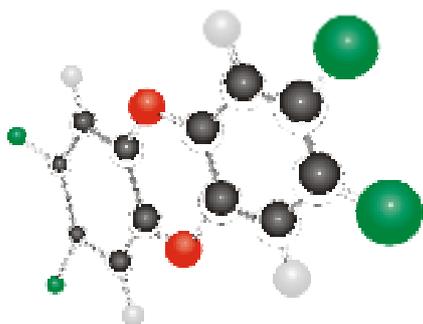




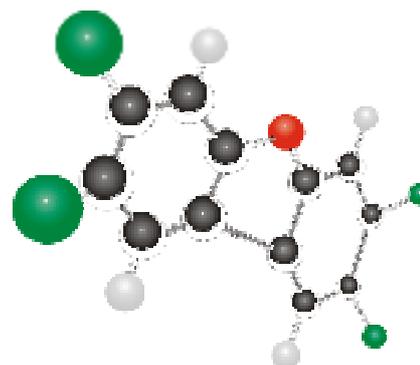
ПРОГРАММА ООН  
ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



# Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов



Воздух  
Вода  
Почва  
Продукты  
Остатки



1 Выпуск  
Май 2003 года

Подготовлено Подпрограммой ЮНЕП  
по химическим веществам  
Женева, Швейцария

ЮМС

МЕЖОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПО ОБОСНОВАННОМУ  
УПРАВЛЕНИЮ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

---

Совместное соглашение ЮНЕП, МОТ, ФАО, ВОЗ, ЮНИДО,  
ЮНИТАР и ОЭСР

Целью настоящей публикации является помощь странам в создании реестров полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов и дибензофуранов на национальном или региональном уровне. Информация, содержащаяся в настоящем докладе, была взята из опубликованной научной литературы, из правительственных отчетов, а также из международной сети ИНТЕРНЕТ и из частных источников. Хотя приведенная информация представляется точной, ЮНЕП не несет ответственности за возможные неточности и пропуски, а также их последствия. Ни ЮНЕП, ни какое-либо конкретное лицо, участвовавшее в подготовке настоящего документа, не отвечает за какие-либо нарушения, потери, ущерб или вред, которые могут быть причинены любыми лицами, чьи действия основывались на их собственном толковании информации, содержащейся в настоящей публикации.

Приведенные примеры и представление материала в настоящем документе не выражают какого-либо мнения ни со стороны Организации Объединенных Наций, ни со стороны ЮНЕП относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или области, а также какого-либо из их органов управления, или относительно их границ или рубежей. Мнения, выраженные в настоящей публикации, не обязательно отражают точку зрения ЮНЕП.

Настоящий документ, основой которого является Проект, датированный январем 2001 года, был обновлен Подпрограммой ЮНЕП по химическим веществам в соответствии с комментариями, полученными от правительств и неправительственных организаций в соответствии с решением 6/4, принятом на Шестой сессии Межправительственного комитета для ведения переговоров по Стокгольмской конвенции.

*На обложке: Графические изображения молекул 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*p*-диоксина и тетрахлордибензофурана, любезно предоставленные лабораторией Веллингтон, Гелф, Онтарио, Канада.*

**Настоящая публикация подготовлена в рамках Межорганизационной программы по обоснованному управлению химическими веществами (ЮМС).**

**Межорганизационная программа по обоснованному управлению химическими веществами (ЮМС) была основана ЮНЕП, МОТ, ФАО, ВОЗ, ЮНИДО и ОЭСР (организациями-участницами) в 1995 году, следуя рекомендациям по укреплению сотрудничества и усилению координации в области химической безопасности, данным на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 году. В январе 1998 года ЮНИТАР официально присоединился к ЮМС как организация-участница. Цель ЮМС – способствовать сотрудничеству в политике и деятельности, совместно или самостоятельно выполняемой организациями-участницами, добиться обоснованного с точки зрения здоровья человека и окружающей среды управления в области химических веществ.**

Материал, представленный в настоящей публикации, может свободно цитироваться или воспроизводиться при уведомлении и со ссылкой на номер документа. Экземпляр публикации, содержащей цитату или репринт, следует направлять в Подпрограмму ООН по химическим веществам.

Экземпляры настоящего отчета можно получить:

в Подпрограмме ЮНЕП по химическим веществам:

UNEP Chemicals  
11-13 Chemin des Anémones  
CH-1219 Châtelaine (Geneva) Switzerland  
Тел.: (4122) 917 8170  
Факс: (4122) 797 3460  
Эл. почта: chemicals@unep.ch

Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам является частью Отдела технологий, промышленности и экономики ЮНЕП

**ПО ДПРОГРАММА ЮНЕП  
ПО ХИМИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВАМ**

Май 2003 года

Перевод с английского – Апрель 2004 года

**ПРОГРАММА ООН  
ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

**Методическое руководство по  
выявлению и количественной оценке  
выбросов диоксинов и фуранов**

**1 Выпуск  
Май 2003 года**

**Подготовлено Подпрограммой ЮНЕП  
по химическим веществам  
Женева, Швейцария**

**Перевод на русский язык - Апрель 2004 года**

## Предисловие

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ) требует от Сторон снижения суммарных выбросов непреднамеренно производимых СОЗ, таких как полихлорированные дибензо-п-диоксины и полихлорированные дибензофураны (ПХДД/ПХДФ), с целью неуклонного сведения их к минимуму и, когда это возможно, полного их устранения. Соответственно, Сторонам потребуется количественно оценить свои источники ПХДД/ПХДФ. Методики, используемые для оценки источников, должны быть совместимыми, для того, чтобы проводить оценку выбросов ПХДД/ПХДФ во времени и по странам.

Первый выпуск "Методического руководства по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов" (Руководство) представляет собой обновленный вариант проекта, изданного Подпрограммой ЮНЕП по химическим веществам в январе 2001 года. Настоящее обновление было предпринято в ответ на решение INC-6/4 Межправительственного комитета для ведения переговоров по СОЗ (INC), принятого на 6-ой сессии в июне 2002 года, и основывается на комментариях, предоставленных правительствами и неправительственными организациями. В своем решении INC также отметил, что "... Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов предоставляет основу для развития предварительного руководства по оценке существующих и планируемых выбросов химических веществ, перечисленных в приложении "С" Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях".

Страны были ознакомлены с Руководством на серии проведенных учебных семинаров, а также, при поддержке ЮНЕП, в ряде стран оно было практически применено. Руководство будет использоваться для создания реестров диоксинов и фуранов в рамках национальных планов выполнения в соответствии со Стокгольмской конвенцией.

Руководство является гибким и применимым ко всем странам. Для стран, не имеющих никаких данных по ПХДД/ПХДФ, проект Руководства может оказаться полезным для проведения предварительного анализа промышленности и иной хозяйственной деятельности с тем, чтобы дать первичную оценку масштабу потенциальных источников ПХДД/ПХДФ. Страны, обладающие результатами измерений, могут использовать Руководство для пересмотра и обновления своего реестра, а также для поиска соответствия между собственными данными и данными, представленными в Руководстве.

Как и любая методология, Руководство требует практической проверки и оценки надежности. В случае возникновения проблем с применением, интерпретацией и внедрением методики, а также, в случае если система представляется неприменимой к ситуации, сложившейся в конкретной стране, пользователи Руководства могут получить консультации в Подпрограмме ЮНЕП по химическим веществам.

Странам предлагается применять Руководство для представления своих реестров в ЮНЕП, которая, в свою очередь, обновит и дополнит существующий Реестр выбросов диоксинов и фуранов (ЮНЕП, Отчет, май 1999 года). Полученные реестры будут опубликованы и доступны через Информационный центр по СОЗ (<http://www.chem.unep.ch/pops>). ЮНЕП также предлагает всем пользователям проекта Руководства присылать свои отзывы по всем вопросам, затрагиваемым в настоящей публикации.

Женева, май 2003 года



Джеймс Б. Виллис  
Директор

Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам

# Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов

## Оглавление

	Страница
Оглавление 1	
Список таблиц	4
Список рисунков	8
Список использованных сокращений и обозначений	9
0. РЕЗЮМЕ	12
1. ВВЕДЕНИЕ	15
2. ЦЕЛИ И ОГРАНИЧЕНИЯ	17
2.1 Цели	17
2.2 Ограничения	18
2.3 Дальнейшая информация	19
3. ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫБРОСЫ ПХДД И ПХДФ	22
3.1 Образование ПХДД/ПХДФ	22
3.2 Прямые выбросы ПХДД/ПХДФ	25
3.2.1 Поступление в воздух	25
3.2.2 Поступление в воду	26
3.2.3 Поступление в почву	27
3.2.4 Поступление в продукты	27
3.2.5 Поступление в остатки	28
3.2.6 Потенциальные "горячие точки"	29
4. ПРОТОКОЛ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РЕЕСТРА	31
4.1 Этап 1: Матрица оценки: основные категории источников	32
4.2 Этап 2: Определение подкатегорий	33
4.2.1 Подкатегории высокотемпературного сжигания отходов	34
4.2.2 Подкатегории производства черных и цветных металлов	35
4.2.3 Подкатегории производства электроэнергии и тепловой энергии/приготовления пищи	36
4.2.4 Подкатегории производства продукции из минерального сырья	37
4.2.5 Подкатегории транспортировки	37
4.2.6 Подкатегории неконтролируемых процессов сжигания	38
4.2.7 Подкатегории производства и применения химических веществ и потребительских товаров	38
4.2.8 Подкатегории "Разное"	39
4.2.9 Подкатегории "Удаление"	40
4.2.10 Подкатегории "Горячие точки"	41
4.3 Этап 3: Сбор информации	42
4.4 Этап 4: Классификация процесса и количественная характеристика источника	43
4.4.1 Классификация процесса	43
4.4.2 Количественная характеристика источника	45
4.4.3 Определение потока или производительности источника	47

4.4.4	Применение установочных факторов эмиссии	47
4.4.5	Использование собственных данных по эмиссиям	48
4.5	Этап 5: Составление Реестра	48
5.	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЕСТРА	49
5.1	Создание промежуточного реестра	49
5.2	Итоговый отчет	50
6	УСТАНОВОЧНЫЕ ФАКТОРЫ ЭМИССИИ	52
6.1	Основная категория 1 – Высокотемпературное сжигание отходов	52
6.1.1	Сжигание твердых бытовых отходов	53
6.1.2	Сжигание опасных отходов	57
6.1.3	Сжигание медицинских отходов	61
6.1.4.	Сжигание легкой фракции измельченных отходов	64
6.1.5	Сжигание канализационного ила	66
6.1.6	Сжигание отходов древесины и биомассы	68
6.1.7	Уничтожение останков животных	71
6.2	Основная категория 2 - Производство черных и цветных металлов	73
6.2.1	Агломерация железной руды	76
6.2.2	Производство кокса	79
6.2.3	Предприятия черной металлургии	80
6.2.4	Производство меди	86
6.2.5	Производство алюминия	90
6.2.6	Производство свинца	93
6.2.7	Производство цинка	95
6.2.8	Производство латуни и бронзы	97
6.2.9	Производство магния	98
6.2.10	Производство прочих цветных металлов	101
6.2.11	Измельчители	103
6.2.12	Термическая регенерация металлов из проводов	104
6.3	Основная категория 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии	106
6.3.1	Электростанции на ископаемом топливе	107
6.3.2	Электростанции на биотопливе	110
6.3.3	Сжигание газов из отходов органического происхождения/биогазов	112
6.3.4	Отопление домов и приготовление пищи (на биотопливе)	113
6.3.5	Отопление в быту и приготовление пищи (на ископаемом топливе)	115
6.4	Основная категория 4 – Производство продукции из минерального сырья	118
6.4.1	Производство цемента	118
6.4.2	Производство извести	123
6.4.3	Производство кирпича	125
6.4.4	Производство стекла	126
6.4.5	Производство керамики	127
6.4.6	Приготовление асфальтовых смесей	127
6.5	Основная категория 5 – Транспорт	129
6.5.1	Четырехтактные двигатели	129
6.5.2	Двухтактные двигатели	130
6.5.3	Дизельные двигатели	131
6.5.4	Двигатели, работающие на тяжелом нефтяном топливе (мазуте)	133
6.6	Основная категория 6 – Неконтролируемые процессы сжигания	135
6.6.1	Сжигание биомассы	135
6.6.2	Сжигание отходов и случайные пожары	138

6.7 Основная категория 7 – Производство и применение химических веществ и потребительских товаров	143
6.7.1 Производство целлюлозы и бумаги	144
Производство целлюлозы	145
Системы регенерации химических веществ	147
6.7.2 Химическая промышленность	152
6.7.3 Нефтяная промышленность	169
6.7.4 Производство текстильных изделий	169
6.7.5 Обработка кожи	172
6.8 Основная категория 8 –Разное	174
6.8.1 Сушка биомассы	174
6.8.2 Крематории	175
6.8.3 Коптильни	177
6.8.4 Химическая чистка	178
6.8.5 Табакокурение	179
6.9 Основная категория 9 – Удаление/Захоронение	181
6.9.1 Захоронения и свалки отходов	182
6.9.2 Канализация и переработка канализационных стоков	184
6.9.3 Сброс в открытые водоемы	187
6.9.4 Компостирование	188
6.9.5 Удаление отработанного масла (не термическое)	189
6.10 Основная категория 10 – "Горячие точки"	190
6.10.1 Места производства хлорированных органических соединений	190
6.10.2 Места производства хлора	190
6.10.3 Места приготовления рецептурных смесей с хлорированными фенолами	190
6.10.4 Места применения хлорированных фенолов	191
6.10.5 Места заготовки и обработки древесины	191
6.10.6 Трансформаторы и конденсаторы, заполненные ПХБ	191
6.10.7 Свалки отходов/Остатки из категорий 1-9	192
6.10.8 Места соответствующих аварий	193
6.10.9 Выемка грунта, землечерпательные работы	193
6.10.10 Места добычи/переработки каолинита или комовой глины	193
7. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ	194
8. Приложение 1: Сводный перечень всех установочных факторов эмиссии	205
9. Приложение 2: Вопросы	214
10. Приложение 3: Представление реестров	229
10.1 Примеры таблиц для представления реестров	229
10.2 Национальные реестры ПХДД/ПХДФ, составленные с помощью Руководства	231
11. Технические приложения	236
11.1 Токсические эквивалентные факторы (ТЭФ)	236
11.3 Единицы измерения атмосферных эмиссий	238
11.3 Теплота сгорания топлива - для Основной категории 3	239
11.4 Переводные коэффициенты для жидкого и газообразного топлива – для Основных категорий 3 и 5	242
11.5 Последовательности отбеливания - для Основной категории 7	243

**Список таблиц**

Таблица 1: Матрица оценки - основные категории источников	32
Таблица 2: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 1	34
Таблица 3: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 2	35
Таблица 4: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 3	36
Таблица 5: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 4	37
Таблица 6: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 5	38
Таблица 7: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 6	38
Таблица 8: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 7	39
Таблица 9: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 8	40
Таблица 10: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 9	40
Таблица 11: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 10	41
Таблица 12: Пример классификации - применительно к термическому производству алюминия	45
Таблица 13: Подкатегории Основной категории 1 – Высокотемпературное сжигание отходов	52
Таблица 14: Факторы эмиссии для высокотемпературного сжигания твердых бытовых отходов	55
Таблица 15: Факторы эмиссии для сжигания опасных отходов	59
Таблица 16: Факторы эмиссии для сжигания медицинских отходов	62
Таблица 17: Факторы эмиссии для сжигания легкой фракции измельченных отходов	64
Таблица 18: Факторы эмиссии для сжигания канализационного ила	67
Таблица 19: Факторы эмиссии для сжигания отходов древесины/биомассы	69
Таблица 20: Факторы эмиссии для сжигания останков животных	71
Таблица 21: Подкатегории Основной категории 2 – Производство черных и цветных металлов	74
Таблица 22: Факторы эмиссии для предприятий по агломерации железной руды	77
Таблица 23: Факторы эмиссии для производства кокса	79
Таблица 24: Факторы эмиссии для черной металлургии и литейного производства	83
Таблица 25: Факторы эмиссии для производства меди	88
Таблица 26: Факторы эмиссии для алюминиевой промышленности	91
Таблица 27: Факторы эмиссии для производства свинца	94
Таблица 28: Факторы эмиссии для производства цинка	96

Таблица 29: Факторы эмиссии для производства латуни и бронзы	97
Таблица 30: Факторы эмиссии в производстве магния	100
Таблица 31: Факторы эмиссии для термических процессов в цветной металлургии	102
Таблица 32: Факторы эмиссии для измельчителей.	103
Таблица 33: Факторы эмиссии для термической регенерации металлов из проводов	104
Таблица 34: Подкатегории Основной категории источников 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии	106
Таблица 35: Факторы эмиссии для производства электроэнергии и производства тепла/энергии в промышленности (с использованием ископаемого топлива)	108
Таблица 36: Факторы эмиссии для производства энергии на биотопливе	111
Таблица 37: Факторы эмиссии для производства электроэнергии с использованием газов из отходов органического происхождения/биогазов и для сжигания в факелах	112
Таблица 38: Факторы эмиссии для отопления домов и приготовления пищи с использованием биотоплива	114
Таблица 39: Факторы эмиссии для отопления в быту с использованием ископаемого топлива	116
Таблица 40: Подкатегории Основной категории 4 – Производство продукции из минерального сырья	118
Таблица 41: Факторы эмиссии для производства цемента	120
Таблица 42: Факторы эмиссии для производства извести	124
Таблица 43: Факторы эмиссии для производства кирпича	125
Таблица 44: Факторы эмиссии для производства стекла	126
Таблица 45: Факторы эмиссии для приготовления асфальтовых смесей	128
Таблица 46: Подкатегории Основной категории 5 - Транспорт	129
Таблица 47: Факторы эмиссии для четырехтактных двигателей (например, пассажирских автомобилей)	130
Таблица 48: Факторы эмиссии для двухтактных двигателей (например, небольших мопедов)	131
Таблица 49: Факторы эмиссии для дизельных двигателей (например, грузовиков)	132
Таблица 50: Факторы эмиссии для двигателей, работающих на тяжелом нефтяном топливе - мазуте и отработанных маслах (например, судовые двигатели)	133

Таблица 51: Подкатегории Основной категории 6 – Неконтролируемые процессы сжигания	135
Таблица 52: Факторы эмиссии для сжигания биомассы	136
Таблица 53: Факторы эмиссии для сгорания отходов и случайных пожаров	139
Таблица 54: Подкатегории Основной категории 7 - Производство и применение химических веществ и потребительских товаров	143
Таблица 55: Факторы эмиссии для целлюлозно-бумажной промышленности: котлы (кубы)	147
Таблица 56: Факторы эмиссии для стоков и илов в целлюлозно-бумажной промышленности	147
Таблица 57: Факторы эмиссии для целлюлозы и бумажной продукции	148
Таблица 58: Концентрации ПХДФ в ПХБ-продуктах	159
Таблица 59: Статистика по утечкам для оборудования, содержащего ПХБ	159
Таблица 60: Факторы эмиссии для производства ЭДХ/ВХМ/ПВХ	165
Таблица 61: Фактор эмиссии для текстильной промышленности	171
Таблица 62: Факторы эмиссии для кожевенной промышленности	173
Таблица 63: Подкатегории Основной категории 8 - Разное	174
Таблица 64: Факторы эмиссии для сушки биомассы	175
Таблица 65: Факторы эмиссии для крематориев	176
Таблица 66: Факторы эмиссии для коптилен	177
Таблица 67: Факторы эмиссии для остатков химической чистки	178
Таблица 68: Факторы эмиссии для табакокурения	179
Таблица 69: Подкатегории Основной категории 9 – Удаление/захоронение	182
Таблица 70: Факторы эмиссии для захоронений и свалок	183
Таблица 71: Факторы эмиссии для канализационного ила	185
Таблица 72: Факторы эмиссии для сброса в открытые водоемы	187
Таблица 73: Факторы эмиссии для компостирования	188
Таблица 74: Факторы эмиссии для ПХБ	192
Таблица 75: Пример таблицы, составленной с помощью программы EXCEL, в которой показаны начальные и итоговые данные по выбросам в воздух, воду, почву, а также поступлению в продукты и остатки	230
Таблица 76: Реестр ПХДД/ПХДФ Уругвая	231
Таблица 77: Реестр ПХДД/ПХДФ Иордании на 2000 год	231
Таблица 78: Реестр ПХДД/ПХДФ Филиппин на 1999 год	231
Таблица 79: Реестр ПХДД/ПХДФ Брунея Даруссалама на 2001 год	232

---

Таблица 80: Реестр ПХДД/ПХДФ Ливана на 1999/2001 годы	232
Таблица 81: Реестр ПХДД/ПХДФ Таиланда на 1999 год	232
Таблица 82: Реестр ПХДД/ПХДФ Польши на 2000 год	233
Таблица 83: Реестр ПХДД/ПХДФ Эстонии на 2000 год	233
Таблица 84: Реестр ПХДД/ПХДФ Латвии на 2000 год	234
Таблица 85: Реестр ПХДД/ПХДФ Литвы на 2001 год	234
Таблица 86: Токсические эквивалентные факторы (ТЭФ) – сравнение двух наиболее часто используемых схем	236
Таблица 87: Теплота сгорания угля	239
Таблица 88: Теплота сгорания кокса	239
Таблица 89: Теплота сгорания нефтепродуктов	240
Таблица 90: Теплота сгорания газа	240
Таблица 91: Теплота сгорания древесины	241
Таблица 92: Теплота сгорания биотоплива	241
Таблица 93: Символы, использующиеся для стадий отбеливания	243

## Список рисунков

	Страница
Рисунок 1: "Жизненный цикл"	
Рисунок 2: Рекомендуемый пятиступенчатый подход к созданию национального реестра выбросов ПХДД/ПХДФ с использованием настоящего Руководства	

## Список использованных сокращений и обозначений

ВОЗ	Всемирная Организация Здравоохранения
ВХМ	Винилхлорид мономер
ЕС	Европейский Союз (15 стран-участниц: Австрия, Бельгия, Великобритания, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Люксембург, Нидерланды, Португалия, Финляндия, Франция, Швеция)
ЕЭК	Европейская экономическая комиссия ООН
К	Градусы Кельвина
КЗВ	Контроль загрязнения воздуха
КПа	КилоПаскаль (= 1 тысяча Паскаль)
кпд	Коэффициент полезного действия
л	Литр
м	Метр
м <sup>3</sup>	Кубический метр (как правило, в условиях эксплуатации без приведения к нормальным условиям, например, температуре, давлению, влажности)
М-ТЭ	Международный токсический эквивалент
М-ТЭФ	Международный токсический эквивалентный фактор
Нм <sup>3</sup>	Нормальный (стандартный) кубический метр; объем, который занимает газ при атмосферном давлении (1,013 мбар) и 273,15 К (0°C)
НО	Не определено/нет данных (другими словами: на настоящий момент результатов измерений не имеется)
НП	Не применимо (несущественная среда-переносчик)
НПВ	Национальный план выполнения (по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях)
Н-ТЭ	Токсический эквивалент по нордической схеме (обычно используется в Северных странах) <sup>1</sup>
об/мин	Обороты в минуту
°С	Градусы Цельсия
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПВХ	Поливинилхлорид
ПРООН	Программа развития Организации Объединенных Наций
ПХБ	Полихлорированные бифенилы
ПХДД	Полихлорированные дибензо-пара-диоксины
ПХДФ	Полихлорированные дибензофураны
ПХФ	Пентахлорфенол
ПХФ-На	Пентахлорфенолят натрия
РВПЗ	Регистры выбросов и переноса загрязнителей
с.в.	Сухое вещество
СИ	Международная система единиц
СОЗ	Стойкие органические загрязнители
т	Тонна (метрическая)
ТБО	Твердые бытовые отходы
ТЭ	Токсический эквивалент
ТЭФ	Токсический эквивалентный фактор
ЭДХ	Этилендихлорид = 1,2-дихлорэтан

<sup>1</sup> В настоящем Руководстве не делается различий между показателями эмиссии или факторов эмиссии, приведенных в М-ТЭ или Н-ТЭ.

ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде
ЮНИДО	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию ***
Adt	Тонна (целлюлозы) при воздушной сушке
BAT	Наилучшие имеющиеся методы (Best Available Techniques)
BEP	Наилучшие виды природоохранной деятельности (Best Environmental Practice)
CORINAIR	Европейская база данных по атмосферным эмиссиям (Core Inventory of Air Emissions)
ECVM	Европейский Совет производителей винила (European Council of Vinyl Manufacturers)
EMEP	Программа сотрудничества по мониторингу и оценке широкомасштабного трансграничного загрязнения воздуха в Европе (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe)
IPPC	Комплексное предотвращение загрязнения и контроль – Integrated Pollution Prevention and Control
LRTAP	Конвенция по широкомасштабному трансграничному загрязнению воздуха (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution)
Mg	Магний
NaOH	Гидроксид натрия
Na <sub>2</sub> S	Сульфид натрия
NATO/CCMS	Организация Североатлантического Договора (НАТО)/Комитет по проблемам современного общества (North Atlantic Treaty Organization/Committee on Challenges of Modern Society)
NFR	Номенклатура для отчетности (Nomenclature for Reporting)
SNAP	Отобранная номенклатура по загрязнению воздуха (Selected Nomenclature for Air Pollution)

### Единицы измерения Системы СИ

г	Грамм 10 <sup>0</sup> г
кг	Килограмм 10 <sup>3</sup> г
т	Тонна 10 <sup>6</sup> г (1000 кг) = Мг – Мегаграмм (1 миллион грамм)
кт	Килотонна 1000 т
г	Грамм 10 <sup>0</sup> г
мг	Миллиграмм 10 <sup>-3</sup> г
мкг	Микрограмм 10 <sup>-6</sup> г
нг	Нанограмм 10 <sup>-9</sup> г
пг	Пикограмм 10 <sup>-12</sup> г
кДж	килоДжоуль 10 <sup>3</sup> Дж
МДж	мегаДжоуль 10 <sup>6</sup> Дж
ГДж	гигаДжоуль 10 <sup>9</sup> Дж
ТДж	тераДжоуль 10 <sup>12</sup> Дж
МВт	Мегаватт
МВтч	Мегаватт час

Па                    Паскаль  
кПа                  килоПаскаль  $10^3$  Па

**Неметрические единицы измерений**

Галлон              = 0,1337 куб.фунтов =  $0,0038 \text{ м}^3$   
Фунт                = 0,4536 кг  
Дюйм                = 2,54 см =  $0,0254 \text{ м}$

## **0. РЕЗЮМЕ**

Настоящее Руководство представляет методологию, направленную на помощь странам в развитии национальных реестров для оценки выбросов ПХДД/ПХДФ, а также на содействие в их совершенствовании и уточнении. Цель Руководства – направлять создателей реестров в стране с помощью предоставления методик, указания этапов развития реестра, описания примеров и проверки параметров классификации. Руководство также освещает пути поступления ПХДД/ПХДФ в окружающую среду. Наконец, Руководство является достаточно полным даже для характеристики выбросов с точки зрения порядка их объема и по отраслям в целом.

В мире имеется лишь несколько национальных реестров выбросов полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов и полихлорированных дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ). В обзоре Подпрограммы ЮНЕП по химическим веществам 1999 года (UNEP Chemicals, 1999) выявлено лишь пятнадцать подобных реестров, практически все они предоставлены развитыми Северными странами. С тех пор был составлен и опубликован еще один реестр – реестр для Новой Зеландии.

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, глобальный законодательно значимый договор, требует от сторон сведения к минимуму, а где это возможно, к остановке выбросов ПХДД/ПХДФ. Следовательно, источники непреднамеренно производимых диоксинов должны быть количественно оценены, а методики, используемые для их оценки, должны быть совместимыми для того, чтобы было возможно осуществлять мониторинг выбросов диоксинов во времени и в пространстве.

Существующие реестры ПХДД/ПХДФ не удовлетворяют этим целям. Многие из них неполны, устарели или не обладают унифицированной структурой. Составители реестров, в которых не учтены некоторые потенциально важные источники ПХДД/ПХДФ, возможно вследствие нехватки в стране соответствующей информации, ошибочно полагают, что эти источники не существенны и не требуют принятия эффективных мер контроля. Кроме того, лишь некоторые реестры рассматривают выбросы, отличные от выбросов в атмосферу.

Для того чтобы помочь странам, выявляющим источники диоксинов и фуранов и проводящим оценку их выбросов, Подпрограммой ЮНЕП по химическим веществам было разработано "Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов". В дополнение к этому, Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам осуществляет программу по наращиванию потенциала и проводит учебные семинары для помощи странам в их подготовке к принятию Конвенции по СОЗ.

Руководство было составлено с учетом опыта, накопленного составителями реестров. Структура категорий источников была разработана базовой группой при консультациях с конечными пользователями из стран, которые ждут помощи в составлении реестров. Руководство разработано как простая и стандартизированная методика в дополнение к базе данных с тем, чтобы была возможность составлять сопоставимые национальные и региональные реестры ПХДД/ПХДФ. Настоящее Руководство было разработано для использования странами, в которых нет собственных данных измерений ПХДД/ПХДФ из своих источников; они могут использовать установочные факторы эмиссии, приводимые в Руководстве. Однако настоящее Руководство также полезно для стран, которые обладают собственными результатами измерений и хотели бы применять свои собственные факторы эмиссии.

Компиляция реестров должна обеспечивать их сопоставимость, быть время- и ресурсосберегающей и достаточно точной для надежного выявления основных источников и отсутствующих ключевых данных. Для применения Руководства и составления реестра нет необходимости проводить исследование эмиссий. Предполагается также, что этот процесс является гибким. По мере поступления новых данных об эмиссиях, факторы эмиссии и база данных по описанию процессов могут пересматриваться и совершенствоваться, а новые значения могут быть использованы для улучшения реестра в целом.

Ключевыми элементами настоящего Руководства являются следующие:

**Эффективная методология** для выявления соответствующих промышленных и непромышленных процессов, в результате которых в какой-либо стране выбросы ПХДД и ПХДФ поступают в воздух, воду, почву, а также в продукты и отходы, а также для анализа этих выбросов с целью выявления наиболее значимых из них.

**Руководство по сбору информации** о соответствующих процессах, что будет способствовать подразделению процессов на классы со сходными эмиссиями.

**Подробная база данных** по факторам эмиссии, которая предоставляет подходящие установленные данные, характерные для всего класса, к которому отнесены процессы. Эта база данных в будущем может обновляться, по мере того как появляются новые данные по эмиссиям.

**Руководство по составлению и представлению** реестра при использовании как установочных факторов эмиссии, так и любых данных, специфичных для страны, причем обеспечивающее сопоставимость итоговых реестров.

Информация о поступлении ПХДД/ПХДФ относится к пяти основным средам, в которые происходят выбросы ПХДД/ПХДФ, или в которых осуществляется их перенос: воздуху, воде, почве, отходам (остаткам) и продуктам. При комплексном подходе должны рассматриваться все ПХДД/ПХДФ, поступающие из конкретного источника или в результате определенного вида деятельности (хотя из этого не следует, что выбросы во все среды равноценны по своим последствиям).

Основной принцип - получить “статистику деятельности”, которая количественно характеризует процесс (например, тонны продукта в год) и “факторы эмиссии”, которые описывают поступление ПХДД/ПХДФ в среды в расчете на единицу, характеризующую деятельность предприятия (например, мкг М-ТЭ/т). Перемножение двух вышеназванных величин дает значение годовых эмиссий. Далее применяется разработанный метод и, в соответствии с пятью этапами, указанными на Рис.2 (Раздел 4), составляется реестр. Разработанная матричная схема оценки (Таблица 1, Раздел 4.1) выделяет десять основных категорий источников, включающих промышленные и непромышленные источники, а также хранилища и загрязненные участки. Для каждой основной категории приведен перечень подкатегорий, более детально характеризующих рассматриваемый процесс. Для каждого типа процесса представлены его ключевые параметры или характеристики. Таким образом, можно установить поступление во все среды, по которым имеются данные. Для правильного и простого выбора необходимого фактора эмиссии из базы данных может быть использована относительно легко доступная информация о предприятии и процессе или более подробная информация, полученная из заполненного вопросника.

Процесс сбора подробной информации по процессам, происходящим в стране, необходимо выбирать с учетом конкретной ситуации. Во многих случаях достаточно будет централизованных статистических данных. Иногда может потребоваться

проведение анкетирования каждого отдельного предприятия; примеры соответствующих вопросников приведены в настоящей публикации. Как только получены статистические данные о хозяйственной деятельности, можно оценить диапазон потенциальных эмиссий путем применения наибольшего и наименьшего факторов эмиссии ко всей этой деятельности. Подобная информация может помочь в определении приоритетов для более подробного сбора данных.

Рекомендации по представлению результатов направлены на то, чтобы реестры были понятны, последовательны и сопоставимы. Результаты могут обновляться и изменяться по мере обновления и изменения статистических данных о хозяйственной деятельности и факторов эмиссии. Руководство позволяет включать наряду с оценками, полученными с применением установочных факторов эмиссии, данные имеющихся измерений или национальные оценки, если таковые проведены. Станут видимыми пробелы в данных, неточности и расхождения между характеристиками процессов в какой-либо стране и факторами эмиссии, полученными на основе международных литературных данных.

Итоговые реестры стран ясно покажут, что были учтены все потенциальные источники, даже если в какой-либо стране определенный вид хозяйственной деятельности не развит, или роль его незначительна. Для каждого источника в стране будет дана оценка выбросов во все среды там, где имеются достаточные данные, и дано указание на вероятный порядок величины там, где полных данных нет. Может быть включена дополнительная информация, такая, как планы по обновлению технологических процессов или неизбежному закрытию предприятий. В целом этот процесс поможет интерпретировать результаты и выделить приоритеты для дальнейших действий.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Диоксины и фураны, более точное название - полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) - являются двумя из двенадцати "стойких органических загрязнителей" (СОЗ), которые подпадают под Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях. ПХДД/ПХДФ, наряду с полихлорированными бифенилами (ПХБ) и гексахлорбензолом (ГХБ), включены в Приложение С Стокгольмской конвенции о СОЗ; они производятся непреднамеренно, и их часто называют "побочными продуктами". Все СОЗ, приведенные в Приложении С, требуют "постоянного сведения к минимуму и, по возможности, полного устранения" (SC, 2001). В соответствии с параграфом (а) Статьи 5 Конвенции требуется разработка и выполнение планов действий для "выявления, характеристики и принятия мер в отношении выбросов химических веществ, перечисленных в Приложении С", а в подпараграфе (i) уточняется, что план действий должен включать "разработку и ведение реестров источников и оценок выбросов".

В Решении 18/32 Совета управляющих ЮНЕП, принятом в Найроби в мае 1995 года, непосредственно указывается на необходимость принятия международных мер по сокращению и ликвидации выбросов и эмиссий СОЗ.

В своем решении 19/13С от 7 февраля 1997 года Совет управляющих обратился к ЮНЕП с просьбой собрать и предоставить странам информацию по следующим темам: альтернативы СОЗ, реестры ПХБ и имеющиеся возможности по уничтожению, а также источники и стратегии управления для ПХДД/ПХДФ. В ответ на этот запрос ЮНЕП провела ряд региональных и субрегиональных семинаров по повышению осведомленности стран с тем, чтобы информировать их о СОЗ и о Стокгольмской конвенции. Частой просьбой участников этих семинаров являлась просьба оказать содействие в оценке выбросов ПХДД и ПХДФ в пределах их стран и/или регионов. Участники выражали свою обеспокоенность возможным действием этих соединений, которые образуются непреднамеренно, как побочные продукты, в ряде процессов.

Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам (UNEP, 1999) провела обзор некоторых национальных реестров ПХДД/ПХДФ. К сожалению, эти реестры составлены не в сопоставимой форме. Отсутствовал международно принятый перечень источников (все еще обнаруживают новые источники, и в различных странах доминируют различные источники), а данные об объеме выбросов из них могут меняться по мере поступления новых данных и изменений в технологии. Некоторые реестры не рассматривали потенциально важные источники ПХДД/ПХДФ вследствие недостаточности информации по ним, что могло привести к недопустимому заключению о том, что эти источники незначительны. Начиная с 1999 года и весь 2000 год Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам осуществляла программу по наращиванию потенциала, а также проводила учебные семинары с тем, чтобы помочь странам в подготовке к Конвенции по СОЗ. В январе 2001 года Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам в рамках ЮМС (Международной программы по обоснованному управлению химическими веществами) издала проект "Методического руководства по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов". Он был переведен на испанский, французский и русский языки. В дальнейшем ЮНЕП, в сотрудничестве с другими организациями, инициировала ряд проектов для практической проверки применения Руководства, и было составлено несколько реестров диоксинов и фуранов, используя методику, изложенную в Руководстве. Ряд реестров еще находятся в стадии разработки.

В июне 2002 года Решением 6/4 Шестой сессии Межправительственного комитета для ведения переговоров Стокгольмской Конвенции было:

1. Отмечено, что “Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов” (Руководство) Программы ООН по окружающей среде предоставляет основу для развития временных руководств по оценке настоящих и планируемых выбросов химических веществ, перечисленных в Приложении С Стокгольмской конвенции о стойких органических соединениях;
2. Отмечено далее, что представляется целесообразным обновить Руководство и включить дополнительно химические вещества, факторы эмиссии, другие уровни детализации с тем, чтобы повысить его практическое значение;
3. Предложено Правительствам и другим заинтересованным лицам представить в секретариат свои предложения и замечания по обновлению и расширению Руководства до 31 декабря 2002 года;
4. Выражено пожелание к секретариату разработать обновленный и расширенный вариант Руководства, принимая во внимание полученные замечания, а также опыт практического применения Руководства в странах, и представить его на рассмотрение следующей сессии Межправительственного комитета для ведения переговоров”.

В первом выпуске учтены предложения и замечания, полученные к маю 2003 года от правительств и неправительственных организаций, опыт практического применения Руководства, особенно в странах Азии и Латинской Америки, а также результаты программы отбора и анализа проб, проведенной в Таиланде.

Следует отметить, что в первом выпуске Руководства рассматриваются выбросы только полихлорированных дибензо-п-диоксинов и полихлорированных дибензофуранов. Необходимо предпринять отдельные усилия для разработки Руководств по полихлорированным бифенилам (ПХБ) и гексахлорбензолу (как побочным продуктам).

Настоящее Руководство разработано с тем, чтобы, как минимум, охватить все категории источников и процессы, перечисленные в Приложении С, Частях II и III Стокгольмской конвенции, которые приводят к выбросам ПХДД/ПХДФ. Настоящее Руководство может использоваться в тех случаях, когда нет данных измерений, или когда уже имеются данные измерений и факторы эмиссии.

Основными целями Руководства являются:

- Полный охват, простота изложения и применения;
- Логический и прагматический подход к предмету;
- Практически применимая и рациональная группировка и выделение классов и факторов эмиссии;
- Возможность создания международно совместимых реестров.

## 2. ЦЕЛИ И ОГРАНИЧЕНИЯ

### 2.1 Цели

Это Руководство является методологией, разработанной с тем, чтобы помочь странам в развитии своих реестров для оценки выбросов ПХДД/ПХДФ, а также облегчить для них процесс совершенствования и расширения этих реестров. Целью Руководства является решать задачи составителей реестра в стране в плане методологии и стадийности разработки реестра путем предоставления примеров и контроля параметров для классификации источников. Руководство также выделяет пути поступления ПХДД/ПХДФ в окружающую среду. Наконец, Руководство является достаточно основательным документом, чтобы охарактеризовать порядок величины выбросов, а также их объемы по секторам в целом.

В то время как другие имеющиеся международные технологии разработаны для оценки действия на отдельные объекты окружающей среды, Руководство нацелено на предоставление методологии и соответствующих факторов эмиссии для выбросов ПХДД/ПХДФ во все среды (воздух, вода, почва, продукты и остатки). Целью Руководства является предоставление простой и стандартизированной методики и сопровождающей ее базы данных для разработки сопоставимых национальных и региональных реестров ПХДД/ПХДФ. В него включена рекомендованная ЮНЕП процедура по эффективному составлению реестров источников и выбросов ПХДД/ПХДФ. Лишь сопоставимые данные по источникам выбросов ПХДД/ПХДФ дают ясную глобальную картину масштабов выбросов, что способствует определению приоритетных действий по контролю или сокращению выбросов. Целью этого процесса является сопоставимость данных в международном масштабе.

Процесс составления реестров должен быть ресурсосберегающим (т.е. не занимать слишком много времени) и достаточно точным с тем, чтобы надежно выявлять основные источники и основные пробелы в данных. Реестры следует представлять в стандартной форме. Для использования Руководства и составления реестра не обязательно проводить замеры эмиссий.

Также предполагается, что Руководство можно будет адаптировать. База данных по факторам эмиссии может пересматриваться и улучшаться в результате появления новых данных об эмиссиях или о совершенствовании технологий. Это скорее демонстрационная версия, а не исчерпывающий реестр, и предназначен он для успешного выявления большинства значимых источников выбросов. Мы полагаем, что быстрота и простота использования Руководства более важны для его пользователей, чем недостижимая цель 100%-ой точности данных.

Руководство включает:

- Эффективную методологию для выявления соответствующих промышленных и непромышленных процессов, в результате которых образуются выбросы ПХДД и ПХДФ, и для предварительной их оценки с целью выявления наиболее значимых.
- Руководство по сбору информации об определенных процессах для распределения по соответствующим классам процессов, которые характеризуются одинаковыми эмиссиями.
- Подробную и динамичную базу данных по факторам эмиссии, в которой содержатся установочные данные, характерные для различных классов процессов.

- Руководство по составлению реестра и представлению результатов с использованием как установочных факторов эмиссии, так и любых других данных, специфичных для страны, причем обеспечивающее сопоставимость итоговых реестров. Представление данных выявит имеющиеся пробелы в данных и выделит диапазоны эмиссий, для которых недостижима точная классификация.

Руководство разработано для использования во всех странах. В него могут вноситься специфичные для страны данные с тем, чтобы дополнить установочные факторы эмиссий. Различные страны будут по-разному исследовать отрасли хозяйства в зависимости от имеющихся ресурсов и местной значимости исследуемого источника. Возможно, когда-либо в будущем было бы целесообразно провести дополнительную работу по конкретным источникам по мере появления новой информации или средств. Использование установочных факторов эмиссии наряду с данными измерений на местах поможет уточнить и усовершенствовать Руководство для использования его в других странах.

## **2.2 Ограничения**

Большинство из имеющихся реестров содержат данные, полученные для промышленно развитых стран. В недавнем обзоре (UNEP, 1999) выявлено 15 таких реестров, однако они составлялись не унифицированно, а данные не относятся к одному и тому же году. С того времени в ряде других стран было опубликовано несколько реестров (Fiedler, 2003 и ссылки, приведенные в работе).

В некоторых случаях оценки выбросов были сделаны только для одного типа процессов (например, только для промышленных процессов). В некоторых были использованы значения факторов эмиссии из литературных источников для дополнения данных измерений, проведенных на местах, но фактически все они описывают процессы и приводят факторы эмиссии, полученные в развитых странах. Сравнительно мало известно о процессах и факторах эмиссий для процессов и технологий, применяющихся в менее развитых странах, об эмиссиях и выбросах из оборудования, произведенного на местах, такого как печи, а также о специфичных для регионов сырьевых ресурсах и исходных материалах.

Реестр может предоставить ценную информацию о порядке величин выбросов в каждую из сред, а также о поступлении в продукты и остатки. Он может лишь характеризовать источники возможного влияния, но он не может служить точным справочником о действии этих выбросов на человека или экосистему, поскольку судьба ПХДД и ПХДФ при каждом выбросе значительно различается.

Реестры выбросов или эмиссий составлялись странами в соответствии с требованиями национальных регламентов или иных соглашений. Однако следует отметить, что эти реестры могут включать информацию скорее вследствие необходимости, а не по Стокгольмской конвенции. Примерами являются группировки выбросов, составленные в соответствии с промышленными правилами, например, по SNAP/CORINAIR (Selected Nomenclature for Air Pollution/ Core Inventory of Air Emissions – Отобранная номенклатура по загрязнению воздуха / Европейская база данных по атмосферным эмиссиям) по Орхусскому протоколу Европейской экономической комиссии ООН или по Кодексу NFR (Nomenclature for Reporting – Номенклатура для отчетности). Руководство не следует этим группировкам выбросов, поскольку задачи их составления отличаются от целей Стокгольмской конвенции и реестров выбросов, создаваемым в соответствии с Конвенцией. Стокгольмская конвенция рассматривает выбросы

органических побочных продуктов из антропогенных источников, причем рассматривает их в международном масштабе.

Процесс составления реестров является сложным и в него вовлекаются многие заинтересованные стороны. Для того чтобы облегчить задачу пользования Руководством и дать странам возможность выявить источники ПХДД/ПХДФ, а также создать их первые реестры диоксинов и фуранов, ЮНЕП организовала учебные семинары на субрегиональном уровне. ЮНЕП также предоставляет прочую информацию по вопросу и сотрудничает с другими организациями (ПРООН, ЮНИДО, Всемирный банк), в то время как страны внедряют свои Национальные планы выполнения в соответствии со Стокгольмской конвенцией о СОЗ. Руководство предназначено для быстрого выявления важных источников ПХДД/ПХДФ и, таким образом, оно предоставляет общую картину выбросов, а также процессов и видов деятельности, приводящих к ним. В результате составленные реестры ПХДД/ПХДФ помогут странам в их непосредственных усилиях по выявлению приоритетов среди источников ПХДД/ПХДФ для выполнения мер по сведению к минимуму выбросов ПХДД/ПХДФ. Это также поможет оценить относительную значимость диоксинов и фуранов в национальном плане выполнения для каждой страны.

Хотя большая часть измерений концентраций проведена в развитых странах, а последние данные относятся к современным процессам и технологиям, факторы эмиссии, представленные в настоящем Руководстве, учитывают условия менее сложных и хуже контролируемых процессов, старых или более примитивных технологий и др. При экстраполяции результатов с целью "создания" факторов эмиссии для предприятий, процессов и видов деятельности с плохим контролем или его отсутствием учитывался опыт стран ОЭСР на начальном этапе измерений ПХДД/ПХДФ. Эти классы факторов эмиссии – обычно класс 1 или класс 2 в пределах каждой из подкатегорий – могут быть применимыми для оценки выбросов из небольших и простых предприятий в развивающихся странах. Результаты совместного проекта ЮНЕП/GTZ/PCD по отбору проб и анализу в Таиланде показали, что современные технологии существуют и в развивающихся странах и, следовательно, могут применяться низкие значения факторов эмиссии (UNEP, 2001).

Несмотря на то, что в Руководстве представлено множество категорий источников ПХДД/ПХДФ, могут быть выявлены другие процессы или виды деятельности, которые подозрительны в отношении выбросов ПХДД/ПХДФ или в которых определены единичные случаи выбросов ПХДД/ПХДФ. Очень часто подобные виды деятельности подпадают под одну из перечисленных подкатегорий. Например, сжигание автомобильных покрышек в первом приближении может быть отнесено к категории открытого сжигания отходов, или этот случай рассмотрен, как если бы сгорел дом. Учитывая частоту возникновения подобного случайного сжигания по сравнению с количествами отходов, сжигаемыми открыто, общие выбросы в этой категории открытого сжигания могут не измениться.

### **2.3 Дальнейшая информация**

Настоящее Руководство предназначено для подготовки реестра выбросов по полихлорированным дибензо-п-диоксином (ПХДД) и полихлорированным дибензофураном (ПХДФ), как это требуется в соответствии с подпараграфом (а) Статьи 5 Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. Она охватывает все среды, через которые поступают ПХДД/ПХДФ (воздух, вода, почва, продукты, остатки) в результате хозяйственной деятельности в промышленности и в быту через выявление источников и количественную оценку выбросов для двух классов

непреднамеренно производимых СОЗ. Другие конвенции в отношении химических веществ, как правило, охватывают большее количество химических веществ, но они ограничены по сфере регулирования, рассматривают лишь одну среду, с которой поступает вещество, нацелены на отдельные отрасли промышленности или проблемы отдельной страны. Много информации и экспертных оценок можно почерпнуть из документации в отношении методологии, применяемой другими организациями, хотя эти документы различны по своему охвату и тематике. К ним можно также обратиться при более детальной проработке вопроса и применении в рамках Руководства. Некоторые примеры приведены ниже вместе с указанием соответствующих адресов в международной сети Интернет.

