температур возможно без дополнительных затрат энергии¹⁰⁸.
302. *Материалоемкость.* Реакционные котлы для СКВО и подкритического водяного окисления должны быть изготовлены из материалов, устойчивых к коррозионному воздействию ионизированных галогенов¹⁰⁹. При температурах и давлениях, которых требует технология СКВО и подкритического водяного окисления, материалы могут быть подвержены весьма сильной коррозии. В прошлом для решения данной проблемы предлагалось использовать титановые сплавы. По утверждениям современных поставщиков, им удалось преодолеть эту трудность благодаря применению передовых материалов и конструкций¹¹⁰.
303. *Портативность.* В настоящее время технология СКВО и подкритическое водяное окисление применяются в стационарных конфигурациях, хотя считается, что установки для СКВО и подкритического водяного окисления поддаются транспортировке¹¹¹.

¹⁰³ См. UNEP, 2004a.

¹⁰⁴ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 и Vijgen, 2002.

¹⁰⁵ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

¹⁰⁶ См. CMPS&F – Environment Australia, 1997 и UNEP, 2004a.

¹⁰⁷ См. UNEP, 2004a.

¹⁰⁸ См. Rahuman et al., 2000.

¹⁰⁹ См. Vijgen, 2002.

¹¹⁰ Там же.

¹¹¹ См. UNEP, 2004a и Vijgen, 2004.

304. *Техника безопасности и гигиена труда.* Используемые при СКВО и подкритическом водяном окислении температуры и давления требуют применения особых мер предосторожности¹¹².

305. *Производительность.* Существующие демонстрационные установки для СКВО позволяют обрабатывать 0.5 т в час; в то время как проектная мощность промышленных установок может быть такой, которая будет способна обрабатывать до 10 т в час (Marrone, 2013).

306. *Другие практические вопросы.* Установки более ранних моделей страдали недостаточной надежностью, были подвержены коррозии и часто засорялись. Современные поставщики утверждают, что эти проблемы им удалось решить за счет использования реакторов особых конструкций и применения коррозионностойких материалов¹¹³.

307. *Степень коммерческого внедрения.* Объект СКВО промышленного масштаба обладающий мощностью для обработки 2 тонн отходов в сутки был установлен в 2005 году и находится в эксплуатации в Японии (JESCO, 2009d). Принято также решение о полномасштабной разработке и применении технологии СКВО в рамках программы Соединенных Штатов по уничтожению химического оружия. Также существуют объекты в коммерческой эксплуатации во Франции и Корее (Marrone et al, 2013).

(к) Термометаллургическое производство металлов

308. *Описание технологии.* Технологии, описанные ниже, предназначены в первую очередь для восстановления железа и цветных металлов (ЦМ), например, алюминия, цинка, свинца и никеля, из рудных концентратов, а также из вторичного сырья (полуфабрикатов, отходов, металлолом). Однако с учетом их характера, эти процессы в некоторых случаях используются также на коммерческой основе для уничтожения СО₂, содержащихся в соответствующих отходах (см. пункт 311). Общее описание некоторых из следующих процессов можно также найти в справочных документах Европейской комиссии по НИМ для металлургии ЦМ (European Commission, 2001a and 2001b):

(a) процессы, которые относятся к уничтожению СО₂ в железосодержащих отходах; в них задействованы определенные типы доменных печей, шахтных печей или подовых печей. Все эти процессы действуют в восстановительных условиях при высоких температурах (1200°C-1450°C). Восстановительные атмосферы и высокие температуры разрушают ПХДД и ПХДФ, содержащиеся в отходах, и позволяют избежать их повторного синтеза. В доменных и шахтных печах используются кокс и небольшое количество других восстановителей, которые восстанавливают железо, содержащееся в чугунах. Прямые выбросы технологического газа отсутствуют, так как газ используется в качестве вторичного топлива. В рамках подовой технологии железосодержащие материалы загружаются в печь с несколькими подами вместе с углем. Оксид железа непосредственно восстанавливается до твердого железа прямого восстановления (ЖПВ). На втором этапе, восстановленное железо плавится в электродуговой печи для производства чугуна;

(b) технологии, которые относятся к уничтожению СО₂ в отходах, содержащих ЦМ; это технологии обработки во вращающихся вельц-печах и технологии плавления в ваннах вертикальных или горизонтальных печей. Эти процессы проводятся в восстановительных условиях при температурах до 1200°C с использованием резкой закалки; так что это позволяет уничтожить ПХДД и ПХДФ и избежать их повторного синтеза. При обработке в вельц-печах содержащие цинк, сталелитейные пыль, шлам, фильтрационный осадок и т.д. таблетуются и выплавляются вместе с восстановителем. При температуре 1200°C цинк улетучивается и окисляется до «вельц-оксида», который концентрируется в фильтре. В процессе с использованием ванны вертикальной печи, содержащие медь отходы используются в качестве катализатора и плавятся при температуре не менее 1200°C. Фильтрационная пыль используется для производства цинка и соединений цинка. В процессе с использованием ванны горизонтальной печи, содержащие свинец, остатки и рудные концентраты непрерывно загружаются в плавильную ванну, имеющую окислительную зону и восстановительную зону с температурами от 1000°C до 1200°C. Технологический газ (с концентрацией диоксида серы выше 10 процентов) используется для производства серной кислоты после рекуперации тепла и улавливания пыли. Образующаяся пыль рециркулируется после выщелачивания кадмия.

¹¹² См. CMPS&F – Environment Australia, 1997.

¹¹³ Там же.

309. Руководство по НИМ/НПД, разработанное в рамках Стокгольмской конвенции и имеющее отношение к Статье 5 и Приложению С по термическим процессам в металлургической отрасли должно быть использовано и применено к этой технологии (UNEP, 2007).

310. *Эффективность.* Согласно предоставленной представителями отрасли информации, результаты точечных тестов 2010 года в термо-металлургическом процессе (плавления в ваннах) с использованием печатных плат как поступающего материала свидетельствуют о эффективности уничтожения ПБДЭ более 99.99 процента (European Commission, 2011).

311. *Виды отходов.* Процессы, описанные в пункте 308 выше, применяются только для обработки следующих видов отходов:

(a) остатков от производства железа и стали, например, пыли или шлама после очистки газов или окалины, которые могут быть загрязнены ПХДД и ПХДФ;

(b) содержащей цинк фильтрационной пыли сталелитейных заводов, пыли из газоочистительных систем медеплавильных заводов и т.п., а также содержащих свинец остатков выщелачивания при производстве ЦМ, которые могут быть загрязнены ПХДД и ПХДФ;

(c) отходов электротехнического и электронного оборудования, которые могут содержать СОЗ-БДЭ (Brusselaers et al, 2006); и

(d) автомобильные измельченные материалы, которые могут содержать СОЗ-БДЭ (Oeko Institut, 2018).

312. *Предварительная обработка.* Железосодержащие материалы, перерабатываемые в обычных доменных печах, требуют предварительной обработки в агломерационных объектах. При обработке в шахтной печи (печи «Охусир») железосодержащие отходы брикетируются. Брикетирование - это «холодный» процесс, в котором к мелким твердым веществам добавляется связывающий агент и вода, после чего прессованные брикеты проходят через сушку и закаливание. При обработке в многоподовых печах предварительной обработки, как правило, не требуется, хотя в некоторых особых случаях может потребоваться таблетирование мелких твердых веществ. Таблетирование предусматривает добавление воды и формирование гранул в барабане. В случае ЦМ специальной предварительной обработки материалов, загрязненных СОЗ, обычно не требуется.

313. *Выбросы и остаточные продукты.* При производстве железа и ЦМ в ходе процесса или после него в системе улавливания дымовых газов могут образовываться ПХДД и ПХДФ. Однако применение ВАТ должно предотвращать или, по крайней мере, сводить к минимуму такие выбросы. Если для уничтожения содержания СОЗ в отходах используются процессы, описанные в пункте 308 выше, необходимы соответствующие методы контроля выбросов и последующей обработки (см. пункт 314 ниже). Шлаки во многих случаях используются для строительных целей. Что касается черных металлов, выбросы могут происходить при предварительной обработке в агломерационных объектах, а также могут образовываться в газах, отходящих из плавильных печей. Остатки из систем пылеулавливания в основном используются в цветной металлургии. Отходящие газы многоподовых печей очищаются от пыли в установках циклонного типа, и после этого производится дожигание, гашение и очистка с использованием адсорбента и использованием рукавного фильтра. Отходящие газы плавильных печей также используются для дожигания, и гашение происходит до того, как они смешиваются с отходящими газами многоподовых печей для совместного адсорбирования. Связанные с ЦМ остатки включают фильтрационную пыль и шлам от обработки сточных вод.

314. *Контроль выбросов и последующая обработка.* Контроль температуры и резкое гашение зачастую хорошо подходят для сведения к минимуму образования ПХДД и ПХДФ. Технологические газы нуждаются в обработке, которая заключается в удалении пыли, состоящей в основном из металлов или оксидов металлов, а также диоксида серы (при плавке сульфидных материалов). В черной металлургии отходящие газы агломерационного объекта, обработанные электрофильтром, переходят на этап дальнейшей обработки дымовых газов, например, с помощью адсорбционных методов и с использованием дополнительного рукавного фильтра. Отходящие газы многоподовых печей очищаются от пыли в установках циклонного типа; после этого производится их дожигание, гашение и очистка с использованием адсорбента и последующим прохождением через рукавный фильтр. Отходящие газы из соответствующих плавильных печей также подвергаются дожиганию; затем происходит гашение, после чего они объединяются с потоком отходящих газов из многоподовых печей для дальнейшей обработки путем добавления адсорбента и прохождения через рукавный фильтр. В отрасли производства

ЦМ подходящие методы обработки включают, кроме всего прочего, тканевые фильтры, электростатические осадители и скрубберы, установки с серной кислотой и методы адсорбции с помощью активированного угля.