Орхусский протокол Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН по стойким химическим загрязнителям (1998) в соответствии с Конвенцией ЕЭК ООН по широкомасштабному трансграничному загрязнению воздуха (LRTAP): эта Конвенция является конвенцией по борьбе с загрязнением воздуха. Подготовлено Руководство по учету эмиссий ЕМЕП/CORINAIR как руководство по методологиям составления реестров атмосферных эмиссий.

Адрес Протокола: [http://www.unecce.org/env/lrtap/pops\\_h1.htm](http://www.unecce.org/env/lrtap/pops_h1.htm)

Адрес ЕМЕП: <http://www.EMEP.int>

Адрес Руководства: <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR3/en>

Гармонизированная количественная оценка и процедуры отчетности для опасных веществ (HARP-HAZ). Этот проект ведется Норвежским государственным органом по контролю загрязнения (SFT), по нему сообщается только об эмиссиях в морскую среду (и преимущественно для стран Северной Европы).

Адрес: <http://www.sft.no/english/harphaz/>

Регистры выбросов и переноса загрязнителей (РВПЗ). Они будут созданы в соответствии с рекомендациями, содержащимися в Главе 19 Повестке дня на 21-й век, принятой на Конференции ООН по охране окружающей среды и развитию. Правительства и соответствующие международные организации в сотрудничестве с промышленностью должны (помимо прочего) "совершенствовать базы данных и информационные системы по токсичным химическим веществам, такие как программы реестров эмиссий...".

Адрес информационного центра: <http://www.chem.unep.ch/prtr/Default.htm>

Директива IPPC – Комплексное предотвращение загрязнения и контроль Европейского Союза. Эта директива касается сведения к минимуму загрязнения, поступающего из различных источников по всему Европейскому Союзу. Все установки, перечисленные в Приложении к Директиве, должны иметь разрешение властей в странах ЕС. Эти Разрешения должны основываться на концепции наилучших имеющихся методов (ВАТ). Также было решено, что лицам, определяющим политику, а также общественности, в широком понимании этого слова, необходима более подробная информация по этому вопросу. В соответствии с Директивой должен быть создан Европейский регистр загрязняющих эмиссий (ЕПЕР) для информирования об объемах загрязнения, ответственность за которые несут различные установки.

Адрес Директивы IPPC: <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>

Адрес документов ВАТ: <http://eippcb.jrc.es/>

Адрес ЕПЕР: [http:// europa.eu.int/comm/environment/ippc/eper/index.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/eper/index.htm)

Комиссия OSPAR (Осло-Париж) по охране морской среды. Комиссия разработает программы и меры по выявлению, определению приоритетов, мониторингу и контролю (т.е. предотвращению и/или сокращению и/или ликвидации) эмиссий, выбросов и потерь опасных веществ, которые достигают или могут достичь морской среды Северной Атлантики.

Адрес: <http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>

Комиссия по охране Балтийского моря (Хельсинская комиссия – ХЕЛКОМ). Деятельность этой комиссии заключается в охране Балтийского моря от всех источников загрязнения через межправительственное сотрудничество стран участниц.

Адрес: <http://www.helcom.fi/helcom.html>

Национальный реестр загрязнений Австралии. Австралия разработала базу данных, где эмиссии оцениваются для промышленных предприятий по всей стране и для диффузных источников.

Адрес: <http://www.npi.gov.au/>

По реестрам ПХДД/ПХДФ информацию можно найти в ряде международных публикаций (например, Fiedler, 2003), в отчете Подпрограммы ЮНЕП по химическим веществам (1999) и на веб-страницах региональных организаций, таких как Европейской комиссии (ЕС – <http://europa.eu.int/comm./environment/dioxin/>), Комиссии по экономическому сотрудничеству (СЕС – <http://www.cec.org/home/>) и на некоторых правительственных сайтах ряда стран и организаций.

### 3. ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫБРОСЫ ПХДД И ПХДФ

#### 3.1 Образование ПХДД/ПХДФ

ПХДД/ПХДФ образуются при многих производственных процессах и видах деятельности. В Приложении С Стокгольмской конвенции приведены два их списка. Помимо того, что они формируются как побочные продукты, непреднамеренно полученные при производстве или удалении, они могут попадать в процессы с загрязненным сырьем. Следовательно, ПХДД/ПХДФ можно встретить даже там, где ПХДД/ПХДФ в конкретном процессе не образуются. Пути образования ПХДД/ПХДФ можно подразделить на две большие категории: (а) образование при термических процессах и (б) образование в процессах мокрой химии (более детально см. UNEP, 2003a).

(а) ПХДД/ПХДФ образуются в следовых количествах при процессах сгорания в соответствии с двумя основными путями:

1. Так называемый синтез *de novo*, при котором ПХДД/ПХДФ образуются из неэкстрагируемых углеродных (С) структур, основа которых отлична от конечного продукта (ПХДД/ПХДФ); и
2. Образование промежуточного продукта/реакции через арильные структуры, получившиеся либо при неполном ароматическом окислении, либо при циклизации углеводородных фрагментов.

Образованию ПХДД/ПХДФ при термических процессах способствует наличие одного или нескольких из четырех условий:

- Высокотемпературные процессы (при охлаждении газообразных продуктов сгорания в температурном диапазоне примерно 200-450°C) и/или неполное сгорание;
- Органический углерод;
- Хлор;
- Продукты, содержащие ПХДД/ПХДФ.

(б) В химических производственных процессах образованию ПХДД и ПХДФ способствует наличие одного или нескольких из нижеследующих условий:

- Высокая температура (свыше 150°C);
- Щелочная среда (особенно при очистке);
- Ультрафиолетовая радиация или иные радикальные условия, запускающие реакцию.

Данные Gullett и др., полученные при проведении экспериментов по сжиганию отходов в отсутствие контроля, показали, что потенциал образования ПХДД/ПХДФ не зависит от одного показателя. Высокие концентрации ПХДД/ПХДФ были обнаружены при сжигании “нормальных” бытовых отходов. Концентрации возрастали, когда либо увеличивалось содержание хлора (независимо от его природы – органический или неорганический), либо возрастала влажность, либо росла нагрузка, либо присутствовали металлы-катализаторы, либо, в целом, условия сгорания были плохими.

ПХДД/ПХДФ являются стойкими в окружающей среде и могут перемещаться между средами (например, поступать в воду со стоком из почв). Подобный перенос играет большую роль при воздействии ПХДД/ПХДФ на человека. Однако воздействие на окружающую среду или организм человека в настоящем Руководстве количественно не оценивается. В Руководстве основное внимание уделяется тем видам хозяйственной деятельности, которыми непосредственно управляет человек, и рассматриваются только ПХДД/ПХДФ.

В Руководстве рассмотрены **прямые** выбросы ПХДД/ПХДФ в следующие пять сред/отделов (Рис.1):

- Воздух;
- Вода (пресная, океаническая, эстуарийная; с последующим поступлением в отложения);
- Почва;
- Отходы (включая некоторые виды жидких отходов, илов и твердых отходов, с которыми обращаются, как с отходами, и которые удаляют в качестве таковых, или которые можно рециркулировать);
- Продукты (такие как смеси химических соединений или потребительские товары, например, бумага, текстиль и др.).

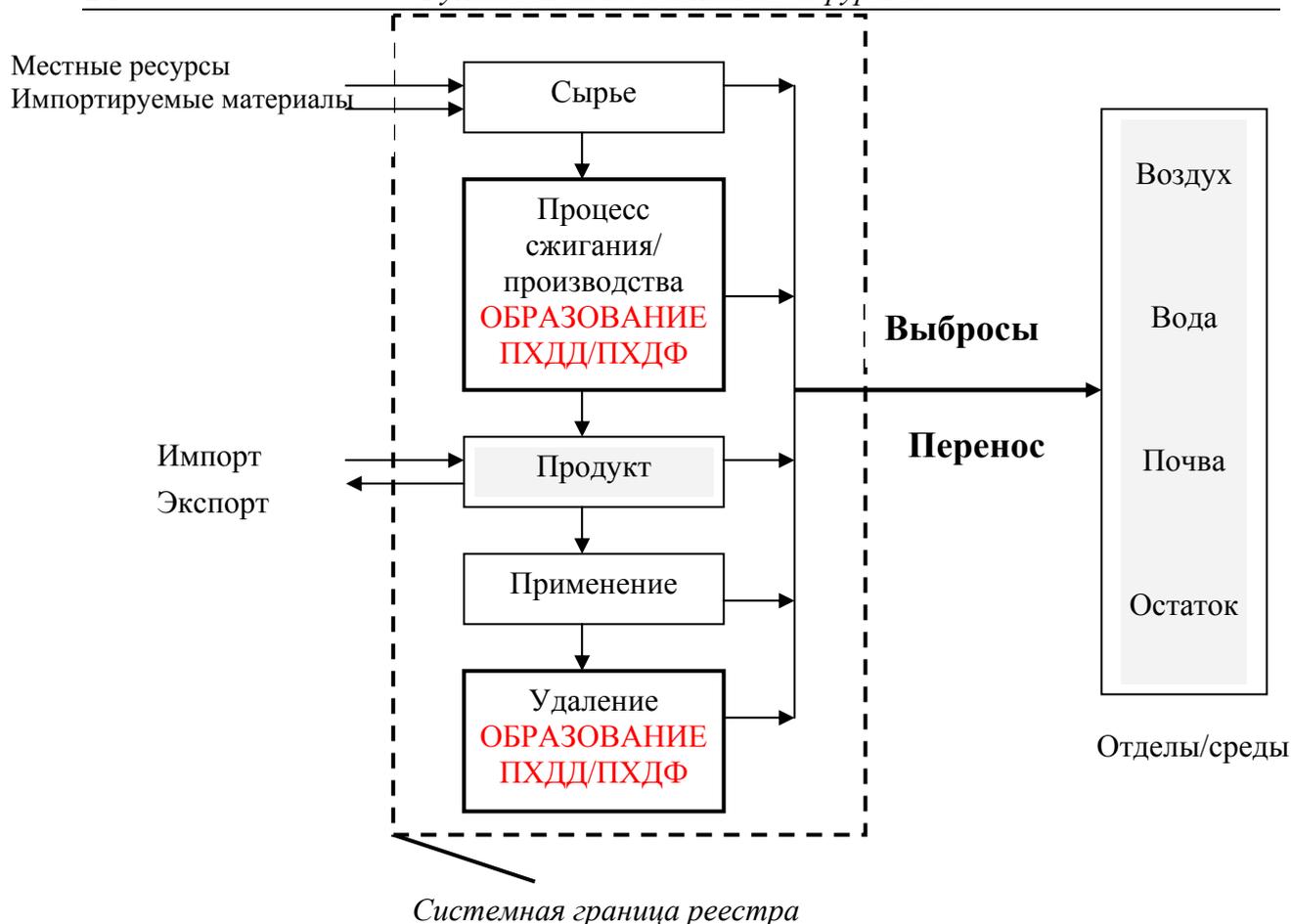


Рисунок 1: “Жизненный цикл“ ПХДД/ПХДФ

Затемненные рамки показывают объекты/среды, которые могут содержать ПХДД/ПХДФ и должны быть количественно охарактеризованы в реестре ПХДД/ПХДФ;

Рамки, выделенные жирными линиями, показывают стадии, на которых возможно образование ПХДД/ПХДФ;

Пунктирная линия показывает охват реестра, в пределах которого будут собираться данные;

Примечание: Вторичные источники-хранилища не отражены на рисунке, но могут быть включены в среду “почва”.

В принципе, выбросы из приведенных источников в любую из принимающих сред могут привести к образованию хранилищ ПХДД/ПХДФ. Сильнозагрязненные участки-хранилища, потенциально являющиеся вторичными источниками, рассматриваются как отдельная категория (Категория 10 – Горячие точки).

Руководство рассматривает, как минимум, все источники и виды деятельности, перечисленные в Части II Приложения С, в соответствии с которым требуется применение наилучших имеющихся методов для снижения выбросов новых источников и источников, перечисленных в Части III этого же приложения.

Руководство рассматривает большее число источников, чем то, которое перечислено в Части III Приложения С.

Эмиссии ПХДД и ПХДФ поступают из четырех типов источников. Три из них включают:

- Процессы производства химической продукции, например, производство хлорированных фенолов и оксихлорирование смешанного сырья для производства некоторых хлорированных растворителей, а также производство целлюлозы и бумаги, используя элементарный хлор для химического отбеливания.
- Термические процессы и процессы сжигания, включая высокотемпературное сжигание отходов, сжигание твердого и жидкого топлива и термическую обработку металлов.
- Биогенные процессы, в которых из первичного материала могут образоваться ПХДД/ПХДФ, например, пентахлорфенол.

Четвертый тип источников – источники, образовавшиеся в прошлом:

- Источники-хранилища, такие как заброшенные свалки загрязненных отходов, а также почвы и отложения, в которых в течение продолжительного периода аккумулировались ПХДД/ПХДФ.

Сведение к минимуму или ликвидация образования и выбросов ПХДД/ПХДФ являются дальнейшими требованиями в соответствии с Стокгольмской конвенцией о СОЗ. Для достижения этой цели требуется предпринять или распространить внедрение наилучших имеющихся методов (Best Available Techniques - BAT) и наилучшие виды природоохранной деятельности (Best Environmental Practice - BEP). Экспертная группа по BAT и BEP предоставит руководство и методические материалы. Итоговое руководство и методические материалы будут приняты Конференцией сторон.

## **3.2 Прямые выбросы ПХДД/ПХДФ**

### **3.2.1 Поступление в воздух**

Поступление ПХДД/ПХДФ в атмосферу происходит как из стационарных источников, так и из диффузных, или рассеянных источников. Стационарные источники, в основном, связаны с промышленной деятельностью, такой как производство и переработка, а диффузные, в основном, относятся к использованию и применению продуктов, содержащих ПХДД/ПХДФ. Поступающие из какого-либо из этих двух категорий источников ПХДД/ПХДФ могут переноситься на большие расстояния, так что ПХДД/ПХДФ можно обнаружить в воздухе в местах, удаленных от источника выброса.

Примерами процессов, в ходе которых происходит выброс в воздух отходящих газов, содержащих ПХДД/ПХДФ, являются следующие:

- Процессы сжигания;
- Обработка металла, например, агломерация, плавление и др.;
- Сушка и обжиг, коптильни и др.;

- Прочие промышленные термические процессы, например, пиролиз, рециркуляция шлака, крекинг и др.

Фактический потенциал образования диоксинов и их фактический выброс будут зависеть от условий процесса и применяемых мер контроля загрязнения воздуха. Для многих процессов были разработаны технологии для снижения образования ПХДД/ПХДФ и сведения уровня эмиссий к минимуму.

### 3.2.2 Поступление в воду

Поступление ПХДД/ПХДФ в воду может происходить при сбросе сточных вод, стоке с загрязненных участков, выщелачивании со свалок, захоронении отходов, использовании диоксин-содержащих химических веществ (например, при применении пестицидов) и др. ПХДД/ПХДФ могут присутствовать в стоках, если ПХДД/ПХДФ образовались при промышленном производственном процессе, поступили в процесс с сырьем или были выщелочены из вторичного источника-хранилища. Примерами являются:

- Сброс сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, особенно там, где используется элементарный хлор;
- Сброс сточных вод предприятий химической промышленности, особенно там, где присутствует элементарный хлор;
- Сброс сточных вод предприятий, применяющих загрязненные диоксинами защитные пропитки, покрытия или красители для текстиля, кожи, древесины и др.;
- Прочие сбросы сточных вод, по крайней мере, в одну из четырех сред, образующиеся в результате процессов, которые как установлено, связаны с ПХДД/ПХДФ;
- Сброс сточных вод в результате обычной деятельности в быту (стиральные машины, посудомоечные машины и др.), когда ПХДД/ПХДФ присутствуют в одежде и другом текстиле и/или моющих средствах.

Поступление сточных вод в результате процессов выщелачивания в поверхностные и/или подземные воды может быть преднамеренным или случайным. Выщелачивание происходит, когда дождевая вода свободно проходит через недостаточно хорошо контролируемые хранилища продуктов, остатков и/или отходов, содержащих ПХДД/ПХДФ. Рост подвижности этих соединений может произойти, если в этом же месте находятся удаленные органические растворители. Однако было показано, что фенольные структуры при “обычном” выщелачивании со свалок могут вымывать ПХДД/ПХДФ из отходов. Примерами могут служить:

- Территории, загрязненные ПХДД/ПХДФ, такие как места производства или применения хлорфенольных гербицидов;
- Места расположения предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности, где в качестве консерванта древесины использовался пентахлорфенол или другие хлорированные ароматические пестициды;
- Свалки и свалки старых автомобилей, особенно если удалялись загрязненные ПХДД/ПХДФ остатки или отработанные масла.

Таким образом, критерии, используемые для выявления потенциальных выбросов ПХДД/ПХДФ в воду, включают:

1. Сброс сточных вод при процессах, в которых присутствует хлор и/или загрязненные ПХДД/ПХДФ продукты, а также сжигание и прочие термические процессы с использованием мокрых скрубберов для очистки дымовых газов;
2. Применение пестицидов, загрязненных ПХДД/ПХДФ (особенно пентахлорфенола и 2,4,5-Т), и других химических веществ (особенно полихлорированных бифенилов);
3. Выщелачивание из мест хранения и/или удаления материалов, загрязненных ПХДД/ПХДФ.

### 3.2.3 Поступление в почву

Источники, из которых ПХДД/ПХДФ поступают в почву, могут быть подразделены на три класса: непосредственное "нанесение" на почву загрязненного ПХДД/ПХДФ продукта, складирование на почве или внесение в нее остатков, образованных в результате производственного процесса, отложение ПХДД/ПХДФ в почве в результате процессов, идущих в окружающей среде. Во всех случаях почва служит для ПХДД/ПХДФ "сточным колодцем", откуда они через растения и/или животных могут попасть в пищевую цепь.

Примерами могут служить:

- Продукт, загрязненный ПХДД/ПХДФ, или использование отходов, например, пестициды, пропиточные составы для древесины;
- Применение канализационного ила на сельскохозяйственных землях или компоста в садах;
- Прямое удаление отходов, содержащих ПХДД/ПХДФ, складированием на земле; примером может служить зола, полученная при сжигании, например, открытом сжигании на земле.

Попадание ПХДД/ПХДФ в почву в результате атмосферного переноса в настоящем Руководстве не рассматривается.

Следует отметить, что в Руководстве твердые остатки промышленных или бытовых процессов, такие как зола, летучая зольная пыль или илы классифицируются как остатки, если они образуются в виде таковых в процессе. Подобные остатки могут быть оставлены на месте и впоследствии загрязнить почву, воды, др., могут быть удалены на свалку (обычная свалка или специальная) или могут быть использованы иным образом, например, зола – в дорожном строительстве или как сырье, например, при регенерации металлов. В случаях, когда твердые остатки образуются в процессе, страна может быть заинтересована в получении более подробных сведений о судьбе этих остатков, поскольку их, возможно, необходимо рассматривать в соответствии со Статьей 6 Стокгольмской конвенции, или они требуют особого внимания как потенциальный источник на более поздней стадии.

### 3.2.4 Поступление в продукты

Основными источниками загрязнения окружающей среды ПХДД/ПХДФ в прошлом были производство и использование хлорированных органических химических веществ и применение элементарного хлора в целлюлозно-бумажной промышленности.

Максимальные концентрации ПХДД/ПХДФ были обнаружены в хлорированных фенолах и их производных, например, пентахлорфеноле (и его натриевой соли), 2,4,5-трихлорфеноксисукусной кислоте (2,4,5-Т) или полихлорированных бифенилах (ПХБ).

Отходы и остатки производств этих и других хлорированных соединений также загрязнены ПХДД/ПХДФ (см. среда, с которой поступает выброс, “Остатки”).

Снижение выбросов или их ликвидация достигается путем

(а) Замены продукта через введение запрета производства и применения продукта, который, как известно, сильно загрязнен ПХДД/ПХДФ. В результате, процесс, в ходе которого образовывались ПХДД/ПХДФ, более в стране не применяется.

(б) Модификации проблемной стадии процесса, изменении условий процесса или перехода на другое сырье, так что ПХДД/ПХДФ более не вырабатываются или, по крайней мере, сведены к минимуму.

Контроль источника, подобный вышеописанному, затрагивает ПХДД/ПХДФ на всех стадиях жизненного цикла продукта, включая отходы потребления. Эффективный контроль источника ПХДД/ПХДФ до стадии продукта способствует одновременному улучшению ситуации сразу в нескольких других объектах и средах.

### 3.2.5 Поступление в отходы

ПХДД/ПХДФ могут переходить в отходы и остатки (в большинстве своем твердые) практически при бесчисленном количестве процессов. Однако, поскольку ПХДД/ПХДФ всегда являются побочными продуктами, наиболее вероятные типы отходов могут классифицироваться по происхождению. Например:

- Мусор, отбросы, отходы (бытовые, промышленные, опасные, медицинские и др.);
- Побочные отходы, образующиеся при процессах сжигания и при термических процессах (летучий зольный остаток оборудования очистки дымовых газов, зола, сажа и др.);
- Промышленные отходы и остаточные продукты (ил и остатки химических производств, канализационный ил, образованный в результате очистки сточных вод, отходы пестицидов, отработанное трансформаторное масло и др.).

ПХДД/ПХДФ концентрируются в потоках твердых отходов, полученных в результате процессов сжигания и термических процессов, таких как летучая зольная пыль, зола и прочая пыль. Твердые частицы, образующиеся в ходе процессов сжигания и термических процессов, содержат частицы несгоревшего углерода, на которых адсорбируются ПХДД/ПХДФ. Тонкий летучий зольный остаток и пыль, собираемые в промышленных термических процессах, в качестве побочного продукта содержат ПХДД/ПХДФ в концентрированном виде, а, следовательно, они не выбрасываются в воздух.

В целом, если процесс горения плохо контролируется, а эффективность удаления частиц в системе контроля загрязнения воздуха высока, то это означает, что в твердом остатке будут повышенные концентрации ПХДД/ПХДФ. Прекрасным примером может служить процесс агломерации железной руды. Горение в агломерационной установке практически неконтролируемо; удаление летучей зольной пыли системой контроля загрязнения воздуха идет очень эффективно, с тем, чтобы впоследствии стала возможна регенерация железа, содержание которого в отходящих потоках высоко. Следовательно, можно ожидать, что концентрации ПХДД/ПХДФ в зольном остатке агломерационных установок в черной металлургии будут высокими.

Различные химические производства, в которых присутствует элементарный хлор, приводят к образованию отходов, содержащих ПХДД/ПХДФ. Будет ли это производство хлорсодержащих пестицидов или процесс отбеливания хлором в

бумажной промышленности, - все химические производственные процессы с каким-либо участием элементарного хлора ведут к образованию потоков отходов. Эти отходы, как правило, содержат то или иное количество ПХДД/ПХДФ. В Главе 6.7 подробно рассказывается, что способствует концентрации ПХДД/ПХДФ в этих потоках отходов.

Стоки предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, также как и бытовые канализационные стоки, служат причиной загрязнения водных потоков ПХДД/ПХДФ. Остатком, образующимся в результате очистки сточных вод (механической, биологической или химической), является ил, который во многих случаях загрязнен ПХДД/ПХДФ. В целом, более высокий уровень жизни приводит к более высокому загрязнению канализационного ила ПХДД/ПХДФ; источником подобного загрязнения являются, в основном, потребительские товары.

Важно, что ПХДД/ПХДФ, образующиеся в производственном процессе, могут присутствовать преимущественно в одном потоке отходов, в то время как в других потоках их уровни могут быть низкими или незначительными. Например, при термических процессах ПХДД/ПХДФ часто концентрируются в остатках очистки дымовых газов (зольная пыль), в то время как в золе на топочной решетке содержатся низкие концентрации ПХДД/ПХДФ (при процессах с полным сгоранием). Однако поскольку зола образуется в гораздо больших количествах, она может являться более серьезным источником поступления ПХДД/ПХДФ.