315. *Энергоемкость.* Процессы производства черных и цветных металлов характеризуются энергоемкостью, показатели которой сильно различаются для разных металлов. Обработка CO₂ в отходах в рамках этих процессов требует некоторого количества дополнительной энергии.

316. *Материалоемкость.* Для производства металлов используются сырьевые материалы (руды, концентраты или вторичные материалы), вместе с добавками (например, песок, известняк), восстановителями (уголь и кокс) и топливом (нефть и газ). Для контроля температуры во избежание повторного синтеза ПХДД и ПХДФ требуется гашение, т.е. необходим дополнительный объем воды.

317. *Портативность.* Металлоплавильные установки - это крупные стационарные сооружения.

318. *Техника безопасности и гигиена труда.* При правильно разработанной технологии и соблюдении производственных правил обработку отходов в высокотемпературных печах можно считать безопасной.

319. *Производительность.* Металлоплавильные установки, описанные выше, могут обрабатывать более 100000 тонн сырья в год. В настоящее время отходы, загрязненные CO₂, добавляются к сырью в гораздо меньших объемах, однако могут существовать - и в настоящее время изучаются - возможности для обработки более значительных количеств.

320. *Другие практические вопросы.* Отсутствуют.

321. *Степень коммерческого внедрения.* Производство чугуна из железосодержащих материалов, а также производство чугуна и стали в обычной доменной печи в течение нескольких лет практикуется в Германии (<http://www.dk-duisburg.de>), где шахтная печь (печь «Охусир») эксплуатируется с 2003 года (<http://www.thyssenkrupp.com>). Процесс выплавки в подовой печи используется в промышленных масштабах в Люксембурге с 2003 года (www.paulwurth.com), и в Италии (www.lucchini.it). Технология вращающихся вальцов-печей хорошо зарекомендовала себя и применяется в различных местах Европы; на них распространяются соответствующие НИМ (<http://www.befesa-steel.com>). Технология плавления в ванне вертикальной печи применяется в Германии (<http://www.aurubis.com>), наряду с технологией плавления в ванне горизонтальной печи (www.berzelius.de).

3. Другие способы удаления в случаях, когда уничтожение и необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом

322. В случаях, когда уничтожение и необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом применительно к отходам, содержание CO₂ в которых находится на или превышает низкие уровни, упомянутые в подразделе А раздела III выше, страны могут допускать их удаление экологически обоснованным образом посредством других способов, помимо упомянутых в подразделе IV.G.2.

323. К отходам, содержащим CO₂ или загрязненным ими, для которых могут быть рассмотрены такие другие методы удаления, относятся, но не ограничиваются ими:

(a) Отходы электростанций и других объектов, предназначенных для сжигания отходов (кроме тех, которые указаны в подпункте (d) ниже), отходы сталелитейной промышленности и отходы от термометаллургического производства алюминия, свинца, цинка, меди и других цветных металлов. К таким отходам относятся нелетучая зольная пыль, шламы, солевые шламы, летучая зола, твердые частицы котельных установок, зола дымовых газов и другие твердые микрочастицы и пыль, твердые отходы возникающие в результате обработки газа, черная окалина, отходы возникающие в результате обработки солевых шламов и черной окалины, шлаков и дроссов;

(b) углеродные и другие футеровки и огнеупорные материалы из металлургических процессов;

(c) следующие отходы строительства и сноса:

(i) смеси, или отдельные фракции бетона, кирпичей, плитки и керамических материалов;

(ii) неорганическая фракция грунта и камней, включая вынутый грунт из загрязненных участков; и

(iii) отходы строительства и сноса, содержащие ПХД, за исключением оборудования содержащего ПХД;

(d) отходы от сжигания или пиролиз отходов, включая твердые отходы возникающие в результате обработки газа, нелетучую зольную пыль, шлам, летучую золу и твердые частицы котельных установок; и

(e) Остеклованные отходы и отходы в результате остеклования, включая летучую золу и другие отходы обработки дымовых газов, и неостеклованные отходы твердой фазы.

324. Компетентный орган соответствующего государства должен убедиться в том, что уничтожение или необратимое преобразование содержащихся в отходах СОЗ, выполняемые применением наилучших видов природоохранной деятельности или наилучших имеющихся методов, не являются экологически предпочтительным вариантом.

325. Ниже следует описание ряда других способов удаления для случаев, когда ни уничтожение, ни необратимое преобразование не являются экологически предпочтительным вариантом.

(a) Сброс на специально оборудованную свалку¹¹⁴

326. Сброс на свалки должен во всех случаях осуществляться только так, чтобы вероятность попадания СОЗ в окружающую среду была сведена к минимуму. Обеспечить это можно посредством предварительной обработки, например, с помощью соответствующей технологии отверждения отходов. Специально оборудованные свалки должны удовлетворять требованиям, касающимся их размещения, подготовки к эксплуатации, управления и контроля, процедур закрытия, а также профилактических и защитных мер, призванных не допустить возникновения какой бы то ни было опасности для окружающей среды, будь то в краткосрочной или долгосрочной перспективе. В частности, должны быть приняты меры по предотвращению загрязнения грунтовых вод проникающим сквозь грунт фильтратом. Защита почв, грунтовых и поверхностных вод в период эксплуатации свалки должна обеспечиваться комбинацией геологического барьера с нижним синтетическим противofильтрационным экраном, а в период закрытия свалки и в последующий период - сочетанием геологического барьера и верхнего изолирующего слоя. Должны быть также приняты меры по предотвращению и сокращению количества образующихся газов и, по необходимости, внедрение систем регулирования и контролю процесса выделения газов из свалки отходов.

327. Химические вещества, в том числе СОЗ, находящиеся в фильтрате и сбрасываемые в принимающую среду, могут оказывать воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Необходимо внедрение технологий обработки фильтрата на свалках, которое позволит сократить и предупредить проникновение в окружающую среду токсичного фильтрата. Фильтрат можно обрабатывать посредством использования физико-химических и биологических методов, или усовершенствованных технологий обработки, включая фильтрацию активированным углем, обратный осмос и нанофильтрацию, кроме всего прочего.

328. Кроме того, должна быть предусмотрена единая процедура приема отходов на свалки, в основе которой должен лежать установленный порядок классификации отходов, подлежащих удалению таким способом, включая, среди прочего, стандартизованные предельно допустимые нормы концентрации. Наряду с этим следует определить процедуры надзора за эксплуатацией свалки и ее состоянием после закрытия, позволяющие выявлять и предотвращать любое возможное неблагоприятное воздействие на окружающую среду и принимать надлежащие меры по его устранению. Должна действовать специальная процедура выдачи лицензий на эксплуатацию свалок. В лицензиях должны указываться спецификации, касающиеся видов и концентраций принимаемых на свалку отходов, систем контроля и очистки фильтрата и газообразных выбросов, требования, касающиеся надзора и охраны, а также порядок закрытия свалки по завершении ее эксплуатации и меры, необходимые в последующий период.

329. Сбросу на специально оборудованные свалки не подлежат следующие виды содержащих СОЗ или загрязненных ими отходов:

(a) жидкости и материалы, в состав которых входят свободные жидкости;

¹¹⁴ Дополнительную информацию см. в UNEP, 1995с, Национальных руководящих принципах по полигонам для опасных отходов (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2006), Руководящих принципах по полигонам (Centre for Advanced Engineering, 2000), Природоохранных руководящих принципах/ Полигонах для твердых отходов (State of NSW, 2016), а также в национальном законодательстве на эту тему, таком как Директива Совета Европы 1999/31/ЕС от 26 апреля 1999 года об организации свалок.

- (b) подверженные биологическому разложению органические отходы;
- (c) порожняя тара, не подвергшаяся сминанию, измельчению или иным операциям, ведущим к сокращению ее объема; и
- (d) взрывчатые вещества, огнеопасные твердые вещества, самонагревающиеся материалы, склонные к самовозгоранию, материалы, способные реагировать с водой, пиррофорные твердые вещества, самореагирующие отходы, окислители, органические перекиси и корродирующие и инфекционные отходы.

(b) Захоронение в подземных выработках и геологических формациях

330. Помещение опасных отходов в хранилища, оборудуемые в изолированных в гидрогеологическом отношении подземных соляных выработках или твердых скальных породах, позволяет исключить их контакт с биосферой в течение срока, сопоставимого с продолжительностью геологических эпох. При проектировании каждого подземного хранилища должна быть проведена оценка условий безопасности в месте его сооружения, и должна проводиться в соответствии с требованиями соответствующего национального законодательства, такими, как положения, содержащиеся в приложении А Приложения к Решению Совета Европы 2003/33/ЕС от 19 декабря 2002 года (определяющие критерии и процедуры приема отходов на свалки и в соответствии со Статьей 16 и Приложением II к Директиве Совета Европы 1999/31/ЕС).

331. Порядок захоронения отходов должен исключать возможность любых нежелательных взаимодействий между разными их видами, а также между отходами и внутренними поверхностями тары или хранилища, для чего могут, в частности, использоваться контейнеры для хранения, обеспечивающие химическую и механическую защиту. Захоронению в подземных выработках не подлежат жидкие и газообразные отходы, отходы, способные выделять токсичные газы, взрывоопасные, огнеопасные и инфицирующие отходы. В лицензиях на эксплуатацию хранилищ должны указываться виды отходов, захоронение которых в принципе не допускается.

332. При выборе захоронения в качестве способа удаления отходов СОЗ необходимо принимать во внимание следующее:

- (a) каверны или штольни, используемые для захоронения, должны быть полностью отделены от участков, где продолжается добыча полезных ископаемых или где она может быть возобновлена впоследствии;
- (b) такие каверны или штольни должны размещаться в геологических формациях, расположенных значительно ниже уровня свободных грунтовых вод, либо в формациях, полностью изолированных от водоносных зон водонепроницаемыми скальными породами или глинистыми пластами;
- (c) каверны и штольни должны размещаться в исключительно устойчивых геологических формациях, за пределами сейсмически активных зон.

4. Другие методы удаления отходов, касающиеся низкого содержания СОЗ

333. Если отходы, содержащие СОЗ в концентрациях ниже уровня низкого содержания СОЗ, упомянутые в подразделе А раздела III выше, не удалены описанными выше способами, они должны быть удалены экологически обоснованным образом согласно положениям соответствующих национальных нормативных актов, а также международным правилам, нормам и руководящим принципам, включая конкретные технические руководящие принципы, разработанные в рамках Базельской конвенции.

334. В зависимости от типа рассматриваемого потока отходов, кроме всего прочего, должен быть выбран надлежащий метод экологически обоснованного удаления отходов. Например, были разработаны технические руководящие принципы ЭОР ряда потоков отходов в рамках Базельской конвенции, и которые можно найти по адресу: www.basel.int.

335. Примеры соответствующих национальных нормативных актов приводятся в приложении II к настоящим руководящим принципам.

Н. Восстановление загрязненных участков

1. Выявление загрязненных участков

336. Неправильное хранение СОЗ и обращение с ними может быть одной из причин утечки СОЗ в местах, где они хранятся,¹¹⁵ в результате возможно загрязнение соответствующих участков этими веществами в больших концентрациях, способных создавать серьезную опасность для окружающей среды и здоровья людей. Первым шагом к предотвращению этой потенциальной опасности является выявление таких участков.

337. Подход к выявлению этих участков может быть поэтапным и включать следующее:

(a) определение участков повышенного риска, которые на данный момент имеют или ранее имели отношение к:

- (i) местам производства СОЗ;
- (ii) другим процессам, указанным в Приложении С к Стокгольмской конвенции, которые приводят к образованию непреднамеренных СОЗ;
- (iii) местам приготовления пестицидных составов, заправки и дозаправки трансформаторов;
- (iv) местам применения и хранения СОЗ, таких как, места применения пестицидов и установки трансформаторов; и использованию пен для тушения пожаров, которые содержат ПФОС;
- (v) места удаления отходов СОЗ;
- (vi) производству оборудования, материалов, изделий (трансформаторов, конденсаторов, и т.д.);
- (vii) аварийным случаям, включая пожары с жидкостями и другими материалами, содержащими или загрязненными СОЗ; и
- (viii) местам обслуживания оборудования, содержащего СОЗ.

(b) обзор текущей и исторической информации о том или ином участке повышенного риска;

(c) программа первоначального тестирования, имеющего целью подтвердить присутствие или отсутствие предполагаемых загрязняющих веществ и составить характеристику физических условий на участке повышенного риска; и

(d) программа детального тестирования, целью которой являются более конкретное определение характера загрязнения участка и сбор дополнительной информации, если таковая необходима.

338. Информация о выявлении загрязненных участков широко доступна. Например, Группа экспертов по СОЗ Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) разработала всеобъемлющий инструментарий, призванный помочь развивающимся странам в идентификации, классификации и определении приоритетов в отношении загрязненных СОЗ участков и в разработке надлежащих технологий рекультивации земель в соответствии с наилучшими имеющимися методами и наилучшими видами природоохранной деятельности (НИМ/НПД) (UNIDO, 2010). Другие сведения можно найти в документах Reference manual for assessing soil contamination (FAO, 2000) и Guidance document on the management of contaminated sites in Canada (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997), Assessment and management of contaminated sites (Department of Environment Regulation, 2014) и Brownfields Road Map to Understanding Options for Site Investigation and Cleanup. Sixth Edition (US EPA, 2017).

2. Экологически безопасное восстановление

339. В качестве общих целевых показателей при восстановлении участков используются нормы для загрязненных участков, разрабатываемые Правительствами при помощи методов оценки риска. Для почв, отложений и грунтовых вод могут разрабатываться или приниматься отдельные нормы. Нередко проводится различие между критериями качества почв в

¹¹⁵ Выявление загрязненных участков должно также включать и объекты, где использовались или находились на хранении прекурсоры СОЗ (напр., использование в качестве пестицида сульфонида, являющегося прекурсором ПФОС).

зависимости от типа их использования: в промышленных (наименее строгие нормы), коммерческих, жилых и сельскохозяйственных (наиболее строгие нормы) зонах. Примеры таких норм можно найти в германском Федеральном Постановлении о защите Почв и Загрязненных Участках, в швейцарском Постановлении о Загрязняющих Веществах в Почве и в канадских Руководящих Принципах Контроля Качества Окружающей Среды,¹¹⁶ а также в австрийском Стандарте ÖNORM S 2088-2 и документах Европейской Комиссии (2007)

340. Информация о методах, доступных сегодня для восстановления участков, загрязненных СОЗ, включая руководство по оценке участка, программы восстановления и оценку рисков, доступна из ряда источников, включая:¹¹⁷

(a) Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada*. Информация доступна по адресу: www.ccme.ca и Canadian Federal Contaminated Sites Action Plan по адресу: [http://www.federalcontaminatedsites.gc.ca/default.asp?lang=en&n=BAC292EB-1\(b\)](http://www.federalcontaminatedsites.gc.ca/default.asp?lang=en&n=BAC292EB-1(b))

Europe:

<http://www.umweltbundesamt.at/en/umweltschutz/altlasten/projekte1/international1/>

<http://www.eugris.info>

<http://www.nicole.org>

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soil-contamination>

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment>

(c) FAO, 2001. *Training manual on inventory taking of obsolete pesticides*, Pesticide Disposal Series # 10. Информация доступна по адресу: www.fao.org.

(d) Federal Remediation Technology Roundtable (FRTR), 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0*. Информация доступна по адресу: www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.

(e) United States Environmental Protection Agency (EPA):

<http://www.epa.gov/superfund/>

http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/risk_superfund.htm

<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/pasi.htm>

<http://www.epa.gov/superfund/policy/remedy/sfremedy/rifs.htm>

<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/rdra.htm>

<https://clu-in.org/>

(f) United States Army Corps of Engineers, 2003. *Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies*. Информация доступна по адресу: http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf; и

(g) Vijgen, 2002. "NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater." Информация доступна по адресу: <https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>

I. Охрана здоровья и техника безопасности¹¹⁸

341. В целом для защиты персонала и общественности от химической опасности существуют три основных способа, которые перечислены в порядке предпочтительности:

(a) недопущение какого-либо контакта персонала и общественности со всеми потенциальными источниками загрязнения;

(b) контроль загрязняющих веществ с целью сведения к минимуму возможности их воздействия на человека; и

¹¹⁶ См. https://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/ и приложение II (примеры национального законодательства на эту тему) ниже.

¹¹⁷ Для получения полной информации, см. приложение III («Литература») ниже.

¹¹⁸ Дополнительная информация по технике безопасности и гигиене труда приводится также в публикациях Международной организации труда, 1999а и 1999б, ВОЗ, 1995 и 1999; и IPCS INCHEM, дата отсутствует. Для получения полной информации, см. приложение III («Литература») ниже.

(с) Защита персонала, обеспечив использование ими индивидуальных средств защиты.

342. Информация по технике безопасности и гигиене труда также изложена в руководящих положениях МОТ (МОТ, 1999а и 1999б), ВОЗ (ВОЗ, 1995 и 1999), МПХБ INCHEM (различные даты издания), директивном руководстве, разработанном Соединенным Королевством (см. «Защита работников и населения при работах с зараженным грунтом», Директивном руководстве по безопасности и гигиене труда HS (G) 66-Н HMSO) и Техническом руководстве по местам ведения деятельности с опасными отходами (NIOSH, 1985). Примеры практического осуществления приводятся в публикации UNEP 2001.

343. На всех объектах, где осуществляются операции с отходами СОЗ, должны быть предусмотрены планы мероприятий по технике безопасности и гигиене труда, которые обеспечивали бы защиту каждого, кто находится на объектах и вблизи него. План мероприятий по технике безопасности и гигиене труда для каждого объекта должен быть составлен квалифицированным специалистом по технике безопасности и гигиене труда, имеющим опыт работы по защите людей от опасного воздействия тех СОЗ, работа с которыми ведется на данном объекте.

344. Все планы мероприятий по технике безопасности и гигиене труда должны соответствовать вышеизложенным принципам и отвечать местным или общенациональным нормам охраны труда. В большинстве программ по технике безопасности и гигиене труда признается возможность различных степеней защиты, соответствующих уровню риска: от высокого до низкого в зависимости от конкретного объекта и характера находящихся там загрязненных материалов. Степень защиты работников должна соответствовать уровню риска, которому они подвергаются.

345. Различные потоки отходов СОЗ могут представлять существенно различающиеся риски, в зависимости от токсичности и воздействия. Определять уровни риска должны специалисты по технике безопасности и гигиене труда, которых следует привлекать к оценке каждой конкретной ситуации. Ниже рассматриваются два типа ситуаций, которые связаны с ситуациями с высоким риском и с невысоким риском.