Потенциальная возможность вызвать загрязнение окружающей среды или подвергнуться воздействию ПХДД/ПХДФ зависят в большой степени от того, что происходит с отходами, и как их удаляют. Например, в то время как при высокотемпературном сжигании загрязненных отходов химической промышленности все имеющиеся в них ПХДД/ПХДФ могут быть эффективно ликвидированы, захоронение подобных отходов может привести к созданию вторичного источника загрязнения (хранилища). Более того, отходы одного процесса могут использоваться как сырье в другом процессе, а без должного контроля выбросы ПХДД/ПХДФ могут попасть в воздух, воду или в продукты. Несмотря на то, что подвижность ПХДД/ПХДФ в остатках, как правило, невелика, а воздействие атмосферных ПХДД/ПХДФ обычно приводит к более серьезному влиянию на человека или на окружающую среду, Стокгольмская конвенция требует проведения оценки для всех сред/объектов.

### 3.2.6 Потенциальные "горячие точки"

Потенциальные "горячие точки" включены как категория для оценки (см. Раздел 4.1). Эта категория 10 отличается от других девяти категорий, поскольку "горячие точки" образуются там, где хозяйственная деятельность в прошлом, как известно, была связана с ПХДД/ПХДФ. Горячие точки потенциально могут стать источниками ПХДД/ПХДФ в будущем. Хотя "горячие точки" не включены в Реестр источников диоксинов в соответствующем количественном выражении, их важно выявить.

"Горячие точки" могут образоваться на местах существовавших или существующих производств продуктов, загрязненных ПХДД/ПХДФ. Они могут возникнуть в результате хранения продукта, удаления отходов или применения продукта в течение длительного периода времени. Хотя концентрации ПХДД/ПХДФ в этих "горячих точках" могут быть очень высокими, выбросы их в настоящее время могут быть незначительными или небольшими. Тем не менее, "горячие точки" должны выявляться и регистрироваться. Во многих случаях, будучи однажды учтенными, они могут не потребовать принятия немедленных мер, если не существует непосредственной угрозы

значительного выброса. В подобных не являющихся срочными случаях, "горячей точке" необходимо дать оценку, а также определить долгосрочный план действий.

Если "горячая точка" уже стала источником выбросов больших количеств ПХДД/ПХДФ, или ясно, что такой выброс неминуем, ее следует внести в реестр источников, с указанием стадии чрезвычайности, и подготовить меры борьбы. В любом случае необходимы очень тщательная и подробная оценка и анализ "горячей точки" с учетом специфики места.

Загрязненные участки рассматриваются в Статье 6 Стокгольмской конвенции о СОЗ и, хотя Конвенция не требует восстановления этих участков, отмечается, что следует прилагать усилия "для разработки соответствующих стратегий по выявлению участков, загрязненных химическими веществами, перечисленными в приложениях А, В и С. В случае проведения работ по восстановлению этих участков такие работы должны вестись экологически безопасным образом".

## 4. ПРОТОКОЛ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РЕЕСТРА

Основной целью настоящего руководства является оценка среднегодовых эмиссий в каждую переносящую среду (воздух, воду и почву, а также в продукты и отходы) для каждого выявленного процесса. Эта оценка может быть количественно выражена с помощью следующего простого уравнения:

$$\begin{aligned} & \text{Интенсивность источника (Эмиссии диоксинов в год)} = \\ & = \text{Фактор эмиссии} \times \text{"Производительность"} \end{aligned} \quad (1)$$

Ежегодные выбросы ПХДД/ПХДФ будут рассчитаны и представлены в граммах токсического эквивалента (ТЭ) в год. Годовая **интенсивность источника** рассчитывается путем умножения выбросов ПХДД/ПХДФ (например, в мкг ТЭ), на единицу загружаемого перерабатываемого сырья или произведенного продукта (например, тонн или литров) - что определяется как **фактор эмиссии**; отнесенных на количество перерабатываемого сырья или произведенного продукта (тонны или литры в год), для каждой среды поступления (воздух, вода, почва, продукт, остаток) - это определяется как **производительность**. Сумма всех этих подсчетов дает общий выброс для данного источника (=интенсивность источника) за год (см. также Главу 4.4.2)

В задачу Руководства входит сведение необходимых данных о производительности и представление способа классификации процессов и видов деятельности по определенным классам, для которых представлен соответствующий усредненный фактор эмиссии.

В Руководстве предлагается пятиэтапная стандартизованная процедура для разработки согласующихся и сопоставимых реестров источников (см. Рисунок 2). Во-первых, для выявления в стране основных категорий источников ПХДД/ПХДФ применяется матрица грубой оценки. На втором этапе основные категории источников детализируются и группируются в подкатегории с тем, чтобы выявить отдельные виды деятельности, которые потенциально могут привести к выбросам ПХДД/ПХДФ.

На третьем этапе используется специфическая для отдельных процессов информация для характеристики, количественной оценки и окончательной классификации выявленного источника выбросов ПХДД/ПХДФ в отдельной стране или регионе. В Приложении (Глава 8.2) представлены стандартизованные вопросники, которые могут оказаться полезными для получения необходимой информации.

На четвертом этапе проводится расчет выбросов по уравнению (1) на основе информации, полученной на предыдущих этапах. Последний этап - это составление стандартизованного реестра ПХДД/ПХДФ с использованием результатов, полученных на этапах 1-4.

Приводится также стандартизованный формат представления данных с тем, чтобы обеспечить учет всех источников (даже если они не могут быть количественно охарактеризованы), выявить пробелы данных и сделать реестры сопоставимыми и понятными.

1. Примените матрицу оценки для выявления основных категорий источников
2. Проверьте подкатегории для выявления существующих в стране видов хозяйственной деятельности и источников.
3. Соберите подробную информацию о процессах и классифицируйте процессы в группы с применением стандартного вопросника.
4. Количественно оцените выявленные источники с применением установочных/рассчитанных факторов эмиссии.
5. Создайте полный национальный реестр и представьте результаты в стандартном формате в соответствии с приведенным руководством.

Рисунок 2: Рекомендуемый пятиступенчатый подход к созданию национального реестра выбросов ПХДД/ПХДФ с использованием настоящего Руководства.

Представленные Таблицы и Рисунки имеют вид рабочих листов с тем, чтобы показать стандартизованную структуру Руководства, а также получить все необходимые данные об источнике. Перечень информационных источников и факторы эмиссии будут обновляться, уточняться или пересматриваться по мере поступления новой информации.

#### 4.1 Этап 1: Матрица оценки: основные категории источников

Первым этапом в разработке стандартизованного реестра источников ПХДД/ПХДФ является выявление основных категорий источников и основных путей выбросов для каждой категории. Матрица грубой оценки (Таблица 1) упрощает предварительную оценку хозяйственной деятельности (отрасли промышленности, виды применения продукта, деятельность в быту и др.), в результате которой возможны выбросы ПХДД/ПХДФ в одну среду или в несколько сред (из существующих пяти), как это было определено ранее.

Таблица 1: Матрица оценки - основные категории источников

№	Основные категории источников	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1	Высокотемпературное сжигание отходов	X				X
2	Производство черных и цветных металлов	X				X
3	Производство электроэнергии и тепловой энергии	X		X		X
4	Производство продукции из	X				X

	<b>минерального сырья</b>					
<b>5</b>	<b>Транспорт</b>	X				
<b>6</b>	<b>Неконтролируемые процессы сжигания</b>	X	X	X		X
<b>7</b>	<b>Производство и применение химических веществ и потребительских товаров</b>	X	X		X	X
<b>8</b>	<b>Разное</b>	X	X	X	X	X
<b>9</b>	<b>Удаление</b>	X	X	X		X
<b>10</b>	<b>Выявление потенциальных "горячих точек"</b>	Вероятно, проводится только регистрация с последующей оценкой с учетом специфики конкретного места				

Эти основные категории источников ПХДД/ПХДФ достаточно широки для того, чтобы охватить множество отраслей, процессов и/или видов деятельности, которые, как установлено, могут привести к выбросам ПХДД/ПХДФ. Десять основных категорий источников выделены таким образом, чтобы каждая из них имела сходные характеристики и легко поддавалась обработке. Обозначения "X" указывают на основной (по отношению к другим) путь выброса для каждой категории, его подробная количественная оценка может отсутствовать. Обозначение "x" указывает на дополнительные пути выбросов, выявленные на настоящий момент.

Матрица грубой оценки может дать некоторые сведения по областям, для которых потребуется информация, и может определить выбор команды специалистов для сбора первоначальных данных о возможных источниках ПХДД/ПХДФ, имеющихся в стране. Матрица оценки явится отправной точкой процесса поиска консультантов и экспертов, помощь которых потребуется в ходе работы по сбору более подробной информации и оценки данных.

## 4.2 Этап 2: Определение подкатегорий

Далее, внутри каждой основной категории источника выявляются процессы, или подкатегории. Для обеспечения сравнимости данных каждая из десяти основных категорий источников подразделена на ряд подкатегорий (см. Разделы 4.2.1 - 4.2.10). Перечень подкатегорий представляет итоговую матрицу для разрабатываемого Реестра источников диоксинов (см. Раздел 5.2).

По каждой из перечисленных подкатегорий следует, путем проведения исследования, установить наличие или отсутствие соответствующего вида деятельности в стране или регионе. Наиболее ценными на данном этапе являются легко получаемые данные (например, сжигаемые отходы в тоннах за год). Наиболее подходящей может оказаться централизованная статистическая информация. Та подкатегория, по которой, как достоверно известно, данные отсутствуют, может далее не изучаться. Однако, тот факт, что этот процесс отсутствует, будет отмечен в реестре.

При наличии базовых данных о хозяйственной деятельности можно провести предварительную оценку потенциальных эмиссий (см. Раздел 5.1). Даже неполная информация может быть полезной, так как она позволит развивать в нужном направлении дальнейшие количественные исследования. Приведены подкатегории для каждой из основных категорий источников, а также основные пути выбросов для

каждой подкатегории или процесса. В колонках указаны пять отделов или сред, в которые возможен выброс значительных количеств ПХДД/ПХДФ. Прописной "X" обозначен основной ожидаемый путь выброса, а строчная "x" показывает дополнительные пути выбросов, которые необходимо учитывать.

#### 4.2.1 Подкатегории высокотемпературного сжигания отходов

В Руководстве подкатегории высокотемпературного сжигания отходов выделяют в зависимости от типа сжигаемых отходов (Таблица 2). Сжигание в контексте настоящей публикации означает разрушение отходов в какой-либо технологической печи. Сжигание на открытом огне и бытовое сжигание в бочках и контейнерах не подпадает в эти подкатегории; они рассмотрены в Разделе 4.2.6 – Неконтролируемые процессы сжигания.

Таблица 2: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 1

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1	<b>Высокотемпературное сжигание отходов</b>	X				X
	a Сжигание твердых бытовых отходов	X	(x)			x
	b Сжигание опасных отходов	X	(x)			x
	c Сжигание медицинских отходов	X	(x)			x
	d Сжигание легкой фракции измельченных отходов	X				x
	e Сжигание канализационного ила	X	(x)			x
	f Сжигание отходов древесины и биомассы	X				x
	g Ликвидация останков животных	X				x

Каждая подкатегория представляет сама по себе целую отрасль. Отходы различаются по составу и по показателям горючести, а в каждой подкатегории сжигания отходов применяется, как правило, различное оборудование для сжигания.

Основные выбросы идут в остатки, в которых, как правило, содержатся высокие концентрации ПХДД/ПХДФ. Эмиссии в воздух могут составлять гораздо меньшую часть, что зависит от условий работы печи и наличия оборудования по очистке дымовых газов. Однако выбросы в воду играют незначительную роль и только тогда, когда применяют мокрые скрубберы для очистки дымовых газов, и отходящий зольный остаток охлаждают водой с последующим ее сбросом. При надлежащей очистке сточных вод можно легко перевести ПХДД/ПХДФ из стоков в остаток (из водной фазы в твердую фазу).

#### 4.2.2 Подкатегории производства черных и цветных металлов

Производство черных и цветных металлов в настоящее время является самым большим источником ПХДД/ПХДФ во многих европейских странах. Этот источник до последнего времени не признавался, а многие страны и сейчас игнорируют его. В этой категории существует множество различных процессов и различных локализаций выбросов, что затрудняет классификацию и количественную оценку поступления.

В Руководстве рассматриваемая основная категория источника имеет двенадцать подкатегорий, каждая из которых относится к специфическому процессу. Основные процессы производства металлов являются термическими, а основные выбросы происходят в атмосферу с дымовыми газами и в остаток, образующийся при их очистке. В случае регенерации меди путем сжигания проводов, что также хорошо известно, происходит загрязнение почвы и воды ПХДД/ПХДФ.

Таблица 3: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 2

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
2	<b>Производство черных и цветных металлов</b>	X				X
a	Агломерация железной руды	X				x
b	Производство кокса	X	x	x	x	x
c	Предприятия черной металлургии, включая литейное производство	X				x
d	Производство меди	X				x
e	Производство алюминия	X				x
f	Производство свинца	X				x
g	Производство цинка	X				x
h	Производство латуни и бронзы	X				x
i	Производство магния	x	x			x
j	Производство прочих цветных металлов	x	x			x
k	Измельчители	X				x
l	Термическая регенерация металлов из проводов	X	(x)	x		x

### 4.2.3 Подкатегории производства электроэнергии и тепловой энергии/приготовления пищи

Выработка электроэнергии и тепловой энергии в настоящей работе ограничивается рассмотрением процессов сжигания ископаемого топлива и других горючих материалов. Не рассматриваются иные источники энергии: топливные батареи, солнечная и ветровая энергия, гидроэлектростанции, геотермальные и атомные станции, так как выбросов диоксинов/фуранов, связанных с ними, не выявлено. В Таблице 4 перечислены соответствующие подкатегории.

Таблица 4: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 3

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
3	Производство электроэнергии и тепловой энергии/приготовление пищи	x		(x)		X
a	Электростанции на ископаемом топливе	x				x
b	Электростанции на биотопливе	x				x
c	Сжигание газов из отходов органического происхождения и биогазов	x				x
d	Отопление домов и приготовление пищи (биотопливо)	x		(x)		X
e	Отопление в быту (ископаемое топливо)	x		(x)		X

На крупных, хорошо контролируемых электростанциях, работающих на ископаемом топливе, образование ПХДД/ПХДФ незначительно, поскольку полнота сгорания, как правило, достаточно высока, и на них, обычно, используют топливо, которое однородно и содержит больше серы, чем хлора, что сдерживает образование ПХДД/ПХДФ. Однако большие по массе эмиссии все же возможны, так как объемы дымовых газов, содержащих небольшие концентрации ПХДД/ПХДФ, очень велики. Там, где работают менее крупные заводы, или используется биотопливо, топливо может быть менее однородным и сжигаться при более низких температурах или с пониженной эффективностью сгорания. Такие условия могут привести к увеличению образования ПХДД/ПХДФ. То же самое может произойти при использовании в качестве топлива газов из отходов органического происхождения и/или биогазов из-за присутствия в них нежелательных и неопределенных дополнительных компонентов.

В случаях отопления домов/в быту и/или приготовления пищи, качество используемого топлива часто низкое, а полнота сгорания очень мала, что приводит к увеличению образования ПХДД/ПХДФ. Основные потоки их идут в воздух (эмиссии с дымовыми газами) и в остаток, в основном, в зольную пыль.

#### 4.2.4 Подкатегории производства продукции из минерального сырья

Высокотемпературные процессы применяют для плавления (стекла, асфальта), обжига (кирпича, керамики) или термически вызванного химического превращения (известь, цемент). В этих случаях сжигание топлива приводит к образованию ПХДД/ПХДФ в качестве нежелательных побочных продуктов. Кроме того, образование ПХДД/ПХДФ может быть связано с используемым в процессе сырьем. Производство в цементных печах и печах для обжига извести - крупномасштабные технологические процессы, в которых часто к топливу в качестве дешевого (практически бесплатного) горючего добавляют отходы. В случаях, когда действует эффективный контроль, использование отходов, например, шин, отработанных масел, илов и др. не представляет проблемы - обнаруженные эмиссии были незначительны. В Таблице 5 представлены в обобщенном виде процессы производства продукции из минерального сырья, при которых могут образоваться ПХДД/ПХДФ.

Таблица 5: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 4

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
4	<b>Производство продукции из минерального сырья</b>	X				X
a	Производство цемента	X				x
b	Производство извести	X				x
c	Производство кирпича	X				x
d	Производство стекла	X				x
e	Производство керамики	X				x
f	Приготовление асфальтовых смесей	X			x	x

#### 4.2.5 Подкатегории транспортировки

Транспортировка практически всегда тесно связана со сжиганием бензина (этилированного и неэтилированного), керосина, смесей для двухтактных двигателей (обычно смеси моторного масла и бензина в соотношении 1:25-1:50), дизельного топлива (также называемого легким дистиллятным топливом) и мазута. Эти подкатегории показаны в Таблице 6. Более высокие эмиссии при сжигании этилированного бензина связаны с присутствием в нем в качестве добавок галогенированных противонагарных присадок. Увеличение выбросов ПХДД/ПХДФ, возможно, связано с плохим техническим обслуживанием транспортных средств, низким качеством топлива и пониженной полнотой его сгорания.

В большинстве случаев эмиссии двигателей внутреннего сгорания поступают в воздух. Лишь в некоторых случаях при сжигании дизельного или тяжелого топлива (мазута) в двигателях с низкой полнотой сгорания, образуются сажа и углеродистый остаток, содержащие повышенные концентрации ПХДД/ПХДФ.

Таблица 6: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 5

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
<b>5</b>	<b>Транспорт</b>	X				
a	Четырехтактные двигатели	X				
b	Двухтактные двигатели	X				
c	Дизельные двигатели	X				(x)
d	Двигатели на тяжелом топливе (мазуте и др.)	X				(x)

#### 4.2.6 Подкатегории неконтролируемых процессов сжигания

Неконтролируемые процессы сжигания обычно представляют собой процессы с низкой полнотой сгорания топлива, и они могут служить существенными источниками ПХДД/ПХДФ. В Таблице 7 выделены две подкатегории. Неконтролируемое сжигание биомассы обычно вызывает образование меньших количеств ПХДД/ПХДФ, чем сжигание смешанных отходов искусственных материалов. Более высокие выбросы при сжигании смешанных отходов связаны с плохими условиями горения, наличием неоднородных и плохо приготовленных смесей, хлорированного сырья, влажности, и каталитически активных соединений. Во всех случаях основное поступление происходит в воздух и в остаток, однако при определенных условиях также возможно поступление в воду и почву.

Таблица 7: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 6

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
<b>6</b>	<b>Неконтролируемые процессы сжигания</b>	X				X
a	Сжигание биомассы (незагрязненной)	X	(x)	X		(x)
b	Сжигание отходов и случайные пожары	X	(x)	X		(X)

#### 4.2.7 Подкатегории производства и применения химических веществ и потребительских товаров

Выбросы диоксинов и фуранов при производстве химических веществ и потребительских товаров могут происходить как в результате поступления

ПХДД/ПХДФ с сырьем, так и в результате их образования в ходе производственного процесса (Таблица 8).

Индикаторами высокой вероятности образования ПХДД/ПХДФ при химическом производственном процессе являются "высокая температура", "щелочная среда", "присутствие ультрафиолетовой радиации в качестве источника энергии" и "присутствие радикалов в реагирующей смеси/химическом процессе" (см. Раздел 3.1).

Таблица 8: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 7

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
7	<b>Производство и применение химических веществ и потребительских товаров</b>	X	X		X	X
a	Производство целлюлозы и бумаги	x	X		x	X
b	Химическая промышленность	x	x	(x)	X	X
c	Нефтяная промышленность	x				x
d	Производство текстиля		x		x	
e	Обработка кожи		x		x	

В производственных процессах поступление ПХДД/ПХДФ может происходить во все среды/отделы окружающей среды и в продукты. Применение элементарного хлора для отбеливания и применение ряда биоцидов, таких как ПХФ, и некоторых красителей (на основе хлоранила) может повлечь за собой непосредственное поступление ПХДД/ПХДФ в воду. Следовательно, необходимо уделить особое внимание тщательному исследованию этих немногочисленных потенциальных источников, имеющих особую значимость для рассматриваемой проблемы ПХДД/ПХДФ в целом.

#### 4.2.8 Подкатегории "Разное"

В Таблице 9 обобщены некоторые категории, входящие в "Разное". Процессы сушки происходят при прямом контакте горячего газа с высушиваемым материалом. Образование ПХДД/ПХДФ происходит, в основном, когда используется загрязненное топливо и при взаимодействии горячих газов с органическими материалами, подвергаемыми сушке. В процессах сушки биомассы и при копчении в качестве топлива используются отходы, такие как использованная/обработанная древесина, текстиль, кожа или иные загрязненные материалы.

Крематории могут также быть источниками выбросов ПХДД/ПХДФ, так как сжигание, как правило, не является полным, а поступающие материалы неоднородны. Гробы, бальзамирующие жидкости и декоративные материалы могут содержать хлорированные химические вещества и пластмассы, металлосодержащие краски и негорючие материалы.

Отходы предприятий химической чистки представляют собой еще один источник ПХДД/ПХДФ, который включен в подкатегорию "Разное". В результате химической чистки диоксинсодержащие химические вещества (в основном, ПХФ и красители) концентрируются. Источником ПХДД/ПХДФ являются биоциды, применяемые для обработки тканей и красители тканей. Грязь и пот, скапливающиеся на загрязненной одежде, не вносят существенного вклада в загрязнение ПХДД/ПХДФ.

Таблица 9: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 8

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
8	Разное	X	X	X	X	X
a	Сушка биомассы	x			x	
b	Крематории	x				X
c	Коптильни	x			x	X
d	Химическая чистка		x		x	x
e	Табакокурение	x				

#### 4.2.9 Подкатегории "Удаление"

В Таблице 10 перечислены значимые методы удаления отходов, не относящиеся к термическому удалению/сжиганию, которые могут привести к выбросам ПХДД/ПХДФ, преимущественно в воду и почву. Эти методы включают захоронение всех видов отходов, включая канализационные илы, сброс отработанных масел, а также сброс в открытые водоемы отходов и илов.

С целью определения интенсивности выбросов ПХДД/ПХДФ необходимо определить количество удаляемых отходов и концентрацию в них ПХДД/ПХДФ. Существенный источник поступления ПХДД/ПХДФ может возникнуть при совместном удалении смешанных отходов. Следует поощрять развитие альтернативных методов переработки и удаления отходов, хотя по ним существует небольшая база данных.

Таблица 10: Подкатегории матрицы реестра - Основная категория 9

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
9	Удаление		X	X		X
a	Захоронения и свалки отходов		x			
b	Канализация/переработка канализационных стоков	(x)	x	x	x	x
c	Сброс в открытые водоемы		x			
d	Компостирование			x	x	
e	Удаление отработанного	x	x	x	x	x

	масла (не термическое)					
--	------------------------	--	--	--	--	--

#### 4.2.10 Подкатегории "Горячие точки"

"Горячие точки" возникают как непосредственный результат практики удаления отходов, как это описано в Разделе 4.2.9, или при неправильном удалении загрязненных материалов. Поступление из этих источников может уже происходить, или его можно ожидать, если не будут приняты предупредительные меры. В Таблице 11 приведен список мест, где потенциально могут возникнуть "горячие точки".

Подкатегории а-с категории "Горячие точки" можно связать с каким-либо существующим производственным процессом. Поступление может уже происходить как в результате идущих на местах процессов, так и в результате хозяйственной деятельности в прошлом. Подкатегории f-i обычно представляют собой депозитарии, где ПХДД/ПХДФ-содержащие материалы хранились, захоранивались или накапливались в течение многих лет. В этих случаях поступление может уже происходить, вскоре начаться или лишь представлять потенциальную угрозу в будущем. Выявление подобных мест может оказаться сложной задачей.