1. Ситуации, связанные с высоким риском

346. Ситуации, связанные с высоким риском, возникают в тех случаях, когда имеют место высокие концентрации СОЗ или большие объемы отходов СОЗ, и существует высокая опасность их воздействия на работников или население. В таких ситуациях, должны быть предприняты особые меры, позволяющие свести к минимуму такое воздействие на общественность. Кроме того, общественность должна быть соответствующим образом информирована, с тем чтобы она была осведомлена о потенциальной опасности и мерах, которые следует принять в случае возникновения такого воздействия.

347. В конкретных технических руководящих принципах по отходам СОЗ будут определяться ситуации повышенного риска, касающиеся конкретных СОЗ.

348. Согласованного на международном уровне количественного определения больших объемов или высоких концентраций не существует. Работникам и работодателям следует руководствоваться инструкциями и рекомендациями, полученными от специалистов по технике безопасности и гигиене труда, представителей профсоюзов, из научной литературы и от государственных органов. Ситуации повышенного риска могут быть характерны для:

- (a) участков, на которых производятся и используются СОЗ и осуществляются с ними операции;
- (b) запаса и крупных хранилищ химических веществ или отходов СОЗ;
- (c) объектов, предназначенных для обработки или удаления отходов СОЗ;
- (d) участков, поверхность или прилегающие к поверхности слои которых загрязнены СОЗ в больших концентрациях.

349. В качестве минимального требования план мероприятий по обеспечению техники безопасности и гигиены труда при возникновении ситуаций, связанных с высоким риском воздействия СОЗ, должен включать такие следующие элементы, как:

- (a) должен быть подготовлен и вывешен на видном месте на каждом объекте письменный план мероприятий по технике безопасности и гигиене труда (ХАСП);

- (b) работники, которым предоставляется доступ на объект, должны прочитать ХАСП и подписать заявление о том, что они ознакомились с ним и понимают его содержание;
- (c) ХАСП может охватывать все существующие на объекте факторы риска, но при этом он должен содержать раздел или главу, в которой конкретно излагаются правила, касающиеся СОЗ;
- (d) работники должны находиться на объекте только тогда, когда это необходимо для обслуживания или проверки оборудования, или хранимых материалов;
- (e) работники, получающие доступ на территорию объекта, должны иметь надлежащую подготовку по вопросам техники безопасности и гигиены труда, а также производственно-техническую подготовку, позволяющую им работать в условиях химической, физической и биологической опасности;
- (f) должны ежегодно проводиться курсы подготовки в области техники безопасности и гигиены труда;
- (g) должен регулярно проводиться мониторинг на предмет присутствия этих загрязнителей в воздухе;
- (h) могут быть рекомендованы меры коллективной защиты, такие как активная система контроля мокрого типа (например, для того, чтобы не допустить переход загрязненной пыли во взвешенную) и пассивные системы покрытия (например, листы герметического изолирующего полиэтилена высокой плотности (HDPE) для снижения диффузии пыли и паров);
- (i) входящие на территорию объекта работники должны по мере необходимости пользоваться соответствующими средствами защиты органов дыхания и покрывающей все тело спецодеждой из непроницаемой ткани (например, комбинезоны с капюшоном, щиток-маска, перчатки и бахилы или закрывающие все тело защитные костюмы);
- (j) на всех участках, где находятся СОЗ, должны находиться комплекты средств по ликвидации утечек и индивидуальные дегазационные материалы;
- (k) работники, которые на регулярной основе посещают или, как ожидается, будут посещать территорию объекта, или работающие с СОЗ, должны находиться под медицинским контролем, включая проведение элементарного профосмотра;
- (l) если с СОЗ будут обращаться в открытом виде или, когда есть основания полагать, что защитная спецодежда работника может соприкасаться с СОЗ, должна быть оборудована дегазационная зона, в которой работники могут снимать с себя средства индивидуальной защиты и проходить санобработку;
- (m) как минимум, раз в год следует проводить рассмотрение ХАСП и общих производственных правил и вносить в них изменения, если это необходимо для обеспечения техники безопасности и гигиены труда на объекте.

2. Ситуации, связанные с низким риском

350. Как и с большими объемами и высокими концентрациями, не существует четкого международного определения того, что следует понимать под малыми объемами или низкими концентрациями. Таким образом, понятия должны быть определены путем сопоставления уровней загрязнения с государственными нормами или путем анализа конкретных условий на объекте. Ситуации, связанные с невысоким риском, могут возникнуть:

- (a) на объектах, на которых имеются материалы, загрязненные СОЗ в небольших объемах или низких концентрациях;
- (b) в поддерживаемых в регулируемом режиме помещениях для хранения, в которых имеются небольшие количества СОЗ; и
- (c) на объектах, либо загрязненных СОЗ в небольших концентрациях, либо таким образом, что прямой контакт персонала с загрязняющими веществами невозможен
- (d) в случаях, когда концентрация СОЗ низкая и когда СОЗ находится внутри полимера.

351. Несмотря на невысокий уровень риска, представленного в описанных выше ситуациях, необходимо, чтобы в целях максимального сокращения воздействия загрязняющих веществ на человека были приняты определенные меры по обеспечению техники безопасности и гигиены

труда, включая подготовку персонала, который, скорее всего, может находиться в контакте с СОЗ, по вопросам безопасности и гигиены труда.

Ж. Принятие мер в чрезвычайных ситуациях¹¹⁹

352. Планы действий в чрезвычайных ситуациях должны быть составлены применительно ко всем СОЗ, находящимся в стадии производства, применения, хранения, и в процессе перевозки или на объектах по удалению, в соответствии с характеристиками воздействия и риска, обусловленных каждым конкретным СОЗ. Хотя такие планы могут быть различными в зависимости от конкретных обстоятельств и видов СОЗ, основные меры подготовки на случай чрезвычайных ситуаций сводятся к следующему:

- (a) прогнозирование всех потенциальных опасностей, рисков и нештатных событий;
- (b) ознакомление с местными и общегосударственными нормативными актами, касающимися планирования действий в чрезвычайных ситуациях;
- (c) составление планов реагирования на возможные чрезвычайные ситуации;
- (d) полный инвентарный учет всех СОЗ, находящихся на объекте в любой данный момент;
- (e) подготовка персонала к действиям в чрезвычайных ситуациях, включая проведение имитационных учений и обучение навыкам оказания первой помощи;
- (f) обеспечение мобильными силами и средствами для устранения разливов, просыпей и утечек либо заключение договора со специализированным предприятием, оказывающим такие услуги;
- (g) информирование органов пожарной охраны, полиции и других государственных служб, ответственных за действия в чрезвычайных ситуациях, о местонахождении СОЗ и маршрутах их перевозки;
- (h) обеспечение средствами ликвидации последствий, такими как системы пожаротушения, средства локализации разливов, просыпей и утечек, системы удержания пожарной воды, системы сигнализации об утечках и возгораниях, а также брандмауэры;
- (i) оборудование объекта средствами аварийного оповещения, включая наглядную информацию о расположении аварийных выходов, номерах телефонов экстренной связи, местонахождении устройств для подачи сигналов тревоги и порядке действий в чрезвычайных ситуациях;
- (j) обеспечение и поддержание в рабочем состоянии комплектов аварийного снаряжения, включающих сорбенты, индивидуальные средства защиты, переносные огнетушители и аптечки для оказания первой помощи;
- (k) при необходимости - согласование планов действий в чрезвычайных ситуациях, составленных для данного объекта, с аналогичными планами местного, регионального, национального и глобального уровня; и
- (l) регулярный контроль состояния аварийного оборудования и снаряжения и периодическое повторное рассмотрение планов действий в чрезвычайных ситуациях.

353. Планы действий в чрезвычайных ситуациях должны составляться коллективно, силами комплексных групп с участием сотрудников аварийных служб, представителей медицинского, химического и инженерно-технического персонала, а также представителей трудового коллектива и руководства. При необходимости в состав таких групп следует включать также представителей местного населения, которое может быть затронуто последствиями чрезвычайных ситуаций.

К. Участие общественности

354. Участие общественности представляет собой основополагающий принцип, закрепленный в Базельской декларации об экологически обоснованном регулировании от 1999 года и во многих других международных соглашениях. Чрезвычайно важно, чтобы

¹¹⁹ Дополнительные указания, касающиеся планов действий в чрезвычайных ситуациях, можно найти в других руководящих принципах, разработанных международными организациями (таких, как OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, second edition (2003), а также национальными, региональными или местными органами власти и учреждениями (например, ведомствами по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям и органами пожарной охраны).

общественность и все заинтересованные группы имели возможность участвовать в выработке политики, касающейся СОЗ, планировании программ, разработке законодательства, анализе документации и данных, а также в принятии решений по вопросам местного значения, связанным с СОЗ. В подпунктах (g) и (h) пункта 6 Базельской декларации отражено согласие активизировать усилия и сотрудничество для достижения экологически обоснованного регулирования в отношении обмена информацией, просветительской деятельности и усилий по повышению уровня информированности во всех секторах общества; а также сотрудничество и партнерство между странами на всех уровнях, государственными органами власти, международными организациями, промышленным сектором, неправительственными организациями и высшими учебными заведениями.

355. Подпункт (d) пункта 1 статьи 10 Стокгольмской конвенции содержит призыв к каждой из Сторон в рамках своих возможностей содействовать и способствовать участию общественности в решении вопросов, касающихся СОЗ и их последствий для здоровья человека и окружающей среды, а также в деле выработки соответствующих мер реагирования, включая создание возможностей для обеспечения на национальном уровне вклада населением в осуществление Конвенции.