Таблица 11: Подкатегории матрицы реестра – Основная категория 10

№	Основные категории и подкатегории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
10	Выявление потенциальных "горячих точек"	Вероятно, только регистрация с последующей оценкой с учетом специфики конкретного места				
a	Места производства хлорированных органических соединений			X		
b	Места производства хлора			X		
c	Места приготовления хлорированных фенолов			X		
d	Места применения рецептурных смесей с хлорированными фенолами	x	X	x	x	
e	Места заготовки и обработки древесины		X	X	x	x
f	Трансформаторы и конденсаторы, заполненные ПХБ				x	x
g	Свалки отходов/Остатки из категорий 1-9	x	X	X		x
h	Места соответствующих аварий		X	x		x
i	Выемка грунта,					x

		землечерпательные работы					
	j	Места добычи/переработки каолинита или комовой глины			x		

Оценка каждой "горячей точки" с учетом ее местоположения должна определить ее текущий статус: непосредственная угроза или потенциальная возможность поступления в будущем. В любом случае ее местоположение должно быть зарегистрировано.

### 4.3 Этап 3: Сбор информации

Следующий этап - сбор подробной информации о процессах. Масштабы процесса (например, тонны сожженных отходов, тонны произведенной меди), а также информация о процессе будут полезны для проведения оценки. В пределах одной подкатегории, при производстве одного и того же продукта, эмиссии ПХДД/ПХДФ могут значительно колебаться в зависимости от технологии, характера процесса и др., а во многих случаях возможна лишь приблизительная оценка. Выбранные методы оценки будут различаться; они должны учитывать местные условия и имеющиеся средства. Ключевые параметры, используемые для разграничения процессов с высокими эмиссиями и процессов с низкими эмиссиями, приведены в Разделе 6.

Как правило, вначале собирают основные данные о масштабах производства для каждой категории и сведения о базовой структуре рассматриваемой подкатегории. Хорошими исходными данными и хорошими источниками информации являются:

- Национальные статистические данные о промышленности, труде и налогах;
- Региональные сводки о хозяйственной деятельности, включая данные национального производства и импорта/экспорта;
- Операционные учетные записи и разрешающие регистрационные документы промышленных предприятий;
- Данные отраслевых ассоциаций;
- Данные о производстве и отрасли в историческом аспекте.

Подкатегории, включающие, в основном, крупные предприятия, могут характеризоваться конкретным месторасположением источников выбросов. Подкатегории, состоящие из рассеянных источников, следует характеризовать, проводя сбор и обобщение имеющихся централизованных данных. Если об определенном виде хозяйственной деятельности данных нет, диапазон значений возможных эмиссий можно рассчитывать, применяя минимальное и максимальное значение факторов эмиссии.

Наиболее важная информация, необходимая для классификации процессов и подкатегорий, включена в примеры вопросников (см. Раздел 9), цель которых облегчить выбор подходящих факторов эмиссии.

Должны быть охарактеризованы все источники. Если используется анкетирование отдельных предприятий, может потребоваться кропотливая последующая работа с тем, чтобы обеспечить максимальное возвращение заполненных вопросников. Неполный сбор данных повлияет на все последующие результаты и снизит общее качество реестра. На этапе сбора данных рекомендуется проведение независимого контроля качества и процедур, обеспечивающих качество данных. В идеальном случае будет

создана полная и очень подробная база данных, содержащая информацию обо всех видах деятельности, потенциально связанных с выбросами ПХДД/ПХДФ, по конкретным местам расположения каждого источника.

Неполная информация - пробелы в данных - потребует сделать допущения для тех источников, по которым нельзя собрать специфическую информацию. Подходы будут различаться, но все допущения должны быть понятными для того, чтобы облегчить оценку данных на будущие периоды и переоценку при поступлении новой информации. Здесь представлено два подхода.

Подход "усреднения" предполагает, что недостающие данные распределяются аналогично имеющимся данным (например, соотношение предприятий с высокими и низкими эмиссиями или уровнем соответствия технологическим требованиям). "Консервативный подход" подразумевает, что недостающие источники лучше охарактеризовать, используя самый высокий фактор эмиссии, имеющийся в базе данных, или самый высокий фактор эмиссии среди предприятий, предоставивших информацию. Допущения должны основываться на наилучшем суждении с учетом всех имеющихся данных. Их следует четко сформулировать и проанализировать с привлечением сторонних лиц. В некоторых случаях можно получить дополнительные данные из торговых ассоциаций, от поставщиков оборудования, регламентирующих органов или экспертов в данной отрасли.

#### **4.4 Этап 4: Классификация процесса и количественная характеристика источника**

Эмиссии, образующиеся в результате процессов, описанных выше как "подкатегории", могут различаться на несколько порядков в зависимости от технологических или эксплуатационных особенностей. В Главе 6 содержится полный список различных подкатегорий и процессов в пределах каждой подкатегории. В каждом Разделе также указано, как классифицировать процессы и выбирать соответствующие факторы эмиссии.

Методология Руководства поощряет использование данных, полученных в результате измерений, если таковые имеются, для страны или региона. Однако для обеспечения сравнимости данных и предоставления важной информации об эффективности процесса, даже при наличии данных выполненных измерений, следует провести классификацию установочных факторов эмиссии, а также применить их. Результаты количественной характеристики источников, основанные на данных проведенных измерений, представленные вместе с результатами, основанными на установочных факторах эмиссии, помогают определить эффективность настоящего Руководства и выявить области для дальнейшей работы.

Практически во всех случаях для составления реестра потребуется как-то сгруппировать процессы (или провести их классификацию) для отдельной страны или региона и экстраполировать результаты, поскольку крайне маловероятно обнаружить данные измерений для каждого отдельного процесса в пределах страны или региона.

##### **4.4.1 Классификация процесса**

В Разделе 6 уточняются классы процессов в пределах каждой подкатегории. Для каждого класса представлен набор факторов эмиссии (Разделы 6.1 - 6.10).

Информация, полученная на этапе 3 в результате использования стандартного вопросника или другими путями, должна быть достаточной для того, чтобы сгруппировать процессы по технологиям и описаниям процессов, приведенным в

Разделе 6. В каждом классе должен быть представлен определенный уровень технологии и производительности, что в результате даст сходные выбросы и оправдает применение одного и того же фактора эмиссии.

В пределах одной подкатегории факторы эмиссии для двух различных технологических уровней могут различаться для одной переносимой среды (например, воздуха), но быть одинаковыми для другой переносимой среды (например, остаток или почва). Для окончательной классификации предприятий может потребоваться проведение оценки и принятие допущений.

Чтобы убедиться, что учтены все виды деятельности, необходимо суммировать величины производительности в отдельных строках классификации, что должно равняться общему количеству материала, переработанного в пределах данной подкатегории. Например, в подкатегории "сжигание бытовых отходов" количества, сжигаемые на хорошо контролируемых предприятиях, суммированные с количествами, сжигаемыми на плохо контролируемых предприятиях и др., должны в итоговой сумме дать величину общего сжигаемого количества бытовых отходов. Для этого необходимо, чтобы все источники были отнесены к наиболее подходящему классу, основываясь на их главных свойствах. Классификация предприятий и процессов может быть затруднительной, и потребуются консультации в ЮНЕП.

В качестве иллюстрации, рассмотрим производство алюминия из лома (раздел 2, подкатегория е). В этой подкатегории выделены три класса процессов (см. Раздел 6.2.5), относящиеся к трем уровням технологии/организации производства. Каждая имеет свой, отличный от других, фактор эмиссии. В гипотетической стране из лома производится 1 миллион тонн алюминия в год. Собранные данные показывают, что 200000 т/год поступает от предприятий с простым пылеулавливанием, а 300000 тонн/год от предприятий, использующих тканевые фильтры и вдувание извести. Для остающихся 500000 тонн/год никакой информации предоставлено не было.

В этом случае для отнесения неизвестных 500000 тонн/год к какому-либо классу необходимо сделать допущение. Консультации, проведенные с национальной торговой ассоциацией, позволили предположить, что соотношение, вероятно, такое же, как и для предприятий, предоставивших данные, что было подтверждено регламентирующими органами. Полученные вследствие этого итоговые оценочные данные приведены в Таблице 14. По мере поступления новой информации сделанные допущения будут уточняться.

Таблица 12: Пример классификации - применительно к термическому производству алюминия

Производство алюминия из лома - 2e	Производительность (тонн/год)			
	Результаты обследования	Общее производство в стране	Итоговая оценка	Комментарий
1. Al из лома, минимальная подготовка сырья, простое пылеулавливание	200000		400000	Информация, поступившая из торговых ассоциаций и регламентирующих органов, показывает, что результаты обследования хорошо согласуются с данными об общем производстве
2. Переработка лома, хороший контроль, тканевые фильтры, вдувание извести	300000		600000	
3. Процесс, оптимизированный для контроля ПХДД/ПХДФ - дожигательные камеры, вдувание извести, тканевые фильтры и активированный уголь			0	
Всего		1000000	1000000	

Основой для классификации каждого отдельного источника служит информация, собранная по отдельным источникам, включая данные стандартных вопросников (см. примеры в Главе 9). В стандартном вопроснике есть место для указания класса каждого источника в соответствии с характеристиками используемого процесса и оборудования, а также с применением описания классов, приведенного в Разделе 6.

#### 4.4.2 Количественная характеристика источника

С целью количественной оценки интенсивности источника следует определить величину выброса в виде величины годового массового потока ПХДД/ПХДФ, выраженного в граммах ТЭ ПХДД и ПХДФ, поступающих за год. Большинство концентраций ПХДД/ПХДФ в опубликованной литературе и предельные величины в законодательных документах, таких как Директива в отношении сжигания отходов Европейского Союза (EU 76/2000), и в Соединенных Штатах представлены в виде М-ТЭФ (международных токсических эквивалентных факторов на основе токсических эквивалентных факторов НАТО (=М-ТЭФ), введенных в 1988 году (НАТО/ССМС, 1998). Стокгольмская конвенция, однако, требует применения современных токсических эквивалентных факторов, разработанных экспертной группой ВОЗ/МПБХВ в 1998 году (ВОЗ-ТЭФ) (van Leeuwen, Younes, 1998). Как можно увидеть в Главе 11.1, различия между М-ТЭФ и ВОЗ-ТЭФ для млекопитающих незначительны и несущественны для целей настоящего Руководства по ПХДД/ПХДФ. Как отмечено в Главе 1 и в Главе 2.2 факторы эмиссии в настоящем Руководстве относятся только к выбросам ПХДД и ПХДФ, диоксиноподобные ПХБ не рассматривают. Кроме того, факторы эмиссии показывают порядок величин оценок выбросов.

Годовые выбросы, поступающие во все переносящие среды из источника или категории источников, рассчитываются следующим образом:

$$\text{Интенсивность источника} = \text{Фактор эмиссии} \times \text{Производительность} \quad (1)$$

*(Эмиссии диоксинов в год)*

На практике это означает, что по каждому источнику должно быть проведено пять расчетов:

$$\begin{aligned}
 \text{Интенсивность источника} &= \Sigma \text{Фактор эмиссии}_{\text{воздух}} \times \text{Производительность} \\
 (\text{ПХДД/ПХДФ, выбрасываемые в год}) &+ \Sigma \text{Фактор эмиссии}_{\text{вода}} \times \text{Производительность} \\
 &+ \Sigma \text{Фактор эмиссии}_{\text{почва}} \times \text{Производительность} \\
 &+ \Sigma \text{Фактор эмиссии}_{\text{продукт}} \times \text{Производительность} \\
 &+ \Sigma \text{Фактор эмиссии}_{\text{остаток}} \times \text{Производительность}
 \end{aligned}$$

Эмиссии ПХДД/ПХДФ выражаются в граммах ТЭ в год. В соответствии с уравнением (1), годовая **интенсивность источника** рассчитывается путем умножения **производительности** (=количества переработанного сырья или тонн/литров произведенного за год продукта) на каждый из **факторов эмиссии** (Фактор эмиссии<sub>воздух</sub>, Фактор эмиссии<sub>вода</sub>, Фактор эмиссии<sub>почва</sub>, Фактор эмиссии<sub>продукт</sub>, Фактор эмиссии<sub>остаток</sub>). Каждый фактор эмиссии является количеством ПХДД/ПХДФ (в мкг М-ТЭ), которое выбрасывается в какую-нибудь из пяти сред (воздух, вода, почва, продукт или остаток) в пересчете на единицу переработанного сырья или произведенного продукта (например, тонн или литров).

Однако в некоторых случаях, например, для Основной категории 7 - Потребительские товары и продукты - установочные факторы эмиссии для специфических выбросов на практике не применяют. В подобных случаях применяют установочные **концентрации эмиссии или выброса**, которые считаются типичными для данной матрицы. Особенно это относится к выбросам в воду (сбросам/стокам, выражаемым в мг ТЭ/литр или остаткам, выражаемым в мг ТЭ/кг остатка). Такой же подход может использоваться в случаях, когда имеются измеренные **концентрации эмиссии** для отдельного источника, которые применять более предпочтительно, чем установочные факторы эмиссии, приведенные в Руководстве. В этих случаях **интенсивность источника** рассчитывают умножением измеренных эмиссий/выбросов или эмиссий/выбросов, указанных в Руководстве в качестве основы для расчета фактора эмиссии (например, в мг М-ТЭ/м<sup>3</sup>), на **поток**.

Уравнение 2 имеет вид:

$$\text{Интенсивность источника} = \text{Концентрация эмиссии} \times \text{Поток} \quad (2)$$

(Выбросы ПХДД/ПХДФ в год)

Годовой **поток** - объем или масса газа, жидкости или твердого материала, выбрасываемого за год (например, в м<sup>3</sup>/год или т/год). Он рассчитывается как поток продукта по массе или объему за час при полной загрузке (например, м<sup>3</sup>/час или т/час), умноженный на количество часов работы при полной загрузке в год (час/год). Важно скорректировать величину потока (по массе или объему), выбрасываемого в час, по фактическим условиям загрузки для того, чтобы получить поток (по массе или объему) при полной загрузке. Аналогично, так же важно скорректировать колебания загрузки источника на протяжении года для получения соответствующих часов полной загрузки за год.

Следует принять во внимание, что единицы измерения интенсивности источника приведены в г ТЭ/год. Процесс "обеспечения качества" должен включать проверку единиц измерения и проведение контрольных расчетов.

Следовательно, итоговые интенсивности источников, рассчитанные как годовые массовые потоки для всех выбросов ПХДД/ПХДФ, определяются двумя критическими факторами:

1. Годовой поток (по массе или по объему) или производительность источника приводится в виде:

- произведенного продукта (например, стали, агломерата, цемента, целлюлозы, компоста и др.) или
- переработанного сырья (например, опасных отходов, угля, дизельного топлива, сожженных останков и др.), или
- материала выбросов (например, м<sup>3</sup> дымовых газов, литров сточных вод, килограмм или тонн наработанного ила и др.).

2. Фактор эмиссии для выбросов из отдельного источника приводится в виде:

- соответствующего установочного фактора эмиссии, представленного в настоящем Руководстве;
- реально измеренных местных данных для соответствующего источника в виде концентрации (например, нг ТЭ/м<sup>3</sup>, нг ТЭ/литр).

Результат уравнений (1) и (2), приведенных выше, определяет интенсивность источника для каждого отдельного источника. Результат, который должен получиться по завершении этапа 4, представляет собой интенсивность источника в виде оценки годовых эмиссий ПХДД/ПХДФ для каждой подкатегории.

#### 4.4.3 Определение потока или производительности источника

Производительность источника или поток для отдельного предприятия будут взяты из собранных данных или из ответов на стандартный вопросник. Программа обеспечения качества (Quality Assurance Programme) должна оценить, насколько соответствующие производительность и/или поток, полученные для каждого отдельного источника, достоверны, и выражены ли они в надлежащих единицах измерения. Эти же принципы относятся к оценкам производительности, применяемым для подкатегорий или классов процессов, которые не указаны в вопроснике.

Производительность или поток могут быть выражены:

- Количеством произведенного продукта или исходного материала, переработанного или потребленного за год (например, т/год, м<sup>3</sup>/год и др.);
- Массой или объемом потока, выбрасываемого за год (например, поступивших м<sup>3</sup>/час при полной загрузке x часы работы с полной загрузкой (час/год) и др.).

#### 4.4.4 Применение установочных факторов эмиссии

В пределах подкатегории для каждого процесса проводится расчет выбросов путем умножения производительности, характерной для этого класса, на фактор эмиссии, представленный в Руководстве для всех переносящих сред, а именно воздуха, воды, почвы, продуктов и остатков (см. Главу 6).

Приведенные установочные факторы эмиссии представляют средние эмиссии ПХДД/ПХДФ для каждого класса в пределах каждой подкатегории. Обычно, классы выделяются для описания сходных процессов, так класс 1 представляет наихудший вариант процесса с плохим контролем или с его отсутствием, простым оборудованием; по мере возрастания номера класса (от класса 2 до класса 4) качество процесса/источника/вида деятельности улучшается, что вызывает снижение выбросов ПХДД/ПХДФ. Наивысший класс, в целом, представляет ВАТ и ВЕР. Фактор эмиссии для каждого класса представляет наилучшую оценочную величину (медианную или

среднюю), основанную на результатах измерений, проведенных на существующих источниках, обладающих сходной технологией, сходными характеристиками процесса и сходной организацией производства. Хотя эти установочные факторы эмиссии основаны на наилучшей имеющейся информации из литературных и прочих источников, по мере поступления новых данных они будут пересматриваться, а классификация расширяться. Подавляющее большинство факторов эмиссии основано на опубликованных данных, взятых из оцененной литературы или отчетов правительств или организаций.

#### 4.4.5 Использование собственных данных по эмиссиям

Руководство можно использовать, когда нет данных, полученных в результате измерений, или когда имеются собственные данные измерений, и рассчитаны факторы эмиссии. В первом случае используют установочные факторы эмиссии, во втором - могут применяться надежные данные хорошего качества, полученные в результате измерений, проведенных на отдельных и предпочтительно местных предприятиях. Однако экстраполяцию результатов измерений на предприятия, на которых они не проводились, следует проводить, только если все предприятия являются предприятиями одного типа и функционируют в сходных условиях. Во всех случаях для отнесения процесса к определенному классу следует использовать описания предприятий, а также применять надлежащие установочные факторы эмиссии.

Получение данных по эмиссиям диоксинов и фуранов аналитически проблематично. Полученные на местах данные следует использовать только при их адекватном качестве, репрезентативности и достоверности. Этот процесс включает внимательное отслеживание метода, в соответствии с которым они были получены. Если необходимо, следует затребовать и проанализировать мета-данные и прочую вспомогательную информацию. Предпосылками высокого качества данных служат применение стандартных методов отбора проб и анализа, проверенная лабораторная практика и хорошая документированность. Если этих предпосылок нет, тогда лучше применять установочные факторы эмиссии, приведенные в Руководстве, а не собственные результаты измерений спорного качества. При использовании для оценки годовых выбросов факторов эмиссии, отличных от приведенных в Руководстве, следует всегда подчеркивать это. В этом случае пометки могут быть помещены в соответствующие колонки таблиц Excel, которые представлены совместно с Руководством.

### **4.5 Этап 5: Составление Реестра**

Для составления реестра следует провести оценку для каждой подкатегории, как это описано для этапа 4. В соответствии с указанным в Разделе 5, подробный реестр строится с учетом каждой оценки выбросов для каждой из подкатегорий.

Далее, годовые эмиссии для всех отдельных подкатегорий суммируются с тем, чтобы получить выбросы по всем пяти потенциальным переносимым средам для десяти основных категорий источников.

Наконец, суммируются выбросы для всех десяти основных категорий источников, и можно провести расчет национального реестра, в котором представлена общая оценка выбросов из всех выявленных в стране и количественно оцененных источников. Этот уровень обычно является третьим и наименее детализированным уровнем, данные которого предоставляются.

Оценки выбросов для нескольких стран могут быть объединены в региональные реестры выбросов.

## 5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЕСТРА

Правильное представление данных в реестре является крайне существенным, и его следует гармонизировать с тем, чтобы позволить проводить значимые сравнения одной страны с другой.

### 5.1 Создание промежуточного реестра

В самом начале процесса промежуточный реестр может использоваться для того, чтобы:

- Привлечь комментарии и провести обзор на начальных стадиях исследования до того, как будет задействовано слишком много ресурсов;
- Предоставить ценную начальную информацию для сравнительной оценки на национальном, региональном и международном уровнях;
- Показать потенциальный диапазон выбросов из основных источников; и
- Сфокусироваться на нуждах для дальнейшей работы по сбору данных.

Создание промежуточного реестра может произойти после определения основных категорий источников и сбора статистических данных о процессах, включенных в них, но перед завершением процесса сбора подробной информации.

Промежуточный реестр нужен для того, чтобы проиллюстрировать возможный диапазон выбросов в выявленных процессах, а следовательно для раннего определения приоритетности. Для каждого источника результирующей величиной будет интервал значений, в который, как ожидается, попадет итоговый результат после проведения подробной оценки с применением Руководства. Эти интервалы могут предоставить ценную информацию при сравнительной оценке.

Промежуточный реестр будет содержать следующую информацию:

- Перечень всех подкатегорий процессов, представленных в стране;
- Статистические данные о хозяйственной деятельности для каждой категории и краткое описание того, как они были получены или оценены;
- Диапазон факторов эмиссии по подкатегориям процессов и общий диапазон потенциальных выбросов (массовый поток, умноженный на наименьший и наибольший факторы эмиссии);
- Более точные оценки для стран (там, где имеются данные), показанные отдельно от потенциального диапазона выбросов, рассчитанного с применением установочных факторов Руководства, сопровождающиеся объяснением, как этот результат был получен;
- Потенциальные диапазоны, показанные в виде столбчатой диаграммы для каждого источника, основанные на установочных факторах эмиссии;
- Внутренние оценки для стран, показанные в виде конкретных величин или диапазонов, наложенных на потенциальный диапазон.

Промежуточный отчет позволяет выявить важные потенциальные источники, а также те источники, по которым требуется дополнительная информация. Он может использоваться как руководство для указания направлений для концентрации усилий на следующих стадиях составления реестра.

## 5.2 Итоговый отчет

Итоговой реестр страны по выбросам ПХДД/ПХДФ во все среды явится результатом применения всей методологии, изложенной в Руководстве.

Итоговый отчет выявит основные виды деятельности и процессы, приводящие к выбросам, предоставит информацию о характере и масштабах процессов, связанных с выбросами, и определит те процессы, для которых имеются существенные пробелы в данных, и на которые стоит обратить внимание в будущем. В нем также, насколько это возможно, максимально подробно будут рассмотрены вопросы выбросов в воздух, воду и поступление в почву, продукты и остатки, а также указано существование значимого недостатка данных в некоторых областях. Случаи отсутствия измеренных данных, а также, когда нет информации о соответствующем виде деятельности (например, статистических данных), следует отмечать для проведения исследований в дальнейшем по мере появления финансовой возможности.

Представленное руководство предназначено способствовать соединению отчетов, содержащих ключевые результаты проектов по созданию реестров в форматах, позволяющих незамедлительно применить их теми, для кого они предназначены.

Ключевые элементы итогового реестра, созданного на основе этой методики, включают:

**Резюме:** Выбросы во все среды для десяти основных секторов, как определено в матрице оценки. Резюме также включает основные результаты и четко указывает важнейшие пробелы в данных, основные пути поступления и приоритетные области для сбора данных и их уточнения.

**Итоговый национальный реестр:** Выбросы во все среды рассчитываются на уровне подкатегорий процессов. Предпочтительны численные величины; в противном случае указывается относительный порядок величин выбросов (т.е. ранжирование). Когда не имеется факторов эмиссии и нет собственных результатов измерений для количественной оценки выброса, это должно быть указано. В случае отсутствия выбросов, это также указывается. Если какой-либо процесс/вид деятельности в стране отсутствует, то следует записать “Этот вид деятельности отсутствует”. Это будет свидетельствовать, что соответствующий вид деятельности пытались изучить, но он отсутствовал.

Примеры результатов по подкатегориям показан в Разделе 10.1, а итоговые таблицы национальных реестров, составленных с помощью Руководства, в Разделе 10.2.

**Процесс в виде краткой информации о процессе и анализа:** Большинство отчетов стран будет состоять из Разделов, посвященных каждой из изученных категорий и детализированных в подкатегориях. Каждый подраздел будет содержать информацию об основном процессе, подходах и средствах, примененных для изучения соответствующих потенциальных выбросов, и представлять полученные результаты.

Предполагается, что каждый Раздел будет относительно небольшим с тем, чтобы сократить общий объем отчета. В каждый Раздел будет внесена ключевая информация.

**Подробная вспомогательная информация:** Ее не следует включать в отчет, чтобы не увеличивать его объем, однако, на национальном уровне данные следует систематизировать и сохранять. Важно, чтобы на уровне страны подробная вспомогательная информация собиралась, поддерживалась и была доступной для обзора, дальнейшей оценки и обновления в более поздние сроки.

**Неполная информация:** Пробелы в данных - обычное явление. Там, где информация неполная, следует использовать полученные данные, чтобы провести оценку. Если информации для полной классификации всех процессов недостаточно, следует представить диапазон соответствующих выбросов. Если консервативный взгляд привел к слишком завышенным оценкам, необходимо провести дальнейшее исследование.

Пример: первоначальная информация о процессе показала, что все предприятия работали с использованием систем контроля загрязнения, хотя тип этих систем оставался неясным. В этом случае было бы целесообразным применить диапазон факторов эмиссии в соответствующих подкатегориях для предприятий, оснащенных системами контроля загрязнения, и исключить факторы эмиссии для предприятий с отсутствием контроля. Это послужит уменьшению количества неопределенностей в реестре и облегчит выделение тех областей, где требуется вложение дополнительных ресурсов.

**Оценка:** Небольшой раздел, обобщающий информацию:

- Об основных источниках поступления в каждую среду;
- О действующих мерах контроля этих выбросов или об ожидаемых изменениях процесса/деятельности, которые существенно изменяют эмиссии;
- Об основных пробелах в данных и важности их выявления;
- О приоритетах для дальнейшей оценки, о наработке данных, измерениях или политических мерах.

## 6. УСТАНОВОЧНЫЕ ФАКТОРЫ ЭМИССИИ

В начале описания каждой категории источников, приведенного в этой главе, будет показана значимость вопроса в контексте Стокгольмской конвенции. Группировка приводится следующим образом:

- Категории источников, перечисленные в Приложении С, Части II: это промышленные категории источников, которые обладают потенциалом сравнительно высокого образования и выпуска в окружающую среду ПХДД/ПХДФ. Часть II включает четыре категории источников.
- Категории источников, перечисленные в Приложении С, Части III: это источники, о которых также известно, что они непреднамеренно производят и выбрасывают ПХДД/ПХДФ. Часть III включает 13 категорий источников.

В Разделе 6 подробно описаны рассчитанные установочные факторы эмиссии, а также показано, как они были получены. Подкатегории, входящие в десять основных категорий источников, перечислены последовательно от 1 до 10. Ни последовательность описания основных категорий источников, ни последовательность описания подкатегорий, входящих в каждую из основных категорий источников, не связаны со значимостью сектора в реестре диоксинов отдельной страны. Более того, показатели, характеризующие классы, в нижеприведенных подкатегориях Разделов не обязательно описывают каждый отдельный момент для каждой страны, а приведенное описание не всегда точно отражает фактическое положение дел. Следует выбирать наиболее близкий класс в подкатегории и проводить на его основе оценку выбросов. Как описано в Главе 2 "Цели и ограничения", о подобных случаях следует сообщать в ЮНЕП для учета их при следующем обновлении Руководства. Кроме того, так как известно, что выбросы ПХДД/ПХДФ различаются от предприятия к предприятию (или от одного вида деятельности к другому) и различаются по дням, использованные здесь факторы эмиссии представляют усредненные выбросы для перечисленных категорий. Отдельные предприятия могут давать большие или меньшие выбросы.

### 6.1 Основная категория 1 – Высокотемпературное сжигание отходов

Высокотемпературное сжигание отходов - наиболее хорошо изученная категория источников с точки зрения объяснения образования ПХДД/ПХДФ, а также выявления и применения мер по предотвращению образования ПХДД/ПХДФ или сведения к минимуму их выбросов. В Главе 6.1 рассматривается высокотемпературное сжигание различных видов отходов с применением какого-либо типа печи. Во многих случаях отходы могут сжигаться на открытом огне, т.е. без какого-либо технологического приспособления для сжигания - эти случаи описаны в Разделе 6.6. Также в этом Разделе не рассматриваются случаи сжигания с целью получения энергии (например, древесины или другого незагрязненного биотоплива) - этому посвящен Раздел 6.3.2. Подкатегории, подлежащие оценке в пределах этой категории, состоят из нижеследующих (Таблица 13):

Таблица 13: Подкатегории Основной категории 1 – Высокотемпературное сжигание отходов

№	Подкатегории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1	Высокотемпературное сжигание отходов	X				X

a	Сжигание твердых бытовых отходов	X	(x)			x
b	Сжигание опасных отходов	X	(x)			x
c	Сжигание медицинских отходов	X	(x)			x
d	Сжигание легкой фракции измельченных отходов	X				x
e	Сжигание канализационного ила	X	(x)			x
f	Сжигание отходов древесины и биомассы	X				x
g	Ликвидация останков животных	X				x

### **Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции**

Высокотемпературные печи перечислены в подпараграфе (а) Части II Приложения С, а следовательно, имеют приоритет в соответствии с планом выполнения, поскольку с них может быть начато внедрение ВАТ и ВЕР.

### **Категории источников Приложения С Части II включают:**

	Категория источника	Раздел в руководстве
(a)	Высокотемпературные печи для сжигания отходов (тип отходов четко указан)	6.1.1; 6.1.2; 6.1.3; 6.1.5
(a)	Высокотемпературные печи для сжигания отходов (четко не указан)	6.1.4; 6.1.6

### **Категории источников Приложения С Части III включают:**

	Категория источника	Раздел в руководстве
(i)	Уничтожение останков животных	6.1.7

#### **6.1.1 Сжигание твердых бытовых отходов**

Твердые бытовые отходы включают все типы твердых отходов, производимых в быту, в жилищном хозяйстве, и/или материал отходов, удаляемый людьми в течение их нормальной жизнедеятельности. К ним также относятся похожие на бытовые отходы, произведенные в ходе промышленной, коммерческой или сельскохозяйственной деятельности. Хотя состав твердых бытовых отходов значительно различается по странам, они считаются неопасными, а обычными их компонентами являются бумага и картон, пластмассы, пищевые остатки, ткани и кожа, древесина, стекло, металлы, а также грязь, камни и прочие инертные материалы, обычно присутствующие в потребительских товарах. Часто не удается избежать присутствия небольших количеств опасных материалов, таких как батареек и аккумуляторов, красителей, лекарств и некоторых изделий бытовой химии.

Твердые бытовые отходы (ТБО) могут сжигаться с применением широкого спектра устройств: от небольших загружаемых партиями муфельных печей до больших высокотехнологичных систем массового сжигания с колосниковыми решетками, котлами-утилизаторами для выработки пара и установками контроля загрязнения воздуха на выходе. ТБО, однако, часто сжигают на открытом огне, например, неконтролируемым образом - в свалках на земле или в бочках или баках (200 литров); эти случаи рассматриваются в Разделе 6.6 "Неконтролируемые процессы сжигания".

Обычно ТБО поступают в печь через загрузочный лоток непрерывно или партиями. Печь состоит из какой-либо неподвижной или двигающейся решетки, на которой происходит воспламенение и выгорание ТБО. Воздух для горения подается снизу решетки, а также сбоку. В более сложных системах также предусмотрено вторичное нагнетание воздуха для увеличения полноты сгорания топлива и выгорания газа. Образующийся зольный остаток падает с задней части колосника в зольный бункер, из которого ее часто вынимают и удаляют. Сама камера сгорания либо облицована огнеупорным материалом, либо имеет топочный экран. В любом случае горячие топочные газы на определенный период задерживаются в зоне горения для выгорания и начального охлаждения. На выходе из камеры сгорания дымовые газы охлаждают в котлах-утилизаторах, тушат впуском воды, или их температура снижается из-за излучения тепловой энергии. В некоторых случаях для ТБО применяют двухступенчатые высокотемпературные печи или установки с камерой для пиролиза на первом этапе и с досжигателем при насыщении воздухом/кислородом. Они состоят из двух камер: в первой отходы подвергаются пиролизу, а во второй происходит выгорание топочных газов.

В худшем случае дымовые газы поступают непосредственно в атмосферу, вынося с собой частицы зольной пыли. На более современных предприятиях они проходят через котел и систему контроля загрязнения воздуха, которая может состоять из устройства для улавливания твердых частиц, такого как циклонный уловитель, электростатический осадитель, рукавный или тканевый фильтр, а также мокрый скруббер. На нескольких последующих этапах могут применяться более или менее эффективные устройства очистки газов, например, адсорбер с активированным углем или катализатор Де-Диокс/ $\text{NO}_x$ .<sup>1</sup> По эмпирическому определению можно отметить, что по мере увеличения числа стадий очистки и количества применяемых технологий очистки различного типа возрастает сложность и эффективность системы контроля загрязнения воздуха.

ПХДД/ПХДФ могут поступить с загружаемыми отходами, образоваться в процессе горения или, что происходит чаще, образоваться по завершению процесса горения при охлаждении дымовых газов. Повышенное образование ПХДД/ПХДФ связано с плохими условиями горения (загрузка партиями, высокое содержание СО и др.), некачественным сырьем и пылеуловителями, функционирующими при повышенных температурах. Работа электростатических осадителей при повышенных температурах (свыше 200°C) может привести к увеличению выбросов ПХДД/ПХДФ в воздух и росту их содержания в летучей зольной пыли. Выбросы подобных предприятий будут определено выше выбросов подобных же заводов, использующих тканевые фильтры или работающих с электростатическими осадителями при более низких температурах.

Предприятие по сжиганию твердых бытовых отходов исследовалась в рамках проекта по отбору проб на диоксины и их анализу, проведенного в Таиланде (UNEP, 2001;

---

<sup>1</sup> Де-диоксиация – означает, что  $\text{NO}_x$  восстанавливаются до  $\text{N}_2$ , и диоксины разрушаются. Это происходит в присутствии катализатора, как правило, оксидов титана, ванадия и вольфрама ( $\text{N}_2\text{O}_5$ - $\text{WO}_3/\text{TiO}_2$ )

Fiedler и др., 2002). Предприятие состояло из одной установки производительностью 250 тонн в день. Оно было оснащено возвратно-поступательной решеткой, паровым котлом-утилизатором, гасящим охладителем, системой вдувания сухой извести и рукавным фильтром.

Эмиссии ПХДД/ПХДФ в почву незначительны, и никакого продукта не образуется. Значимые выбросы в воду происходят, только если для удаления частиц применяют мокрые скрубберы, а вода не поступает обратно в процесс. Поступление в воду будет происходить, когда стоки неправильно очищают, например, не отфильтровывают частицы с адсорбированными на них ПХДД/ПХДФ, или воду используют для охлаждения зольного остатка без последующего задержания. Следовательно, наиболее значимыми путями выбросов являются поступление в воздух и в остаток. Обычно в летучем зольном остатке обнаруживают более высокие концентрации, чем в шлаке (печной золе), однако объемы шлака больше. Если оба зольных остатка перемешаны, то комбинированный остаток будет более загрязнен, чем собственно шлак. В странах, в которых действует план управления отходами, летучий зольный остаток обычно отправляют на захоронение. Часто шлак (зола на решетке) используется как вторичный строительный материал, например, в дорожном строительстве. Возможный диапазон технологий подразделен на четыре группы с соответствующими факторами эмиссии, как показано в Таблице 14.

Таблица 14: Факторы эмиссии для высокотемпературного сжигания твердых бытовых отходов

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженных ТБО		
	Воздух	Летучий зольный остаток	Зола, шлак
1. Низкотехнологичное сжигание, без системы контроля загрязнения воздуха	3500	-	75
2. Контролируемое сжигание, минимальная система контроля загрязнения воздуха	350	500	15
3. Контролируемое сжигание, хорошая система контроля загрязнения воздуха	30	200	7
4. Высокотехнологичное сжигание, сложная система контроля загрязнения воздуха	0,5	15	1,5

Эти установочные факторы эмиссии основаны на предположении, что в результате сжигания отходов образуется 1-2% летучего зольного остатка и 10-25% золы. В Таблице 14 установочные факторы эмиссии приведены отдельно для летучего зольного остатка и шлака (золы). Если остатки рассматриваются вместе, фактор эмиссии равен сумме двух указанных факторов. Эффективность удаления частиц возрастает с ростом качественного уровня установок для сжигания. Факторы эмиссии для Класса 1 следует выбирать для очень небольших (<500кг/ч) и простых печей, работающих при загрузке партиями без какой-либо системы контроля качества воздуха на выходе. Класс 4 следует применять только для высоко сложных заводов по высокотемпературному сжиганию ТБО, которые имеются в западноевропейских странах и встречаются в

Северной Америке. Только если регламент строго требует величину в  $0,1 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ )<sup>1</sup>, а рассматриваемое предприятие удовлетворяет этим условиям, следует применять Класс 4. Предполагается, что подавляющее большинство всех заводов по высокотемпературному сжиганию ТБО попадает в классы 2 и 3.

#### 6.1.1.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух являются главным фактором, вызывающим беспокойство при высокотемпературном сжигании ТБО. Установочный фактор эмиссии в  $3500 \text{ мкг ТЭ/т}$  сожженных отходов, как средний фактор эмиссии для Класса 1, был рассчитан для удельного объема потока дымовых газов около  $10000 \text{ Нм}^3/\text{т ТБО}$  и концентрации в  $350 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ). Швейцария сообщила о факторах эмиссии  $3230 \text{ мкг ТЭ/т}$ , а Нидерланды -  $5000 \text{ мкг М-ТЭ/т}$  (LUA, 1997). Класс 2 предполагает снижение удельного объема потока дымовых газов до  $7000 \text{ Нм}^3/\text{т ТБО}$  вследствие лучшего контроля горения и меньшего количества избыточного воздуха. При этом содержание ПХДД/ПХДФ падает до  $50 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ). Заводы, относящиеся к этому типу, могут быть оснащены электростатическим осадителем, мульти-циклоном и/или простым скруббером. В классе 3 полнота сгорания топлива увеличивается так же, как и эффективность системы контроля загрязнения воздуха (например, электростатический осадитель и многочисленные скрубберы, распылительная сушилка и тканевый фильтр или подобные комбинации), что приводит к снижению концентраций ПХДД/ПХДФ до примерно  $5 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ). Также снижается удельный объем потока дымовых газов - до  $6000 \text{ Нм}^3/\text{т ТБО}$ . Класс 4 представляют современные высокотехнологичные производственные мощности по сжиганию ТБО и технологии контроля загрязнения (например, адсорбционные установки с активированным углем или селективным каталитическим восстановлением Де-Диокс (см. сноску в подразделе 6.1.1)). В результате нормой будет величина  $5000 \text{ Нм}^3/\text{т ТБО}$  и концентрация менее  $0,1 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ) (LUA, 1997; IFEU, 1998).

Концентрации в дымовом газе (при  $11\% \text{ O}_2$ ) на предприятии по сжиганию твердых бытовых отходов в Таиланде варьировали от  $0,65$  до  $3,10 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$ , при среднем значении  $1,71 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ). Концентрации суммарных ПХДД/ПХДФ ( $\text{Cl}_4\text{-Cl}_8$ ) находились между  $41,3$  и  $239$  со средним значением в  $122 \text{ нг/Нм}^3$  (при  $11\% \text{ O}_2$ ). Измеренная средняя концентрация  $122 \text{ нг ПХДД/ПХДФ/м}^3$  превышает норму, принятую в Таиланде для установок по сжиганию твердых бытовых отходов, в  $30 \text{ нг/м}^3$ ; средняя величина  $1,7 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$  также превышает Европейский стандарт  $0,1 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$ . Измеренные эмиссии дают значение фактора эмиссии -  $6,1 \text{ мкг ТЭ/т}$  сожженных отходов. Руководство относит данную установку к классу 3 и устанавливает для нее фактор эмиссии -  $30 \text{ мкг ТЭ/т}$ . При применении установочного фактора эмиссии в соответствии с Руководством расчетная величина выброса оказалась бы в 5 раз выше, но была бы ожидаемого порядка величины.

#### 6.1.1.2 Поступление в воду

Выбросы в воду происходят только в случае, если для удаления твердых частиц или для охлаждения зольного остатка используются мокрые скрубберы. Тогда количество выбросов ПХДД/ПХДФ в эту среду можно оценить, применяя установочные факторы эмиссии для остатков. Обычно концентрации находятся в диапазоне нескольких пг М-ТЭ/л, а по сообщениям, наибольшие концентрации для стоков из скрубберов перед удалением из них твердых частиц были ниже  $200 \text{ пг/л}$ . Большая часть ПХДД/ПХДФ связана с твердыми частицами и в последующем удаляется при очистке стоков. Кроме

<sup>1</sup> В соответствии с требованием Директивы ЕС 2000/76/ЕС для стран-участниц ЕС (ЕС, 2000)

того, оборудование для контроля загрязнения воздуха, установленное на заводах по сжиганию ТБО, работает, как правило, без наработки жидких стоков. В настоящее время подобные выбросы не могут быть количественно оценены.

#### *6.1.1.3 Поступление в почву*

Выбросов в почву не происходит, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой. Концентрации, возникающие в подобных случаях, будут рассмотрены в Разделе 6.1.2.5 “Поступление в остатки”.

#### *6.1.1.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, фактора эмиссии не существует.

#### *6.1.1.5 Поступление в остатки*

Концентрации ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли существенны, хотя ее выход на тонну ТБО обычно составляет лишь около 1-2%. Концентрации ПХДД/ПХДФ в шлаке (золе) довольно низки, однако, количество шлака, приходящееся на тонну ТБО, составляет примерно 10-20%<sup>1</sup>. Летучая зольная пыль и шлак также содержат от 1% (класс 4) до 30% (класс 1) несгоревшего углерода. Поскольку несгоревший углерод в шлаке значительно увеличивает адсорбцию ПХДД/ПХДФ, наибольшая их концентрация наблюдается в классе 1. Здесь выбрано значение для шлака в 500 нг ТЭ/кг<sup>2</sup>. Поскольку данный тип высокотемпературных печей не имеет системы сбора летучей зольной пыли, то для него фактора эмиссии не установлено. Для класса 2 предполагается концентрация в 30000 нг ТЭ/кг в летучей зольной пыли и 100 нг ТЭ/кг в шлаке, что связано с существенно лучшей полнотой сгорания топлива, в результате чего значительно уменьшается показатель снижения обзоливания для золы. В классе 3 эти показатели сокращаются вдвое в результате дальнейшего совершенствования технологии. Класс 4 предполагает не только высокую полноту сгорания топлива, но также и очень большую эффективность улавливания, особенно очень тонких частиц летучей зольной пыли. Эти мелкие частицы предоставляют большую поверхность для адсорбции ПХДД/ПХДФ, а поэтому не происходит дальнейшего снижения их суммарной концентрации. Следовательно, значение для летучей зольной пыли установлено в 1000 нг М-ТЭ/кг, а концентрация для шлака падает до 5 нг ТЭ/кг.

### 6.1.2 Сжигание опасных отходов

Опасные отходы относятся к остаткам и отходам, содержащим значительные количества опасных материалов. В целом, все материалы, включающие потребительские товары, которые имеют ограничения при обращении, применении, а также требуют специальных мер предосторожности, относятся к этой группе. Любые потребительские товары, имеющие соответствующие этикетки и попавшие в поток отходов, должны рассматриваться как опасные отходы. Они включают растворители и прочие летучие углеводороды, красители и краски, химические вещества, включая пестициды, гербициды и другие галогенированные соединения, фармацевтические препараты, аккумуляторы и батарейки, топливо, масла и другие смазочные материалы, а также товары, содержащие тяжелые металлы. Также все материалы, загрязненные

<sup>1</sup> В некоторых западных странах в 1960-х и в 1970-х годах набиралось 300 кг шлаков на тонну сжигаемых бытовых твердых отходов (30%), так как в этот период содержание инертных материалов и стекла в ТБО была выше.

<sup>2</sup> Результат экстраполяции: предположили 10-кратное превышение средних измеренных концентраций для европейских заводов в 1980-е годы.

этими материалами, такие как обработанные ткань или бумага, а также пропитанная древесина, производственные остатки и др., должны рассматриваться как опасные отходы.

К понятию “опасные отходы” в Руководстве не относятся медицинские отходы (см. следующий раздел 6.1.3), поскольку локализации отходов и технологии переработки опасных и медицинских отходов различны. Более того, для целей составления реестра выбросов ПХДД/ПХДФ, доступность первичных данных, в частности места наработки и скорость образования отходов для этих двух типов отходов различны. При поиске источников данных о количествах и типах нарабатываемых и сжигаемых опасных отходов основными источниками могут быть министерства промышленности, промышленные ассоциации и/или частные компании. В случае медицинских отходов очень часто информацию можно получить в министерстве здравоохранения, в местных органах здравоохранения или в отдельных больницах, о которых известно, что в них имеются мусоросжигательные печи.

Как правило, опасные отходы сжигают или в специально разработанных высокотемпературных печах или в печах типа ротационных обжиговых. Специально разработанные высокотемпературные печи включают весьма несложные печи барабанного типа, печи с колосниковой решеткой и муфельные печи. Также в эту группу можно включить другие технологии, такие как окисление в воде сверхкритического давления, жидкофазное спекание в электрической дуге и др., которые также применяют в отношении опасных отходов (хотя эти методы не обязательно классифицируются как “сжигание”). Поскольку классификация опасных отходов в большой степени зависит от специального законодательства, принятого в стране, а количество различных методов, используемых для сжигания опасных отходов практически безгранично, ниже следующее краткое описание процесса относится только к технологии с ротационными обжигowymi печами, которые наиболее часто используются на коммерческих предприятиях для сжигания отходов, и которые предназначены для переработки широкого спектра различных отходов.

Твердые опасные отходы поступают в выложенную огнеупорным материалом ротационную печь через загрузочный лоток. Жидкости, обладающие высокой теплотворностью, а также илы тонко распыляются в камере сгорания или горелке, установленной в передней части ротационной печи. Отходы воспламеняются и горят внутри ротационной печи, температура в которой, как правило, поддерживается выше 1000°C. В обычной ротационной печи, имеющей длину 10-20 метров, опасные отходы превращаются в дымовой газ и печной зольный остаток/расплавленный шлак, которые на выходе удаляются из печи. Спекшаяся зола тушится на водяной бане, отделяется и удаляется. В результате того, что на большинстве современных предприятий остаток на решетке образуется из расплавленного шлака, концентрации ПХДД/ПХДФ в этом шлаке, как правило, ниже по сравнению с концентрациями в летучем зольном остатке. Данных по более старым технологиям получить не удалось. На выходе из ротационной печи дымовой газ попадает во вторую топочную камеру, где дополнительные горелки, сжигая опасные отходы с высокой теплотворностью, поддерживают температуру около 1200°C. Также в эту вторую камеру нагнетают воздух для обеспечения дополнительного выгорания газов. На выходе из 2-х этапной системы сжигания дымовой газ очищают так же, как это описано для сжигания ТБО. Во многих случаях твердые остатки, образующиеся в печи после сжигания опасных отходов, считают опасными отходами и вновь отправляют в печь. В целом, высокотемпературные печи для сжигания опасных отходов функционируют при более высоких температурах, чем печи для сжигания ТБО, но при большем количестве избыточного воздуха. В общем,

это приводит к схожим газообразным эмиссиям ПХДД/ПХДФ. Однако благодаря, как правило, большому содержанию в опасных отходах галогенированных органических веществ, технологические недостатки и несовершенство процесса сжигания в большей мере могут оказать влияние на эмиссии ПХДД/ПХДФ в плане их увеличения. Среды, в которые происходит поступление, идентичны тем, которые описаны для сжигания ТБО. Таким образом, в Таблице 15 приведены четыре группы факторов эмиссии.