356. В статьях 6, 7, 8 и 9 конвенции ЕЭК ООН от 1998 года о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская Конвенция), от Сторон требуется проведение весьма конкретных мероприятий по обеспечению участия общественности в конкретных видах деятельности государства, в разработке планов, политики и программ и в выработке законодательства, а также говорится о необходимости доступа общественности к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды.

357. Участие общественности в определении норм и правил, касающихся СОЗ, совершенно необходимо. Правительство любой страны, планирующее ввести в действие новые или пересмотренные правила, или директивы, должно предусмотреть открытую процедуру, позволяющую запросить мнения по этому поводу у любых заинтересованных лиц и групп. Это предполагает опубликование в общедоступных средствах массовой информации, размещение в Интернете или непосредственную рассылку адресованных всем желающим предложений представить свои соображения. При этом следует рассмотреть вопрос о непосредственном направлении таких предложений следующим лицам и группам:

- (a) конкретным гражданам, проявляющим интерес к теме СОЗ;
- (b) по вопросам местного значения - местным общественным организациям, в том числе экологического профиля;
- (c) представителям наиболее уязвимых групп населения, таких, как женщины, дети и наименее образованные слои;
- (d) общественным экологическим организациям регионального, национального или глобального уровня;
- (e) конкретным отраслевым кругам и компаниям, затрагиваемым соответствующими вопросами;
- (f) ассоциациям деловых кругов;
- (g) профсоюзам и трудовым объединениям;
- (h) профессиональным ассоциациям; и
- (i) государственным органам других уровней.

358. Процесс участия общественности может состоять из нескольких этапов. Консультации с соответствующими группами могут проводиться перед рассмотрением вопроса о любых изменениях или программах, в процессе выработки политики и после составления проекта каждого программного документа. Замечания могут запрашиваться в личных беседах, письменно или через веб-сайты.

359. Пример консультаций с общественностью в связи с разработкой планов регулирования СОЗ можно найти в опубликованном австралийским департаментом окружающей среды и общего наследия документе, именуемом «A case study of problem solving through effective

community consultation» (Практический пример решения проблем путем эффективных консультаций с населением)¹²⁰.

¹²⁰ См. Australia Department of Environment and Heritage, 2000.

Annex I to the technical guidelines*

International instruments

In addition to the Stockholm and Basel conventions, there are other international instruments or systems that contain provisions pertaining to POPs or POP wastes, including¹:

- (a) 1998 Protocol on Persistent Organic Pollutants to the UNECE 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution;
- (b) 2003 Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers to the UNECE 1998 Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention);
- (c) 1991 Bamako Convention on the Ban of the Import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa;
- (d) 1995 Convention to Ban the Importation into Forum Island Countries of Hazardous and Radioactive Wastes and to Control the Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within the South Pacific Region (Waigani Convention);
- (e) OECD Council Decision C (2001) 107/FINAL Concerning the Control of Transboundary Movements of Wastes Destined for Recovery Operations;
- (f) Rotterdam Convention on Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade (1998); and
- (g) Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).

* В целях экономии приложения к настоящему документу не были переведены.

¹ The reference is made to the most recent version of the instruments, taking into account the possible amendments.

Annex II to the technical guidelines

Examples of pertinent national legislation

Examples of national legislation containing provisions related to the management of POP wastes are outlined below.

Country	Legislation	Brief description
Argentina	Law 25.670/2002 and Decree 853/2007 on PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Environmental protection for the management of PCB prohibiting the production, importation and use as well as establishing a procedure to remove functioning equipment containing it due to 2010
Argentina	Law 24.051/1992 and Decree 831/1993 on management of hazardous wastes	<ul style="list-style-type: none"> Reaches all POP wastes that are classified as hazardous waste; includes a destruction efficiency parameter for components in waste incineration
Argentina	Resolution 511/2011 from National Health Service and Food Quality (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA).	<ul style="list-style-type: none"> Prohibits the import of the active ingredient endosulfan and its formulated products and forbids the development, formulation, marketing and use of products containing the active ingredient endosulfan
Austria	Soil Protection Acts	<ul style="list-style-type: none"> Contains stringent limit values for PCBs, PCDDs and PCDFs in sewage sludge used as fertilizer.
Brazil	Norm ABNT/NBR, N° 8371/1997	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for handling, transport and storage of materials containing PCBs
Brazil	Resolution CETESB (São Paulo state), N° 007/1997	<ul style="list-style-type: none"> Determines limits for PCDDs and PCDFs on emissions from medical waste incinerators with capacity > 200 kg/day
Brazil	Resolution CONAMA, N° 264/1999	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for environmental licensing of waste co-processing in cement kilns
Brazil	Resolution CONAMA, N° 313/2002	<ul style="list-style-type: none"> Provides for an inventory of PCB stocks and industrial wastes
Brazil	Resolution CONAMA, N° 316/2002	<ul style="list-style-type: none"> Procedures and criteria for operating thermal waste treatment systems, provides limits on emissions of PCDDs and PCDFs.
Brazil	Resolution CONAMA, N° 334/2003	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for environmental licensing for establishments responsible for receiving pesticides packaging.
Brazil	Decision CETESB (São Paulo state), N° 26/2003	<ul style="list-style-type: none"> Sets limits for air emissions of PCDDs and PCDFs of cement kilns treating waste
Brazil	Resolution CONAMA, N° 357/2005	<ul style="list-style-type: none"> Provides maximum permitted levels for POPs in effluents discharged to water.
Canada	PCB Regulations	<ul style="list-style-type: none"> Restrict the manufacture, import, export and sale of PCBs and equipment containing PCBs, and prohibit PCB releases to the environment. The regulations have deadlines ending the use of PCBs and PCB equipment that have concentrations at or above 50 mg/kg along with maximum storage and destruction timelines.
China	Technical specifications for centralized incineration disposal engineering (HJ 2037)	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for incineration of materials containing PCBs
China	Technical specification for co-processing of solid wastes in cement kilns (GB 30760)	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for co-processing of POPs wastes in cement kilns Limitation for dioxin in cement produced by the co-processing of solid waste

Country	Legislation	Brief description
China	Guidelines for the pollution control of dioxins	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution control of dioxins on 4 key-industries
China	Standard for pollution control on: <ul style="list-style-type: none"> • municipal solid wastes incineration (GB 18485) • hazardous wastes incineration (GB 18484) • co-processing of solid wastes in cement kilns (GB 30485) • the steel smelt industry (GB 28664) • sintering and pelletizing of iron and the steel industry (GB 28662) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contains standards for releases of PCDDs and PCDFs in air emissions
European Union	Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC	<ul style="list-style-type: none"> • Article 7 contains provisions regarding the management of wastes containing, consisting of or contaminated with POPs.
European Union	Council Directive 96/59/EC of 16 September 1996 on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> • Contains rules regarding the disposal of PCBs and PCTs, <i>inter alia</i> on the decontamination and/or disposal of equipment and the PCBs therein.
European Union	Directive 2010/75/EU on industrial emissions (Industrial Emissions Directive, IED)	<ul style="list-style-type: none"> • Annex VI, part 5, contains emission limit values for discharges of PCDD- and PCDF-contaminated wastewater from the cleaning of waste gases. • Annex V contains air emission values for PCDDs and PCDFs.
European Union	Council Decision 2003/33/EC of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of, and Annex II to Directive 1999/31/EC	<ul style="list-style-type: none"> • Paragraph 2.1.2.2 of the annex contains criteria for landfilling of inert waste containing PCBs.
Finland	Council of State Decision (1071/1989) on restricting the use of PCBs and PCTs	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limit values for PCBs and PCTs
Finland	Council of State Decision (101/1997) on oil waste management	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limit values for PCBs in regenerated oil and in oil wastes destined for incineration
Finland	Council of State Decision (711/1998) on the disuse of PCB appliances and the treatment of PCB waste	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limit values for PCBs
Finland	Council of State Decree (1129/2001) on a list of the most common wastes and of hazardous wastes	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limit values for PCBs
Germany	Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> • Contains action levels regarding sites contaminated with aldrin, DDT, HCB, HCH, PCBs, PCP, PCDDs and PCDFs.
Germany	Ordinance on Landfills and Long-Term Storage Facilities	<ul style="list-style-type: none"> • Contains a limit for PCBs in soils used as recultivation layers of landfills. • Prohibits the landfilling of waste that could harm public welfare due to its content of long-lived or bio-accumulable toxic substances.
Germany	Ordinance on Underground Waste Stowage	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limits for the use of waste contaminated with PCBs as stowage material.
Germany	Fertilizer Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limits for PFOS, PCDDs and PCDFs in fertilizers
Germany	Sewage Sludge Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limits for the usage of sewage sludge contaminated with PCBs, PCDDs and PCDFs as fertilizer.
Germany	Waste Wood Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limits for recycling of waste wood contaminated with PCBs and PCP.
Germany	Waste Oil Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> • Contains limits for recycling of PCB-contaminated oils.
Ghana	Hazardous and Electronic Waste Control and Management-Act, 2016, Act 917	<ul style="list-style-type: none"> • Contains elements related to the implementation of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions,