Таблица 15: Факторы эмиссии для сжигания опасных отходов

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженных опасных отходов	
	Воздух	Остаток (только летучая зольная пыль)
1. Низкотехнологичное сжигание, без системы контроля загрязнения воздуха	35000	9000
2. Контролируемое сжигание, минимальная система контроля загрязнения воздуха	350	900
3. Контролируемое сжигание, хорошая система контроля загрязнения воздуха	10	450
4. Высокотехнологичное сжигание, сложная система контроля загрязнения воздуха	0,75	30

Эти установочные факторы эмиссии основаны на том допущении, что при сжигании отходов образуется около 3% летучей зольной пыли, а выход ПХДД/ПХДФ при удалении шлака для классов 3 и 4 незначителен. Для классов 1 и 2 нет данных о концентрациях в печной золе. Также эффективность удаления твердых частиц возрастает с ростом качественного уровня предприятия. Класс 4 следует применять только для высокотехнологичных заводов по высокотемпературному сжиганию опасных отходов, которые имеются в некоторых западноевропейских странах и в Северной Америке. Только если регламент строго требует соблюдения величины в  $0,1 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при 11%  $\text{O}_2$ ), а рассматриваемое предприятие удовлетворяет этим условиям, следует применять Класс 4. Предполагается, что подавляющее большинство всех заводов по высокотемпературному сжиганию опасных отходов попадает в классы 2 и 3. Класс 1 следует выбирать для очень небольших (<500 кг/ч) и простых печей, работающих при загрузке партиями без какой-либо системы контроля качества воздуха на выходе, например, для муфельных печей.

#### 6.1.2.1 Поступление в воздух

Выбросы в воздух являются преобладающими для предприятий по высокотемпературному сжиганию опасных отходов. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был рассчитан для удельного объема потока дымовых газов в  $17500 \text{ Нм}^3/\text{т}$  опасных отходов и концентрации примерно  $2000 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$ . Класс 2 предполагает снижение удельного объема потока дымовых газов до  $15000 \text{ Нм}^3/\text{т}$  опасных отходов в результате лучшего контроля горения и меньшего количества избыточного воздуха. Концентрация ПХДД/ПХДФ в этом случае падает до  $20 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при 11%  $\text{O}_2$ ). В классе 3 полнота сгорания еще выше, что приводит к снижению концентрации ПХДД/ПХДФ примерно до  $1 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при 11%  $\text{O}_2$ ). Также снижается удельный объем потока дымовых газов - до  $10000 \text{ Нм}^3/\text{т}$  опасных отходов. Класс 4 представляют

современные производственные мощности по сжиганию опасных отходов и передовые технологии контроля загрязнения. В результате реальными становятся величина в 7500 Нм<sup>3</sup>/т опасных отходов и концентрация менее 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

#### 6.1.2.2 Поступление в воду

Поступление в воду происходит, если для удаления твердых частиц используются мокрые скрубберы. В этом случае количество выбросов ПХДД/ПХДФ в эту среду лучшим образом можно оценить, применяя установочные факторы эмиссии, представленные для остатков. Максимальная фактическая концентрация ПХДД/ПХДФ, обнаруженная в стоках мокрого скруббера, составила менее 0,15 мкг ТЭ/т (LUA, 1997). В целом, поступление в эту среду не считается важным для этого типа источника.

#### 6.1.2.3 Поступление в почву

Выбросов в почву не происходит, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой. Концентрации, поступающие в подобных случаях, описаны в разделе 6.1.2.5 “Поступление в остатки”.

#### 6.1.2.4 Поступление в продукты

В процессе продуктов не образуется, следовательно, поступления в продукты не происходит.

#### 6.1.2.5 Поступление в остатки

Для расчета факторов эмиссии остатком считали лишь летучую зольную пыль, поскольку в классах 1 и 2 данных для шлака не имеется. Для классов 3 и 4, в которых, как следует предполагать, зола удаляется из печи, не происходит существенного увеличения общего выброса ПХДД/ПХДФ. Следовательно, имеют значение только концентрации ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли, и именно они будут рассматриваться в дальнейшем. Количество летучей зольной пыли при сжигании опасных отходов обычно составляет около 3%. Летучая зольная пыль также содержит от 0,5% (класс 4) до 20% (класс 1) несгоревшего углерода. Поскольку несгоревший углерод в зольной пыли значительно увеличивает адсорбцию ПХДД/ПХДФ, наибольшая их концентрация наблюдается в классе 1. В классе 1 предполагаемые количества ПХДД/ПХДФ составили около 300000 нг ТЭ/кг остатка. В классе 2 концентрация падает до 30000 нг ТЭ/кг, что связано с существенно лучшей полнотой сгорания топлива, в результате чего значительно уменьшается показатель снижения обзоливания для летучей зольной пыли. В классе 3 этот показатель сокращается до 15000 нг ТЭ/кг в результате дальнейшего совершенствования оборудования и технологии. Класс 4 предполагает не только высокую полноту сгорания топлива, но также и очень большую эффективность улавливания, особенно очень тонких частиц летучей зольной пыли. Эти мелкие частицы предоставляют большую поверхность для адсорбции ПХДД/ПХДФ, поэтому суммарная концентрация снижается примерно до 1000 нг ТЭ/кг остатка. Если не имеется абсолютно никаких данных по летучей зольной пыли, но существуют данные о фактических выбросах из труб, можно предположить, что поступление ПХДД/ПХДФ в остаток будет аналогичным и, в грубом приближении, того же порядка величины, что и в воздух. Следовательно, суммарные эмиссии могут быть примерно поровну распределены между воздухом и остатком. Однако, в этом случае оценка суммарных эмиссий ПХДД/ПХДФ гораздо менее точна из-за различной природы и состава летучей зольной пыли, образующейся при сжигании опасных отходов.

### 6.1.3 Сжигание медицинских отходов

В качестве медицинских отходов рассматриваются любые отходы, образующиеся в результате деятельности, связанной с медициной, независимо от того, происходит ли она в лечебном учреждении или ведется отдельным медиком, стоматологом или врачом любой другой специальности. Отходы, нарабатываемые в результате подобной деятельности, часто включают инфекционные материалы, секреты, кровь, фармацевтические препараты и упаковочные материалы и/или инструменты, использованные при лечении людей и животных. С тем, чтобы надежно уничтожить вирусы, бактерии и патогенные организмы, эти отходы часто термически обрабатывают (сжигают или подвергают пиролизу). Кроме того, медицинские отходы вследствие своего происхождения или состава могут содержать токсичные химические вещества, например, тяжелые металлы или соединения, из которых впоследствии могут образоваться диоксины и фураны. Во многих странах медицинские отходы являются отходами, которые требуют специального внимания, и было показано, что сжигание всех отходов, наработанных в медицинском учреждении, является наиболее эффективным способом избавления от этих отходов. Однако сжигание медицинских отходов в небольших и плохо контролируемых печах, как показывает опыт, являлось существенным источником ПХДД/ПХДФ (UNEP, 1999). В результате, эти небольшие установки в развитых странах, в основном, были закрыты или реконструированы. Основываясь на этих данных, термическая переработка медицинских отходов в Руководстве выделена в отдельную подкатегорию. Информацию о месторасположении, объемах нарабатываемых и сожженных отходов можно получить в министерствах здравоохранения, муниципалитетах и др., а также в частных компаниях, на которые возложено удаление этого типа отходов.

Как правило, медицинские отходы партиями сжигаются на местах в больнице или в каком-либо другом медицинском учреждении с применением небольших печей. Во многих случаях более крупные и централизованные предприятия по сжиганию медицинских отходов работают только по восемь часов в сутки и пять дней в неделю. Крупные печи по сжиганию медицинских отходов, работающие в непрерывном цикле, встречаются крайне редко и, в основном, расположены в Западной Европе и в Северной Америке. Также редко встречаются котлы-утилизаторы, работающие на этих отходах.

Результаты исследования для развивающихся стран представлены для предприятия по сжиганию медицинских отходов в Таиланде; исследования проводились в рамках программы измерений диоксинов/фуранов. Предприятие состояло из двух одинаковых установок, которые начинали работу каждое утро и работали до тех пор, пока не сжигались все доставленные медицинские отходы. Печь была оснащена статической решеткой, вторичной камерой сжигания и двумя досжигателями. Следует отметить, что функционировало не все предусмотренное первоначальным проектом оборудование. Дымовые газы перед выпуском в трубу пропускали через ванну со щелочной водой. В целом, предприятие оказалось плохо спроектированным и плохо эксплуатировалось (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

Для высокотемпературных печей по сжиганию медицинских отходов Руководство определяет четыре класса факторов эмиссии (Таблица 16). Высокие выбросы ПХДД/ПХДФ при сжигании медицинских отходов происходят при сжигании партиями, что обычно связано с длительными фазами нагревания и охлаждения печи, что создает пиролитические условия в печи в течение продолжительного периода времени. В сочетании с высокой теплотой сгорания отходов и часто с высоким содержанием в них галогенированных пластмасс, это приводит в целом к более высокому потенциалу

образования ПХДД/ПХДФ, чем при сжигании твердых бытовых отходов. Основные среды поступления, вызывающие беспокойство, - это воздух и остатки (в данном случае только летучая зольная пыль, вследствие недостаточности данных для шлака). Поступление в воду является менее значимым, поскольку оборудование по контролю загрязнения воздуха, если таковое имеется, практически не нарабатывает жидкие стоки.

Таблица 16: Факторы эмиссии для сжигания медицинских отходов

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженных медицинских отходов	
	Воздух	Остаток
1. Неконтролируемое сжигание с загрузкой партиями, без системы контроля загрязнения воздуха	40000	200*
2. Контролируемое сжигание с загрузкой партиями, минимальная система контроля загрязнения воздуха или ее отсутствие	3000	20*
3. Контролируемое сжигание с загрузкой партиями, хорошая система контроля загрязнения воздуха	525	920**
4. Высокотехнологичное контролируемое сжигание при непрерывной загрузке, сложная система контроля загрязнения воздуха	1	150**

\* - относится только к шлаку, остающемуся в камере сгорания

\*\* - относится к сумме в шлаке и в летучей зольной пыли

Эти установочные факторы эмиссии основаны на том предположении, что при сжигании медицинских отходов образуется около 3% летучей зольной пыли, а информации о поступлении ПХДД/ПХДФ в окружающую среду в результате удаления шлака на настоящий момент не имеется, поскольку в настоящее время не существует данных измерений. Кроме того, эффективность удаления твердых частиц возрастает на высокотехнологичных предприятиях. Класс 1 следует выбирать для очень небольших и простых установок по сжиганию с прерывистым циклом работы (в которых отходы поджигают и оставляют) без второй топочной камеры, без контроля температур и без оборудования по контролю загрязнения. Класс 2 применяют для всех установок для сжигания медицинских отходов с контролируемым сжиганием и оснащенных досжигательной камерой, но которые еще работают в режиме загрузки партиями. Класс 3 следует применять для контролируемых установок, работающих при загрузке партиями, при которых имеются хорошие системы контроля загрязнения воздуха, например, электрофильтры или, что предпочтительно, рукавные фильтры. Класс 4 следует использовать только для высокосложных установок по сжиганию медицинских отходов, которые существуют в некоторых странах Западной Европы, а также иногда встречаются в Северной Америке, например, если регламент строго требует соблюдения предельной величины, эквивалентной  $0,1 \text{ нг ТЭ/Нм}^3$  (при 11%  $\text{O}_2$ ), а рассматриваемое предприятие удовлетворяет этим условиям. В последнем случае вопрос о режиме работы (партиями или в непрерывном режиме) не является существенным, поскольку рассматриваемые установки предварительно хорошо разогревают, используя нефть или природный газ. Только после того, как рабочая

температура печи превысит 900°C, в нее загружают медицинские отходы. Можно предположить, что подавляющее большинство установок по сжиганию медицинских отходов попадает в классы 1 и 2. Более крупные централизованные предприятия могут быть отнесены к классу 3.

#### *6.1.3.1 Поступление в воздух*

Выбросы в воздух являются преобладающими выбросами при сжигании медицинских отходов. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был рассчитан для удельного объема потока дымовых газов 20000 Нм<sup>3</sup>/т медицинских отходов и концентрации примерно 2000 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>). Класс 2 предполагает снижение удельного объема потока дымовых газов до 15000 Нм<sup>3</sup>/т медицинских отходов вследствие лучшего контроля горения и меньшего количества избыточного воздуха. Концентрация ПХДД/ПХДФ в этом случае падает до 200 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>). Класс 3 основан на европейских данных, которые определяют концентрацию в 35 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) с 15000 Нм<sup>3</sup>/т. Класс 4 представляет современные производственные мощности по сжиганию медицинских отходов и передовые технологии контроля загрязнения. В этих случаях образовалось лишь 10000 Нм<sup>3</sup>/т медицинских отходов, а измеренная концентрация была менее 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

Концентрации ПХДД/ПХДФ, выходящие через трубу в атмосферу в результате работы печи по сжиганию медицинских отходов в Таиланде, приведенные к 11% O<sub>2</sub>, были между 21,8 и 43 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> для линии А и между 10,7 и 45,0 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> для линии Б; средние величины составили соответственно 33,8 и 28,6 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Эти эмиссии дали фактор эмиссии приблизительно в 1200 мкг ТЭ/т сожженных отходов, который попадает между факторами эмиссии классов 2 (3000 мкг ТЭ/т) и 3 (525 мкг ТЭ/т).

#### *6.1.3.2 Поступление в воду*

Поступление в воду происходит, если для удаления твердых частиц используются мокрые скрубберы, и для охлаждения зольного остатка используется гашение водой. Такое вряд ли часто встречается, разве что в Западной Европе, где мокрые скрубберы иногда используют для абсорбции кислых газов. Подобное применимо только в классе 4. Данных об измеренных концентрациях ПХДД/ПХДФ в стоках скрубберов на выходе установок по сжиганию медицинских отходов не имеется. Там, где выявлены мокрые скрубберы и гашение зольного остатка, следует упоминать об очистке вод.

#### *6.1.3.3 Поступление в почву*

Выбросов в почву не ожидается, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой. Концентрации, поступающие в подобных случаях, описаны в разделе 6.1.3.5 "Поступление в остатки".

#### *6.1.3.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

#### *6.1.3.5 Поступление в остатки*

Концентрации ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли существенны. Из-за нехватки данных по концентрациям ПХДД/ПХДФ в шлаке установочные факторы эмиссии, представленные для категории остатков, относятся лишь к выбросам ПХДД/ПХДФ с летучим зольным остатком. Концентрации ПХДД/ПХДФ в остатках могут быть высокими, особенно при плохих условиях горения (например, в простых печах при

загрузке партиями). На установках для сжигания медицинских отходов, относящихся к классам 1 и 2, не нарабатывают летучую зольную пыль, поскольку не имеется оборудования для пылеудаления. В этих случаях весь остаток - это шлак, остающийся в камере сгорания. Величина фактора эмиссии для класса 1 основана на допущении, что в камере сгорания остается 200 кг остатка на тонну сжигаемых медицинских отходов с концентрацией 1000 нг ТЭ/кг. В классе 2 условия горения улучшаются, следовательно, остаток шлака должен содержать лишь 100 нг ТЭ/кг; в результате - фактор эмиссии составляет 20 мкг ТЭ/т отходов.

В классах 3 и 4 летучая зольная пыль собирается и смешивается со шлаком на решетке; количество летучей зольной пыли при сжигании медицинских отходов обычно составляет около 3%. Класс 3 предполагает 30000 нг ТЭ/кг в зольной пыли и 100 нг ТЭ/кг в шлаке на решетке (аналогично для класса 2). Высокотемпературные печи, относящиеся к классу 4, характеризуются высокой полнотой сгорания топлива, в результате содержание органического углерода составляет около 1% в виде несгоревшего углерода; также они обладают очень высокой эффективностью улавливания очень тонких частиц летучей зольной пыли. Зольную пыль собирают (30 кг/т отходов), выбранная концентрация для нее составляет 5000 нг ТЭ/кг, а для шлака на решетке - 10 нг ТЭ/кг. Эти мелкие частицы предоставляют большую поверхность для адсорбции ПХДД/ПХДФ, а поэтому суммарная концентрация больше не снижается.

Результаты исследования печи по сжиганию медицинских отходов в Таиланде дали крайне высокие выбросы вследствие плохих условий сгорания в первичной камере и условий эксплуатации, когда на ночь шлак оставался медленно остывать. Подобные условия приводили к высоким концентрациям ПХДД/ПХДФ. Нами были обнаружены концентрации в шлаке в 1390 и 1980 нг ТЭ/кг шлака, что почти в 20 раз превышает величину, ожидаемую для шлака класса 2 (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

#### 6.1.4. Сжигание легкой фракции измельченных отходов

Измельченные отходы легкой фракции в том значении, в котором они здесь упоминаются (также иногда называемые "вспушенные отходы", или легкий агрегат), относятся к легкой фракции отходов, получаемых при измельчении. Во многих странах крупногабаритные предметы, такие как старые транспортные средства, предметы домашнего обихода, объемистые контейнеры и др., измельчают с тем, чтобы снизить объем отходов, а также отделить рециркулируемые материалы, такие как металлы, от пластмасс и композиционных материалов. Обычно механизмы отделения включают процессы сортировки, просеивания, дробления и фракционирования. При этом используют различия материалов по весу или магнитные свойства черных металлов для фракционирования измельчаемого агрегата на черные металлы, цветные металлы, стекло, другие тяжелые инертные материалы и легкие по весу фракции. В некоторых случаях легкая фракция не используется и может быть удалена сжиганием.

Среды, через которые поступают выбросы и которые вызывают обеспокоенность, - это воздух и остатки, поскольку оборудование контроля загрязнения воздуха, если таковое имеется, может не нарабатывать сточные воды. Таким образом, в Таблице 17 представлены три группы факторов эмиссии.

Таблица 17: Факторы эмиссии для сжигания легкой фракции измельченных отходов

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженной легкой фракции измельченных отходов
--	--

	Воздух	Остаток
1. Неконтролируемое сжигание с загрузкой партиями, без системы контроля загрязнения воздуха	1000	НО
2. Контролируемое сжигание с загрузкой партиями, минимальная система контроля загрязнения воздуха или ее отсутствие	50	НО
3. Высокотехнологичное контролируемое сжигание при непрерывной загрузке, сложная система контроля загрязнения воздуха	1	150

Приведенные установочные факторы эмиссии основаны на допущении о том, что при сжигании легкой фракции измельченных отходов образуется около 1% летучей зольной пыли. Класс 1 следует выбирать для очень простых установок для сжигания, таких как цилиндрические камеры, барабаны или простые печи со стационарными решетками без контроля процесса горения и не оснащенные оборудованием по контролю загрязнения воздуха. Печи, работающие с загрузкой партиями и без системы контроля загрязнения воздуха, также попадают в класс 1. Класс 2 следует выбирать для всех прочих печей с каким-либо контролем горения (таким как подача воздуха сверху или снизу зоны горения, контроль слоевой топки, псевдоожиженный слой и др.), включая предприятия, оснащенные системой контроля загрязнения воздуха в любом ее виде (например, электрофильтры, рукавные фильтры или мокрые скрубберы для удаления пыли). К классу 2 также относят печи по сжиганию легкой фракции измельченных отходов с контролем горения и соответствующим оборудованием контроля загрязнения воздуха, которые, однако, работают в режиме загрузки партиями. Можно предположить, что подавляющее большинство предприятий по сжиганию легкой фракции измельченных отходов попадет в классы 1 и 2. Класс 3 следует применять только для высокосложных заводов, работающих на топливе из отходов, расположенных в Северной Америке и иногда встречающихся в Западной Европе. Только если регламент строго требует соблюдения величины в 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>), и предполагается, что рассматриваемое предприятие удовлетворяет этому условию, его можно отнести к классу 3.

#### 6.1.4.1 Поступление в воздух

Выбросы в воздух являются наиболее существенными выбросами при сжигании легкой фракции измельченных отходов. Для этого вида деятельности существует не так много данных измерений. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был получен на основе фактора эмиссии в 1000 нг ТЭ/кг, рассчитанного Агентством по охране окружающей среды США при исследовании сжигания в камере отобранных горючих бытовых отходов, состав которых близок к составу вспушенных отходов. Для класса 2 использовались различные данные об эмиссиях ряда предприятий Западной Европы и Северной Америки, работающих на топливе из отходов, а также для японских камер сгорания с псевдоожиженным слоем, оснащенных минимальным оборудованием контроля загрязнения воздуха. В этом случае установлен фактор эмиссии - 50 мкг ТЭ/т. Класс 3 представляют современные производственные мощности по сжиганию легкой фракции измельченных отходов и современные технологии контроля загрязнения воздуха. Поэтому приняты значения для выбросов 10000 Нм<sup>3</sup>/т легкой фракции

измельченных отходов и концентрации менее чем 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) (US EPA, 1999; LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

#### *6.1.4.2 Поступление в воду*

Данных измерений концентраций ПХДД/ПХДФ в стоках предприятий по сжиганию легкой фракции измельченных отходов не имеется. Фактор эмиссии не может быть представлен.

#### *6.1.4.3 Поступление в почву*

Выбросов в почву не происходит, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой. Концентрации, поступающие в подобных случаях, описаны в разделе 6.1.4.5 “Поступление в остатки”.

#### *6.1.4.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукты не происходит.

#### *6.1.4.5 Поступление в остатки*

Следует предположить, что концентрации ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли высоки. Доля летучей зольной пыли при сжигании легкой фракции измельченных отходов обычно составляет 1%. Летучая зольная пыль также содержит от 5% (класс 3) до предположительно 30 % (класс 1) несгоревшего углерода. На предприятиях, входящих в класс 1, не применяется оборудования контроля загрязнения воздуха, а следовательно, не ведется сбор летучей зольной пыли, большая часть которой выбрасывается в атмосферу с дымовыми газами. Хотя специальных устройств для сбора зольной пыли не установлено, и большая ее часть выбрасывается через трубу, предполагается, что часть зольной пыли оседает в печи, в системе трубопроводов, а также в самой трубе. Поскольку несгоревший углерод в зольной пыли значительно увеличивает адсорбцию ПХДД/ПХДФ, то наивысшие их концентрации характерны для класса 1. Однако точных данных не имеется. Для класса 3 предполагают не только высокую полноту сгорания топлива, но и очень большую эффективность пылеулавливания, особенно очень тонких частиц зольной пыли. Вследствие этого выбрана величина в 15000 нг ТЭ/кг. Эти мелкие частицы предоставляют большую поверхность для адсорбции ПХДД/ПХДФ, а поэтому их суммарная концентрация дальше не снижается (US EPA, 1999; LUA, 1997; IFEU, 1998).

#### 6.1.5 Сжигание канализационного ила

Канализационный ил представляет собой продукт процессов очистки стоков вне зависимости от их происхождения (например, сточные воды, образующиеся в результате хозяйственной деятельности человека в быту, в сельском хозяйстве или в промышленности). Сточные воды всегда содержат твердые материалы, которые, как правило, удаляются в ходе очистки. Поскольку ПХДД/ПХДФ практически нерастворимы в воде, большинство ПХДД/ПХДФ адсорбируются на твердых частицах, присутствующих в сточных водах. Если твердые частицы не удаляют, ПХДД/ПХДФ поступят в окружающую среду со сточными водами. Эти частицы могут быть удалены фильтрацией или флокуляцией, в результате ПХДД/ПХДФ собирают в илах, получаемых после очистки сточных вод. Эти илы можно сжечь в высокотемпературной печи, можно поступить с ними каким-либо иным образом (совместное сжигание на электростанциях или в цементных печах, мокрое окисление, пиролиз, газификация и др.) или захоронить. В настоящем подразделе рассматриваются эмиссии ПХДД/ПХДФ,

образующиеся в результате сжигания канализационного ила на специальных предприятиях. Последние два из указанных видов удаления рассмотрены в основной категории источников 9 (Раздел 6.9.2). Сжигание канализационного ила - обычная практика, особенно в промышленно развитых странах. Сжигание ила, образующегося в промышленных процессах, например, в целлюлозно-бумажной промышленности, где образующийся канализационный ил обладает значительной теплотой сгорания и используется для производства тепла и электроэнергии, представлено в основной категории источников 7 (Раздел 6.7.1). Еще одна возможность удаления канализационного ила - добавка к топливу для котлов, например, в энергетических установках, работающих на органическом топливе (см. основную категорию источников 3 - Раздел 6.3.1), или для цементных печей (см. основную категорию источников 4 - Раздел 6.4.1).