Country	Legislation	Brief description
		especially on all waste which include POP wastes.
Italy	Part of the Environmental Frame Law concerning waste and soil remediation (Part IV of Legislative Decree No. 152 of 3 April 2006)	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for the regeneration and the co-incineration of PCB/PCT contaminated oils Contains action levels regarding sites (residential, industrial commercial soil and groundwater) contaminated with aldrin, alfa, beta and gamma HCH, chlordane, dieldrin, endrin, DDT, HCB, PCBs, PCDDs and PCDFs.
Italy	Regulations for waste recovery with exemption from permit requirements (simplified administrative procedures) (Ministerial Decree 5/02/1998)	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for PCBs, PCTs and PCDDs in specific types of waste as conditions for exemption from permit requirements
Japan	Law Concerning Special Measures Against Dioxins	<ul style="list-style-type: none"> Contains tolerable daily intake environmental standards for ambient air, water quality (including sediment) and soil, emission and residue standards for gas, effluent, ash and dust regarding PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs.
Japan	Law Concerning Special Measures for Promotion of Proper Treatment of PCB Wastes (PCB Special Measures Law)	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of plastics and metals contaminated with PCBs.
Japan	Soil Contamination Countermeasures	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of soil contaminated with PCBs.
Japan	Waste Management and Public Cleansing Law	<ul style="list-style-type: none"> Contains criteria of hazardous wastes containing PCBs, PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs.
Japan	Water Pollution Control Law	<ul style="list-style-type: none"> Contains emission standards for effluent containing PCBs.
Mexico	Norm NOM-098 of 2004	<ul style="list-style-type: none"> Contains emission and destruction efficiency standards for waste incinerators.
Mexico	Norm NOM-133 of 2001	<ul style="list-style-type: none"> Contains regulations regarding handling of PCBs and a programme for the preparation of inventories.
New Zealand	Hazardous Substances and New Organisms Act 1996	<ul style="list-style-type: none"> Prohibits the import, manufacture, use or storage of POPs (sections 25A – 25D, Schedule 1AA, Schedule 2A).
New Zealand	National Environmental Standards for Air Quality (Resource Management (National Environmental Standards for Air Quality) Regulations 2004)	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards banning activities discharging significant quantities of dioxins and other toxics into the air, and standards for ambient (outdoor) air quality.
Norway	Norwegian Product Regulations, Chapter 2 on Regulated substances, preparations and products.	<ul style="list-style-type: none"> Contains a ban on the production, use, import and export of PCBs, including PCB-containing capacitors.
Norway	Norwegian Waste Regulations, Chapter 14 on Discarded insulating glass units containing PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Lays down requirements for the producers to collect and handle obsolete windows that contain PCBs.
Norway	Norwegian Pollution Regulations, Chapter 2 on Clean-up of contaminated soil	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values below which a soil is considered to be clean and suitable for use in sensitive areas.
Switzerland	Soil Burden Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains actions levels regarding sites contaminated with PCBs, PCDDs and PCDFs.
United States of America	EPA 40 CFR 63 Subpart EEE National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Hazardous Waste Combustors	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for releases of PCDDs and PCDFs within air emissions.
United States of America	40 CFR 268.48 Universal Treatment Standards for Hazardous Wastes	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of hazardous waste prior to land disposal and aqueous waste prior to release.
United States of America	40 CFR 761.70 Standards for incineration of PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for air emissions when incinerating PCBs.

Annex III to the technical guidelines

Bibliography

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (United States of America), Toxicological Profile Information Sheets. Available from: www.atsdr.cdc.gov.
- Ariizumi, A et al, 1997. "Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process", *J. Environ. Chem.*, vol. 7, pp. 793–799.
- Arnold, F. T. (2003). Gas Phase Chemical Reduction - Proven Technology for Safe and Complete Treatment of Legacy and Non-Legacy POPs Waste. International Workshop on Non-Combustion Technologies for Destruction of POPs - January 16, 2003. IPEN, Arnika and UNIDO. Upper Chamber of the Czech Parliament Building (Valdstejn Palace) Prague, Arnika Association. 304 p. Available at: <http://english.arnika.org/publications/international-workshop-on-non-combustion-technologies-for-destruction-of-pops>
- Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. *A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation*. Available at: <http://www.ntn.org.au/cchandbook/library/documents/problem%20solving.pdf>.
- Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2010. *Waste-to-Energy in Austria. White Book – Figures, Data, Facts*, 2nd edition. Available at: <http://www.uvp.at/publications/whitebook/>
- Borgnes.D and Rikheim.B. 2005. *Emission Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine*".Norden, 2005. Available at: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:702261/FULLTEXT01.pdf>
- Brusselsaers J., Mark F.E. and Tange L., 2006. "Using Metal-Rich WEEE Plastics as Feedstock Fuel Substitute for an Integrated Metals Smelter", Plastics Europe, Umicore and EFRA.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada*. Available from: www.ccme.ca.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. Available from: www.ccme.ca.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2006. National Guidelines for Hazardous Waste Landfills. PN 1365. https://www.ccme.ca/files/Resources/waste/hazardous/pn_1365_e.pdf
- Centre for Advanced Engineering, 2000. Landfill Guidelines. University of Canterbury Christchurch. New Zealand. ISBN 0-908993-23-4. https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/4139_landfill.pdf
- CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes: Review Report Number 4*. Available from: www.deh.gov.au.
- Cobo, M., A. Gálvez, J. Conesa and C. Montes de Correa (2009). "Characterization of fly ash from a hazardous waste incinerator in Medellin, Colombia." *Journal of Hazardous Materials* 168: 1223-1232.
- COHIBA (2011). COHIBA Guidance Document No.8 for short chain chlorinated paraffins (SCCP) and medium chain chlorinated paraffins (MCCP). Control of hazardous substances in the Baltic Sea region, COHIBA. 56 p. http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/n/en/publikationen/SCCP-MCCP_1.pdf
- Costner, P., Luscombe D. and Simpson M., 1998. "Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants", Greenpeace International Service Unit.
- Danish Environmental Protection Agency, 2004. *Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region*. 186 p. <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-543-3/pdf/87-7614-544-1.pdf>.
- Danish Environmental Protection Agency, 2014. Survey of short chain and medium chain chlorinated paraffins. Part of the LOUS-review. Environmental project No. 1614. 168 p. ISBN no. 978-87-93283-19-0. <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2014/11/978-87-93283-19-0.Pdf>
- Department of Environment Regulation. 2014. Assessment and management of contaminated sites. Contaminated sites guidelines. Western Australia. https://www.der.wa.gov.au/images/documents/your-environment/contaminated-sites/guidelines/Assessment_and_management_of_contaminated_sites.pdf

- Du Bing, Y.-r. Huang, A.-m. Liu, T. Zhang, Z.-g. Zhou, N. Li, L.-l. Li, Y. Ren, P.-j. Xu and L. Qi 2011. "Selected Brominated UP-POPs from Cement Kiln Co-processing Hazardous Waste." *Organohalogen Compounds* 73.
- Environment Canada, 2011. *Environmental monitoring and surveillance in support of the chemical management plan*. Available from: <http://www.ec.gc.ca>.
- EPA, 1993. *Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment*. Available from: www.epa.gov.
- EPA, 2002. *RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance*. Available at www.epa.gov.
- EPA, 2017. *Brownfields Road Map to Understanding Options for Site Investigation and Cleanup*. Sixth Edition. Office of Land and Emergency Management. EPA 542-R-17-003. www.epa.gov/brownfields/brownfields-roadmap
- European Commission, 2001a. *Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industry*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/nfm.html>.
- European Commission, 2001b. *Reference Document on Best Available Techniques on the Production of Iron and Steel*. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IS_Adopted_03_2012.pdf.
- European Commission, 2003. *Reference Document on the General Principles of Monitoring*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/mon.html>.
- European Commission, 2005. Study to facilitate the implementation of certain waste related provisions of the Regulation on Persistent Organic Pollutants (POPs): Final Report for the European Commission. BiPRO GmbH, Munich. Available at: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/pops_waste_full_report.pdf
- European Commission, 2006. *Reference Document Best Available Techniques for Waste Incineration*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html>.
- European Commission, 2007. Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, EUR 22805-EN. 306 p.
- European Commission, 2011. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. (prepared by the Expert Team to Support Waste Implementation, ESWI). Available at: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2010.pdf.
- European Commission, 2013. Best Available Techniques (BAT). *Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide*. Joint Research Centre. Institute for prospective technological studies.
- European Commission, 2013b. Decision 2013/163/EU establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU on industrial emissions for the production of cement, lime and magnesium oxide. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0163&from=EN>
- European Commission, 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment - Final Draft. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). Sevilla. 858 p. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/WT/WT_Final_Draft1017.pdf
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual*. Pesticide Disposal Series No.3. Available from: <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/>.
- FAO, 2000. *Assessing Soil Contamination: A Reference Manual*. Pesticide Disposal Series No. 8. Available from: www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/.
- FAO, 2001. *Training manual for inventory taking of obsolete pesticides*. Pesticide Disposal Series No. 10. Available from: www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/.
- Federal Remediation Technology Roundtable (FRTR), 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide*, Version 4.0. Available at: www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.
- German Federal Environment Agency, 2014. Federation/Länder Dioxin Database, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. Available at: <http://www.dioxindb.de/index-e.html>.

- German Federal Environment Agency, 2015. *Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values*. Available at: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>
- German Federal Ministry for the Environment, 2005. *Waste Incineration – A Potential Danger? Bidding Farewell to Dioxin Spouting*. Available at: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/muellverbrennung_dioxin_en.pdf.
- Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. GPA clearing-house mechanism. Available from: <http://pops.gpa.unep.org>.
- Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). Available from: http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html
- Goto, M. 2016. "Subcritical and Supercritical Fluid Technology for Recycling Waste Plastics." *Journal of the Japan Petroleum Institute* 59(6): 254-258.
- Government of Canada, 2011. *Document on monitoring and research under the chemical management plan*. Available from: <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca>.
- Hydrotec Group plc, 2018. Annual Report & Financial Statements. 86 p. <http://www.hydrodec.com/~media/Files/H/Hydrodec/investor-docs/results-and-presentations/annual-report-accounts-and-notice-of-agm-2016.PDF> (Accessed 17 May, 2018)
- IATA. *Dangerous Goods Regulations (DGR)*. Available from: <http://www.iata.org/publications/dgr/Pages/index.aspx>.
- ICAO, 2013. *Technical Instructions For The Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284)*. Available at: <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>.
- ILO, 1999a. *Basics of Chemical Safety*. Available from: www.ilo.org.
- ILO, 1999b. *Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice*. Available from: www.ilo.org.
- IMO, 2002. *International Maritime Dangerous Goods Code*. Available from: www.imo.org.
- IPCS INCHEM, various dates. *Health and Safety Guides (HGSs)*. Available from: <http://www.inchem.org/pages/hsg.html>.
- JESCO (Japan Environmental Safety Corporation), 2009a. Kitakyushu PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/kitakyushu.html.
- JESCO, 2009b. Toyota PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/toyota.html.
- JESCO, 2009c. Osaka PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/osaka.html.
- JESCO, 2009d. Tokyo PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/tokyo.html.
- JESCO, 2013. Hokkaido PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/hokkaido.html.
- Kajiwara, N., Noma, Y., Sakai, S. 2017. Environmentally sound destruction of hexabromocyclododecanes in polystyrene insulation foam at commercial-scale industrial waste incineration plants. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 5 (2017) 3572–3580
- Karstensen, K.H., 2001. "Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed", *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 291-301. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.
- Karstensen, K.H. et al., 2006. "Environmentally sound destruction of obsolete pesticides in developing countries using cement kilns", *Environmental Science & Policy*, vol. 9 No. 6, pp. 577–586.
- Karstensen, K.H., 2008. *Guidelines for treatment of hazardous wastes and co-processing of AFRs in cement kilns*. Prepared for the Department for Environmental Affairs and Tourism, Republic of South Africa. Available at: <http://sawic.environment.gov.za/documents/461.pdf>.
- Karstensen, K.H. et al. 2009. "Test burn with PCB–oil in a local cement kiln in Sri Lanka", *Chemosphere*, vol. 78 No. 6, pp. 717-723.
- Kundi, M. H., H-P., Moshammer H., Wallner P., Shelton, J., Scharf S., Oberleitner I. E. and Kohlweg, B. 2015. Hexachlorobenzene Contamination in an Austrian Alpine Valley. 27th Conference of the

- International Society for Environmental Epidemiology 30th August-3rd September 2015. Sao Paulo, Brazil.
- Kümmling, K. et al, 2001. "Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications", *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 271-275. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.
- Kümmling, K. E., Gray D.J., Power J.P., Woodland S.E., 2002. Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications, 6th Int. HCH & Pesticides Forum, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, February 2002. http://www.hchforum.com/6th/forum_book/A.5.6.pdf
- Lee, S.Y, Valenti, J.C. 1998. Products of Incomplete Combustion from Direct Burning of Pentachlorophenol-treated Wood Wastes. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Air Pollution Prevention and Control Division. 5 p.
- Li, Y et al, 2012. Disposal of obsolete pesticides including DDT in a Chinese cement plant as blueprint for future environmentally sound co-processing of hazardous waste including POPs in cement industry, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 16, pp 624-627.
- Liu, G. et al, 2016. Distributions, profiles and formation mechanisms of polychlorinated naphthalenes in cement kilns co-processing municipal waste incinerator fly ash, *Chemosphere*, vol. 155, pp 348-357.
- Lundin, L.& Jansson, S. 2017. A desktop study on Destruction of Persistent Organic Compounds in Combustion systems. Umeå University. 35 p. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1155115/FULLTEXT01.pdf>
- Mark, F. E., H. Dresch, B. Bergfeld, B. Dima, M. M. Fischer, W. Grüttner, F. Kleppmann, K. Kramer, T. Lehner and J. Vehlow (2006). Large Scale Demonstration of the Treatment of Electrical and Electronic Shredder Residue by co-incineration in the Würzburg Municipal Solid Waste Incinerator. A Technical Report produced by: Plastics Europe, Association of Plastics Manufacturers, Plastics Europe.
- Mark, F.E., Vehlow, J., Dresch, H., Dima, B., Gruttner, W., Horn, J. Destruction of the flame retardant hexabromocyclododecane in a full-scale municipal solid waste incinerator. *Waste Management & Research*. 2015, 33, 165-174.
- Marrone, P. A. 2013. "Supercritical water oxidation—Current status of full-scale commercial activity for waste destruction." *J. of Supercritical Fluids* 79: 283-288.
- Marrone, P.A. and Hong, J.T., 2007. "Supercritical Water Oxidation", in *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, Myer Kutz, ed., John Wiley & Sons, Inc., pp. 385-453.
- Ministry of the Environment of Japan, 2004. *Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003*.
- Ministry of the Environment of Japan, 2013a. *Environmental Monitoring of Persistent Organic Pollutants in East Asian Countries*. Available at: www.env.go.jp/en/chemi/pops/eaws.html, <http://www.env.go.jp/chemi/pops/3rd/mat02.pdf>
- Ministry of the Environment of Japan, 2013b. *Summary of the Guideline on the Treatment of Wastes Containing Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS), and Its Salts[,] in Japan*. Available at: www.env.go.jp/en/focus/docs/files/201304-89.pdf.
- Murena, F., Schioppa, E., Gioia, F. 2000. Catalytic Hydrodechlorination of a PCB Dielectric Oil. *Environ. Sci. Technol.* 2000, 34, 20, 4382-4385. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es000015x>
- MŽP. 2017. "Integrovaný registr znečišťování. (Integrated Pollutants Releases Register)." Retrieved 12-10-2017, 2017, from <http://www.irz.cz>.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), U.S. Coast Guard (USCG), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Occupational Safety and Health. October 1985. Guidance Manual for Hazardous Waste Site Activities. Available at: <https://www.osha.gov/Publications/complinks/OSHG-HazWaste/all-in-one.pdf>
- Noma Y., Sakai, S., Oono M., 2002. "Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination", *Organohalogen Compounds*, vol. 56, pp. 413-416.

- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003a. "Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination", *Organohalogen Compounds*, vol. 63, pp. 276–279.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003b. "Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination", *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 12 No. 3, pp. 302–308.
- Noma, Y., T. Yamamoto, R. Giraud and S. Sakai 2006. "Behavior of PCNs, PCDDs, PCDFs, and dioxin-like PCBs in the thermal destruction of wastes containing PCNs." *Chemosphere* 62(7): 1183-1195.
- Nordic Council of Ministers, 2005. *Emission Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine*. Available from: <http://www.norden.org/en/publications/order>.
- OECD, multiple years. *OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring* (multiple volumes). Available from: www.oecd.org.
- OECD, 1997. *Principles on Good Laboratory Practice* (as revised in 1997). Available from: www.oecd.org/.
- OECD, 1998. Waste Management Policy Group: "Report on incineration of products containing brominated flame retardants", Environment Policy Committee. Available from: www.oecd.org.
- OECD, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, second edition*. Available from: www.oecd.org.
- OECD, 2004. *Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100*. Adopted 9 June 2004. Available from: www.oecd.org.
- Petrlik, J. and R. Ryder (2005). After Incineration: The Toxic Ash Problem. Prague, Manchester, IPEN Dioxin, PCBs and Waste Working Group, Arnika Association: 59; Available at: http://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_incineration_ash-en.pdf.
- Oeko-Institut, 2018: Effects on ELV waste management as a consequence of the decisions from the Stockholm Convention on decaBDE.
- Onwudili, J.A. & Williams, P.T. 2009. Degradation of brominated flame-retarded plastics (Br-ABS and Br-HIPS) in supercritical water. *J. of Supercritical Fluids* 49 (2009) 356–368
- PE Europe GmbH, 2010. Final Report: PVC Recovery Options Concept for Environmental and Economic System Analysis. Commissioned by VINYL 2010. 144 p. http://www.pvc.org/upload/documents/PE_Recovery_Options.pdf
- Piersol, P. 1989. *The Evaluation of Mobile and Stationary Facilities for the Destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.
- Rahuman, M.S.M. et al, 2000. "Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)", ICS-UNIDO. Available from: https://clu-in.org/download/remed/destruct_tech.pdf
- Ray, Ian D., 2001. "Management of chlorinated wastes in Australia", *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 523-526. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.
- Sakai S., Peter. A. B. and Oono M., 2001. "PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis", *Organohalogen Compounds*, vol. 54, pp. 293–296.
- Scottish Environment Protection Agency, 2002. Guidance on LanEAdfill Gas Flaring. Version 2.1. Bristol - Stirling, Environment Agency (UK), Scottish Environment Protection Agency: 56.
- Swedish Environmental Protection Agency, 2009. The role of pentachlorophenol treated wood for emissions of dioxins into the environment. Report 5935. January 2009. 46 p.
- STAP (Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environment Facility), 2011. *Selection of Persistent Organic Pollutant Disposal Technology for the Global Environment Facility: A STAP Advisory Document*. Global Environment Facility, Washington, D.C.
- State of NSW, 2016. Environmental Guidelines/ Solid waste landfills. Environment Protection Authority. Second edition, www.epa.nsw.gov.au
- Stobiecki, S. et al, 2001. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 285-289. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.

- Tagashira, S. et al, 2006. "Plasma Melting Technology of PCB-contaminated Wastes", Proceedings of the 4th International Conference on Combustion Incineration/Pyrolysis and Emission Control, September 26-29, 2006, Kyoto, Japan, pp. 519-522.
- Tagashira S., Takahashi M., Shimizu Y., Osada M., Mikata N., Yamazaki R., 2007. "Plasma Melting technology of PCB-contaminated Wastes", *Organohalogen Compounds*, vol. 69, pp. 662-665.
- Takigami, H., Watanabe, M., Kajiwara, N. 2014. Destruction behavior of hexabromocyclododecanes during incineration of solid waste containing expanded and extruded polystyrene insulation foams. *Chemosphere* 116 (2014) 24–33
- UNECE, 1998. *Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention)*. Available from: <http://www.unece.org/env/pp/treatytext.html>
- UNECE, 2003a. *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (Model Regulations)*. Available from: www.unece.org.
- UNECE, 2003b. *Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers (to the Aarhus Convention)*. Available at: <http://www.unece.org/env/pp/prtr/docs/prtrtext.html>.
- UNEP, 1993. *Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials*. Available at: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0063xPA-SafeWarehousing.PDF>.
- UNEP, 1995a. *Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal*. Available from: www.basel.int.
- UNEP, 1995b. *Technical Guidelines on Incineration on Land (D10)*. Available from: www.basel.int.
- UNEP, 1995c. *Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)*. Available from: www.basel.int.
- UNEP, 1998. *Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity*. Available from: www.chem.unep.ch.
- UNEP, 2000. *Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies*. Available from: www.chem.unep.ch.
- UNEP, 2000a. *Basel technical guidelines on hazardous wastes-Physico-Chemical Treatment/Biological Treatment*. Available from: www.basel.int.
- UNEP, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCB and Other POP waste Part III. Technology Selection Process*. Available from: <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>.
- UNEP, 2002a. *Destruction and decontamination technologies for PCBs and other POP waste under the Basel Convention: A training manual for hazardous waste project managers (Volume c)*. Available from: <http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/DocumentsPublications/tabid/665/Default.aspx>.
- UNEP, 2002b. *Report of the Technology and Economic Assessment Panel [of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer], Volume 3B: Report of the Task Force on Collection, Recovery and Storage*. Available at: http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/Other_Task_Force/TEAP02V3b.pdf.
- UNEP, 2004a. *Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries*. Available at: archive.basel.int/techmatters/review_pop_feb04.pdf.
- UNEP, 2004b. *POPs Technology Specification Data Sheet: Hazardous Waste Incineration*. Available at: http://www.ihpa.info/docs/library/reports/Pops/June2009/DEFSBCLoGo_Inciner_180608_.pdf.
- UNEP, 2004c. *Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity. Second issue*. Available from: http://www.unep.org/publications/contents/pub_details_search.asp?ID=2477.
- UNEP, 2005. *UNEP/GEF project on existing capacity and capacity building needs for analyzing POPs in developing countries*. Available from: www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm.
- UNEP, 2006a. *Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT)*. Available at: <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>

UNEP, 2007. *Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on [POPs]*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx>.

UNEP, 2011. *Technical guidelines on the environmentally sound co-processing of hazardous wastes in cement kilns*. UNEP/CHW.10/6/Add.3/Rev.1. Available at: <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>

UNEP, 2014. *Guidance for Developing a National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (updated in 2014 to include the POPs listed in 2009 and 2011). Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceforDevelopingNIP/tabid/3166/Default.aspx>.

UNEP, UNIDO et al., 2012. *Labelling of products or articles that contain POPs – Initial Considerations*. Available at: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-LabellingConsiderations.En.pdf.

UNEP, 2013a. Framework for the environmentally sound management of hazardous wastes and other wastes. UNEP/CHW.11/3/Add.1/Rev.1. Available at: <http://www.basel.int/Implementation/CountryLedInitiative/EnvironmentallySoundManagement/ESMFframework/tabid/3616/Default.aspx>

UNEP, 2013b. *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUnintentionalPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>.

UNEP, 2015a. *Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants*, UNEP Chemicals. Available at: www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf.

UNEP, 2015b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane*.

UNEP, 2015c. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride*.

UNEP, 2015d. Manual for the Implementation of the Basel Convention. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2015e. Methodological guide for the development of inventories of hazardous wastes and other wastes under the Basel Convention. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2017a. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls, polychlorinated naphthalenes or polybrominated biphenyls including hexabromobiphenyl. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>

UNEP, 2017b. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, hexachlorobutadiene, lindane, mirex, pentachlorobenzene, pentachlorophenol and its salts, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers or toxaphene or with hexachlorobenzene as an industrial chemical. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>

UNEP, 2017c. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with pentachlorophenol and its salts and esters. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>

UNEP, 2017d. Draft Guidance on Sampling, Screening and Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Products and Articles. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/guidanceonsampling,screeningetcofPOPs/tabid/5333/Default.aspx>.

- UNEP, 2019a. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether or decabromodiphenyl ether. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>
- UNEP, 2019b. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexachlorobutadiene. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>
- UNEP, 2019c. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with short-chain chlorinated paraffins. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>
- UNEP, 2019d. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls, pentachlorobenzene, polychlorinated naphthalenes or hexachlorobutadiene. Available at: <http://basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>
- UNIDO, 2007. *Non-combustion Technologies for POPs Destruction: Review and Evaluation*. Available at: <https://institute.unido.org/wp-content/uploads/2014/11/23.-Non-combustion-Technologies-for-POPs-Destruction-Review-and-Evaluation.pdf>.
- UNIDO, 2010. *Persistent organic pollutants: contaminated site investigation and management toolkit*. Available from: <http://www.unido.org/index.php?id=1001169>.
- United States Army Corps of Engineers, 2003. *Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies: Engineer Manual*. Available at: http://140.194.76.129/publications/engine-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf
- USEPA, 2010. *Reference Guide to Non-combustion Technologies for Remediation of Persistent Organic Pollutants in Soil, Second Edition – 2010*. United States Environmental Protection Agency. EPA 542-R-09-007. 103 p. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1008PKH.PDF?Dockey=P1008PKH.PDF>
- Vehlow, J., Bergfeldt, H., Jay, K., Mark, FE, Tange, L., Drohmann, D., Fisch, H. 2002.: *Recycling of bromine from plastics containing brominated flame retardants in state-of-the-art combustion facilities*. Forschungszentrum Karlsruhe, Plastics Europe & EBFRIIP. 20 p. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.525.3905&rep=rep1&type=pdf>
- Vermeulen I., Van Caneghem J., Block C., Baeyens J., Vandecasteele C. 2011. Automotive shredder residue (ASR): reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals' valorisation. *J Hazard Mater.* 190, 8-27.
- Vijgen, J., 2002. "NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater." Available at: <https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>.
- Wang, M.-S., S.-J. Chen, Y.-C. Lai, K.-L. Huang and G.-P. Chang-Chien (2010). "Characterization of persistent organic pollutants in ash collected from different facilities of a municipal solid waste incinerator." *Aerosol Air Qual. Res* 10: 391-402. http://www.aaqr.org/files/article/1207/10_AAQR-10-01-OA-0001_391-402.pdf
- Weber, R, 2004a. Relevance of PCDD/PCDF formation for the evaluation of POPs destruction technologies. - PCB destruction by Super Critical Water Oxidation (SCWO)." *Organohalogen Compd* 66: 1263-1269.
- Weber, R, 2004b. "Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status", *Organohalogen Compounds*, vol. 66, pp. 1282–1288.
- Weber, R., M. Schlumpf, T. Nakano and J. Vijgen (2015). "The need for better management and control of POPs stockpiles." *Environmental Science and Pollution Research* 22(19): 14385-14390.
- WHO, 1995. *Global Strategy on Occupational Health for All: The Way to Health at Work*. Available at: http://www.who.int/occupational_health/globstrategy/en/.
- WHO International Programme on Chemical Safety, 1995. *A Review of the Persistent Organic Pollutants – An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans*. Available at: <http://www.pops.int/documents/background/assessreport/>.

WHO, 1999. *Teacher's guide on basic environmental health*. Available from: http://www.who.int/occupational_health/publications/tgbeh/en/.

WHO, 2009. *Handbook: Good Laboratory Practice (GLP) – Quality practices for regulated non-clinical research and development*. Available at: <http://www.who.int/tdr/publications/documents/glp-handbook.pdf>.

Yamamoto, T., Noma, Y., and Sakai, S. (2016). “Thermal destruction of wastes containing polychlorinated naphthalenes in an industrial waste incinerator”. *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 1-9.

Yan, D., Peng, Z., Karstensen, KH., Ding, Q., Wang, K., and Wang, Z. (2014). “Destruction of DDT wastes in two preheater/precalciner cement kilns in China”, *Science of the Total Environment*, vol. 476-477, pp. 250-257.

Yang, Y., Huang, Q., Tang, Z., Wang, Q., Zhu, X., Liu, W. 2012. Deca-Brominated Diphenyl Ether Destruction and PBDD/F and PCDD/F Emissions from Coprocessing deca-BDE Mixture-Contaminated Soils in Cement Kilns. *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 13409–13416. <http://or.nsf.gov.cn/bitstream/00001903-5/301851/1/1000014692833.pdf>

Zitko, V., Arsenault, E. 1974. Chlorinated Paraffins: Properties, Uses and Pollution Potential (Environ. Canada, Fish. Mar. Serv. tech. Rep. No. 491), St Andrews, New Brunswick, Fisheries and Marine Services, pp. 1-38. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/22633.pdf>