Канализационный ил сжигают в кипящих (барботажных) топках или в циркуляционных топках с кипящим слоем, где образование ПХДД/ПХДФ ограничено вследствие хороших условий горения. Также к снижению эмиссий ПХДД/ПХДФ приводит высокая эффективность удаления твердых частиц, что является критичным при применении циркуляционных топок с кипящим слоем. Другими распространенными видами печей являются печи с вертикальной вращающейся ступенью или открытые подовые печи, а также печи с колосниковой решеткой или муфельные печи. Все типы печей дают довольно низкий выход ПХДД/ПХДФ, что, однако, зависит от состава сжигаемого ила. При высокотемпературном сжигании ила с повышенным содержанием галогенированных углеводородов и/или других органических загрязнителей, а также тяжелых металлов, например, меди, выбросы ПХДД/ПХДФ могут возрасти.

Вызывает беспокойство, в основном, поступление в воздух и в остатки. Поступление в воду может происходить при применении мокрых скрубберов. В Таблице 18 приведены три группы факторов эмиссии.

Таблица 18: Факторы эмиссии для сжигания канализационного ила

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного канализационного ила	
	Воздух	Остаток
1. Старые печи, загрузка партиями, без оборудования контроля загрязнения воздуха или с недостаточным его количеством	50	23
2. Модернизированные контролируемые установки непрерывного действия, некоторое оборудование для контроля загрязнения воздуха	4	0,5
3. Современные предприятия, непрерывный цикл и постоянный контроль, полная система контроля загрязнения воздуха	0,4	0,5

#### 6.1.5.1 Поступление в воздух

Выбросы в воздух являются преобладающими выбросами при сжигании канализационного ила. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был рассчитан,

основываясь на средней концентрации в выбросе 4 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) и удельном объеме потока дымовых газов приблизительно 12500 Нм<sup>3</sup>/т сожженного канализационного ила, как это было установлено в бельгийском исследовании. Также, по сообщениям из Великобритании, для многоподовой печи, оснащенной электрофильтром, была установлена величина в 77 нг ТЭ/кг. Для класса 2 фактор эмиссии был определен в Нидерландах для установок с кипящим (псевдоожиженным) слоем при наличии скрубберов и электрофильтров. Класс 3 применяют к установкам с псевдоожиженным слоем с оптимизированными системами контроля загрязнения воздуха, обеспечивающими предел эмиссий в 0,1 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>) (на основе измерений, проведенных в Канаде, Германии и Швейцарии) (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

#### *6.1.5.2 Поступление в воду*

Данных измерений концентраций ПХДД/ПХДФ в стоках скрубберов предприятий по сжиганию канализационного ила не имеется. Однако, поскольку стоки мокрых скрубберов часто очищают, а затем вновь подают на очистную станцию, в результате работы подобных предприятий по сжиганию ПХДД/ПХДФ в воду не поступают.

В случаях, когда предприятия используют мокрые скрубберы или применяют тушение отходящих газов для их охлаждения, или проводят гашение шлака, образующегося на решетке, это должно быть указано. Также следует приводить информацию по очистке образующихся стоков и их судьбе. Европейский реестр (EU, 1999) приводит концентрации между 1,2 и 6,5 пг М-ТЭ/л в стоках со скрубберов установок по сжиганию канализационного ила.

#### *6.1.5.3 Поступление в почву*

Выбросов в почву не ожидается, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой.

#### *6.1.5.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукты не происходит.

#### *6.1.5.5 Поступление в остатки*

Исследование многоподовых печей в Великобритании (Дуке и др., 1997) показало, что концентрации ПХДД/ПХДФ в шлаке на решетке составляют 39 нг ТЭ/кг, а в летучей зольной пыли из электрофильтра - 470 нг ТЭ/кг. Образование шлака на решетке многоподовой установки составляло 430 кг на тонну и 13 кг на тонну для зольной пыли из электрофильтра. Уровни в золе (вся зола собрана электрофильтром) при сжигании в псевдоожиженном слое были значительно ниже (<1 нг ТЭ/кг). При сжигании одной тонны ила в псевдоожиженном слое в электрофильтре было получено 373 кг зольного остатка.

Выбросы (комбинированные) в остатки в классе 1 составляют, таким образом, 23 мкг ТЭ на тонну отходов. Выбросы в классе 2 составляют 0,5 мкг ТЭ на тонну отходов. Выбросы в классе 3, по оценкам, установлены такими же, как и в классе 2.

#### 6.1.6 Сжигание отходов древесины и биомассы

В этой подкатегории представлено сжигание отходов древесины и отходов биомассы в печах в контролируемых условиях. В настоящем Разделе рассматривается сжигание древесины и биомассы, которые могли быть обработаны пропиткой или смешаны с

пропитанной древесиной или загрязненной биомассой. Эти отходы биомассы сжигают в печах при условиях, варьирующих от отсутствия контроля до очень хорошего контроля. Сжигание незагрязненной биомассы для производства энергии рассматривается в Разделе 6.3.2. Сжигание на земле любой "чистой" биомассы обсуждается в Разделе 6.6 "Неконтролируемые процессы сжигания".

Загрязненная древесина и другая загрязненная биомассы могут образоваться в результате многих видов антропогенной деятельности. Основными являются деревообрабатывающие отрасли (например, производство стройматериалов, мебели, упаковочных материалов, игрушек, судостроение, строительство и др.). Кроме того, в эту категорию входит и сжигание строительного мусора. Отходы древесины/биомассы могут содержать красители, покрытия, пестициды, антисептики, средства, предохраняющие от биологического обрастания, и многие другие материалы. Сгорая вместе с биомассой, они могут усилить образование ПХДД/ПХДФ в процессе горения. Во многих подобных случаях условия горения плохие, что приводит к резкому возрастанию эмиссий ПХДД/ПХДФ.

На современных предприятиях биомассу сжигают в стационарных или циркуляционных печах с псевдооживленным слоем, где образование ПХДД/ПХДФ ограничено вследствие хороших условий горения. Подобные предприятия наверняка обладают эффективными системами контроля загрязнения воздуха, особенно удаления твердых частиц, что является решающим фактором для функционирования циркуляционных печей с псевдооживленным слоем. Другими видами обычно применяемых печей являются печи с вертикальной вращающейся ступенью или открытые подовые печи, а также печи с колосниковой решеткой или муфельные печи. Работа всех типов печей приводит к довольно небольшому образованию ПХДД/ПХДФ, что однако зависит от состава сжигаемой биомассы. Биомасса с высоким содержанием галогенированных углеводородов или тяжелых металлов, таких как медь, свинец, олово или кадмий, дает более высокие эмиссии ПХДД/ПХДФ, чем сжигание незагрязненной биомассы. Три класса факторов эмиссии представлены в Таблице 19.

Таблица 19: Факторы эмиссии для сжигания отходов древесины/биомассы

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженной биомассы	
	Воздух	Остаток (только летучая зольная пыль)
1. Старые печи, загрузка партиями, без оборудования контроля загрязнения воздуха	100	1000
2. Модернизированные, контролируемые установки непрерывного цикла, некоторое оборудование контроля загрязнения воздуха	10	10
3. Современные предприятия, постоянный контроль операций, всесторонний контроль загрязнения воздуха	1	0,2

### *6.1.6.1 Поступление в воздух*

Выбросы в воздух являются преобладающими выбросами при сжигании отходов древесины и биомассы. Установочные факторы эмиссии для всех трех категорий были рассчитаны на основании сообщений о концентрациях в выбросах в диапазоне между 130 мкг ТЭ/т (исследование в Бельгии) и 1 мкг ТЭ/т (исследования в Канаде и в Швеции). Таким образом, фактор эмиссии для класса 1 был выбран в 100 мкг ТЭ/т для старых предприятий с отсутствием контроля. Класс 2 представлен более современными предприятиями с улучшенным контролем. Для этого класса был принят установочный фактор эмиссии - 10 мкг ТЭ/т. Наконец, класс 3 с выбранным установочным фактором эмиссии - 1 мкг ТЭ/т, включает все наиболее современные предприятия по сжиганию отходов древесины и биомассы (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

### *6.1.6.2 Поступление в воду*

Поступление в эту среду не рассматривается как существенное для этого типа источников.

### *6.1.6.3 Поступление в почву*

Поступления в почву не ожидается, если только неочищенные остатки непосредственно не складываются на земле или не перемешиваются с почвой. Концентрации, поступающие в подобных случаях, описаны в разделе 6.1.6.5 "Поступление в остатки".

### *6.1.6.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, фактор эмиссии не установлен.

### *6.1.6.5 Поступление в остатки*

Концентрации ПХДД/ПХДФ в золе будут значительными, поскольку зола, как правило, содержит довольно высокие концентрации несгоревшего углерода. Особенно для старых печей большие эмиссии газов явно свидетельствуют о низкой полноте сгорания топлива, что приводит к повышенному содержанию несгоревшего углерода в летучей зольной пыли. Следовательно, можно ожидать высокие концентрации ПХДД/ПХДФ в зольном остатке. К сожалению, были найдены лишь ограниченные данные из Канады и Германии, указывающие на широкий диапазон, от максимального значения - 23000 нг ТЭ/кг зольной пыли до минимального 3,7 нг ТЭ/кг зольной пыли. Так как установлено, что суммарный выход золы для сжигания отходов древесины и биомассы находится в диапазоне от 3% до 10%, было выбрано среднее значение в 5%. В результате, установочный фактор эмиссии для класса 1 составил 1000 мкг ТЭ/т, а для класса 3 - 0,2 мкг ТЭ/т. Для класса 2 было выбрано среднее значение из-за отсутствия данных (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999). В классе 1 не применяется оборудование по контролю загрязнения воздуха, а следовательно, не происходит сбора летучей зольной пыли, большая часть которой выбрасывается в атмосферу с дымовыми газами. Хотя специального устройства для сбора летучей зольной пыли не установлено, и большая ее часть выбрасывается через дымовую трубу, предполагается, что некоторое количество зольной пыли оседает в печи, в системе трубопроводов, ведущих к трубе, и в самой трубе. Данных измерений для шлака и золы на топочной решетке не имеется, в результате чего установочные факторы эмиссии для остатков рассчитаны только для летучей зольной пыли.

### 6.1.7 Уничтожение останков животных

Термическое уничтожение останков животных применяют, чтобы избежать риска, который представляет для здоровья человека естественное разложение останков. Этот процесс часто плохо контролируется, а неполное сгорание является скорее нормой, чем исключением, так как основная задача - это дезинфекция и полное пресечение всяческой биологической активности, а совсем не полное сгорание или производство энергии.

Останки животных часто сжигают в простых, примитивных печах. Поэтому описать типичную печь для сжигания останков животных практически невозможно. Часто конструкция этих печей не обеспечивает ни хорошо контролируемых условий сжигания, ни высокую эффективность удаления твердых частиц, что необходимо для сохранения низкого уровня выбросов ПХДД/ПХДФ.

Вызывает беспокойство поступление, в основном, в воздух и в отходы. Только если сжигание происходит непосредственно на земле, будет происходить поступление в почву. Однако о таком загрязнении данных не имеется. В Таблице 20 представлены три класса факторов эмиссии.

Таблица 20: Факторы эмиссии для сжигания останков животных

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженных останков животных	
	Воздух	Остаток
1. Старые печи, режим загрузки партиями, без оборудования контроля загрязнения воздуха	500	НО
2. Модернизированные, контролируемые установки непрерывного цикла, некоторое оборудование для контроля загрязнения воздуха	50	НО
3. Современные предприятия, постоянный контроль операций, всесторонняя система контроля загрязнения воздуха	5	НО

#### 6.1.7.1 Поступление в воздух

Выбросы в воздух являются преобладающими выбросами при сжигании останков животных. Установочные факторы эмиссии для всех трех категорий были рассчитаны на основании сообщений о концентрациях в выбросах между примерно 50 мкг ТЭ/100 кг массы тел (исследование в Великобритании) и менее 0,5 мкг ТЭ/100 кг массы тел (исследования в Австрии и Германии). Таким образом, фактор эмиссии для класса 1 был выбран в 500 мкг ТЭ/т массы тел для старых предприятий с отсутствием контроля, а также для открытого сжигания. Класс 2 представлен более новыми предприятиями с улучшенным контролем. Для этого класса был выбран установочный фактор эмиссии в 5 мкг ТЭ/100 кг (=50 мкг ТЭ/т) массы тел, основанием для чего явились данные из Швейцарии, Германии и Великобритании. Наконец, класс 3 с выбранным установочным фактором эмиссии 5 мкг ТЭ/т массы тел включает все современные предприятия по сжиганию останков животных. (LUA, 1997; IFEU, 1998).

#### *6.1.7.2 Поступление в воду*

Поступление в эту среду рассматривается как несущественное для этого типа источников.

#### *6.1.7.3 Поступление в почву*

Поступление в почву происходит, только если сжигание остатков животных происходит непосредственно на земле. Этот случай в данном разделе не описывается, а представлен в Разделе 6.6.2.

#### *6.1.7.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукты не происходит.

#### *6.1.7.5 Поступление в остатки*

Концентрации ПХДД/ПХДФ в золе могут быть значительными, поскольку в золе, как правило, довольно высоки концентрации несгоревшего углерода. Это характерно для старых печей и открытого сжигания, когда повышенные эмиссии газов явно указывают на низкую полноту сгорания топлива, что приводит к повышенному содержанию несгоревшего углерода в летучей зольной пыли. Следовательно, можно ожидать высокие концентрации ПХДД/ПХДФ в золе. Данных для определения установочных факторов эмиссии не найдено.

## 6.2 Основная категория 2 - Производство черных и цветных металлов

Черная металлургия, а также производство цветных металлов являются высоко материалоемкими и энергоемкими производствами. Значительное количество поступающего сырья превращается в отбросные газы и остатки. Наиболее существенными являются эмиссии в воздух. Кроме того, значимым вопросом являются вторичные материалы и степень повторного использования и рециркуляции твердых остатков. Руды и концентраты содержат, помимо основного, примеси прочих металлов, а производственные процессы разработаны так, чтобы извлечь чистый основной металл, а также попутно восстановить прочие ценные металлы. Они, как правило, сконцентрированы в остатках процесса и, в свою очередь, служат сырьем для других процессов по регенерации металлов. Наконец, пыль, собираемая на фильтрах, может быть рециркулирована на том же предприятии, использована для регенерации прочих металлов на других установках в цветной металлургии, а также применена для других целей.

В настоящем Руководстве под первичными процессами понимаются те, в которых металл (железо, медь, алюминий, свинец, цинк и др.) получают непосредственно из соответствующей руды, сульфидированной или окисленной, посредством концентрации, плавления, восстановления, очистки и др. Во вторичных металлургических процессах используется металлолом, часто покрытый пластиком, краской, использованные аккумуляторы (для производства свинца), масла и др., и/или шлаки и летучий зольный остаток металлургических или иных процессов. В данной главе термин “первичное” производство металла применяется только в случаях, когда в качестве источника металла не применяют использованное ранее сырье или отходы.

Образование ПХДД/ПХДФ связано с производством металлов, и особенно с их производством из вторичного сырья, что было признано источником диоксинов и фуранов (LUA, 1997; LUA, 2000; UNEP, 1999). Кроме того, ПХДД/ПХДФ могут образовываться при процессах, требующих хлорирования, например, при электролитическом производстве магния из морской воды и доломита (см. Раздел 6.2.9). ПХДД/ПХДФ или их предшественники могут присутствовать в некоторых видах сырья и с ним поступать в процесс, или они могут образовываться из углеводородов с короткой цепочкой путем синтеза *via de novo* в печах или системах подавления выбросов. ПХДД/ПХДФ легко адсорбируются на твердые частицы и могут быть собраны и впоследствии удалены с пылью, твердым материалом скрубберов и удержанным фильтрами летучим зольным остатком (Fiedler, 1998; BREF, 2001).

Вторичная металлургия зависит от поставок вторичного сырья из отраслей сбора металлолома и прочих металл-содержащих отходов. Присутствующие примеси – даже в металлоломе высокого качества – могут вызвать образование ПХДД/ПХДФ при неполном сгорании или в результате синтеза *de novo*. Масла и иной органический материал, присутствующий в металлоломе, а также другие источники углерода, такие как частично сгоревшее топливо и восстановители (например, кокс), могут вызвать образование ПХДД/ПХДФ при реакции с (неорганическим) хлором или органически связанным хлором в температурном диапазоне 250-450°C (см. Раздел 3). Этот процесс известен как синтез *de novo*, катализатором для него являются металлы, таких как медь, железо и др. (NATO/CCMS, 1992a; Fiedler, 1998; BREF, 2001).

Хотя ПХДД/ПХДФ разрушаются при высоких температурах (обычно свыше 850°C) в присутствии кислорода, процесс синтеза *de novo* происходит при охлаждении дымовых газов через “повторное образование в температурном окне”. Это температурное окно может образоваться в системах борьбы с дымовыми газами и в более холодных частях

печи, например, в районе питателя. Следовательно, следует внимательно подходить к проектированию систем охлаждения с тем, чтобы свести к минимуму продолжительность температурного окна и тем самым препятствовать синтезу ПХДД/ПХДФ de novo. В горячих газах необходимо присутствие достаточных количеств кислорода, можно применить впуск кислорода для обеспечения полного сгорания с тем, чтобы минимизировать потенциал образования ПХДД/ПХДФ (NATO/CCMS, 1992a; Fiedler, 1998; BREF, 2001).

Между черной и цветной металлургией имеется много общего. На некоторых стадиях операций могут образовываться и выбрасываться ПХДД/ПХДФ. При оценке выбросов ПХДД/ПХДФ в пределах каждой из подкатегорий следует оценивать каждый отдельный этап с точки зрения потенциала формирования источника ПХДД/ПХДФ. Помимо печей, производящих металл, потенциальным источником ПХДД/ПХДФ могут стать подготовительные этапы производства, например, нижеследующие:

**Удаление покрытий и обезжиривание.** Применяется в отношении вторичного сырья для снижения содержания органического вещества сырья для некоторых основных процессов. Используется промывка и пиролиз. В термических системах имеется потенциал образования ПХДД/ПХДФ. Удаление масел и некоторых покрытий достигается в специально спроектированной печи, такой как стружкосушитель. В большинстве случаев используется ротационная печь, работающая на низких температурах для испарения воды и масла. Применяется прямой и опосредованный нагрев материала. Современные установки оснащены дожигателем, работающим при повышенных температурах (свыше 850°C) для уничтожения органических продуктов, образующихся в печи, а также тканевым фильтром для фильтрации газов.

**Высокотемпературное сжигание и пиролиз.** Применяется для фотографической пленки, мусора, катализаторов и прочих материалов и для концентрирования ценных металлов. На стадиях сжигания или пиролиза используются простые камерные и ротационные печи.

**Оборудование по производству серной кислоты.** Его можно установить на стадии плавления, и оно служит системой очистки дымовых газов. Сульфидные породы поступают через питатель плавильной печи, и при окислении образуется оксид серы. Он может быть восстановлен из газов, выходящих из плавильной печи, и переведен на подобном оборудовании в серную кислоту для последующего использования в промышленности (BREF, 2001).

В то время как на предприятиях вторичной переработки металлов обнаружены относительно высокие эмиссии ПХДД/ПХДФ, для плавильных печей, производящих обычный металл, информации практически не имеется. Департамент по охране окружающей среды Канады провел программу изучения диоксинов/фуранов на своих плавильных предприятиях, производящих обычные металлы, с тем, чтобы получить больше данных и разработать протокол исследования эмиссий (Charles E. Napier, 2002).

В этом Разделе в Руководстве рассматриваются следующие подкатегории (Таблица 21):

Таблица 21: Подкатегории Основной категории 2 – Производство черных и цветных металлов

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток

2		<b>Производство черных и цветных металлов</b>	X				X
	a	Агломерация железной руды	X				x
	b	Производство кокса	X	x	x	x	x
	c	Предприятия черной металлургии, включая литейное производство	X				x
	d	Производство меди	X				x
	e	Производство алюминия	X				x
	f	Производство свинца	X				x
	g	Производство цинка	X				x
	h	Производство латуни и бронзы	X				x
	i	Производство магния	x	x			x
	j	Производство прочих цветных металлов	x	x			x
	k	Измельчители	X				x
	l	Термическая регенерация металлов из проводов	X	(x)	x		x

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части II включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(d) (i) Вторичное производство меди	6.2.4
(d) (ii) Агломерационные установки в черной металлургии	6.2.1
(d) (iii) Вторичное производство алюминия	6.2.5
(d) (iv) Вторичное производство цинка	6.2.7

#### Категории источников Приложения С Части III включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(b) Термические процессы на предприятиях металлургии, не упомянутые в Части II	6.2.2; 6.2.6; 6.2.8; 6.2.9; 6.2.10
(k) Установки по переработке отслуживших свой срок автомобилей	6.2.11

### 6.2.1 Агломерация железной руды

Агломерационные фабрики, как правило, связаны с предприятиями черной металлургии, часто интегрированы в чугунолитейное и сталеплавильное предприятие. Процесс агломерации представляет собой предварительный этап в производстве железа, при котором тонкие частицы металлических руд укрупняются спеканием. Агломерация необходима для увеличения газопроницаемости железорудных материалов для доменного процесса. Как правило, агломерационные фабрики являются крупными (до нескольких сотен квадратных метров) системами решеток, применяющихся для подготовки железной руды (иногда в виде порошка) для ее последующего использования в доменной печи. К железной руде обычно добавляют углеродсодержащие соединения (часто кокс) и другие добавки, такие как известняк. В некоторых случаях добавляют отходы с различных этапов сталелитейного производства. При агломерационном процессе горелки над рядами решеток нагревают материал до требуемой температуры (1100-1200°C), что вызывает возгорание топлива в загруженной смеси. Зона горения перемещается через слой агломерата по решетке, вызывая спекание материала. Через слой осуществляется продув воздуха. Процесс прекращается, как только пламя прошло через весь слой перемешанного материала, и все топливо выгорело. Охлажденный агломерат переводят на грохот, разделяющий материал на тот, который будет использоваться в доменной печи (4-10 мм и 20-50 мм) и материал, который должен быть возвращен для повторной агломерации (0-5 мм - как "возвращаемый тонкий материал", 10-20 мм - как "подовый слой").

Поток отбросных газов с агломерационной фабрики варьирует от 350000 до 1600000  $\text{Нм}^3/\text{час}^1$  в зависимости от размеров предприятия и режима его работы. Обычно удельный поток отбросных газов составляет от 1500 до 2500  $\text{Нм}^3/\text{т}$  агломерата (BREF, 2000с).

Отбросные газы обычно очищают путем удаления пыли с помощью циклонного уловителя, электростатического осадителя, мокрого скруббера или тканевого фильтра. На предприятиях, где выявлены высокие эмиссии ПХДД/ПХДФ, для их снижения могут быть установлены высокоэффективные очистные системы, а также приняты меры по уменьшению потоков газов.

Широкое исследование образования ПХДД/ПХДФ в агломерационном процессе показало, что они образуются в самом слое агломерата, вероятно, перед зоной горения, когда горячие газы проходят через слой. Также было показано, что количества ПХДД/ПХДФ, образующихся de novo в газосборниках при реакции с участием тонких пылевых частиц, составляет лишь 10% от общего количества ПХДД/ПХДФ, и что основные меры по предотвращению образования ПХДД/ПХДФ должны быть предприняты в отношении агломерационной установки. Кроме того, нарушения в перемещении зоны горения, т.е. нестабильный режим работы, приводит к более высоким эмиссиям ПХДД/ПХДФ (Nordsieck и др., 2001). Следовательно, агломерационный процесс необходимо вести как можно более последовательно в отношении скорости движения материала, состава слоя агломерата, его высоты, применения добавок, а также необходимо соблюдать герметичность в системе

<sup>1</sup> Примечание: в этой категории величины, выраженные в  $\text{Нм}^3$  или  $\text{м}^3$ , не соотносят с каким-либо содержанием кислорода; таким образом, объемы относятся к концентрациям кислорода, имеющимся в процессе.

трубопроводов и электрофильтров для сведения, по возможности, к минимуму притока воздуха, что снизит образование диоксинов и фуранов.

В Великобритании по 41 пробе, взятой на четырех объектах, была получена средняя величина в 1,0 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Однако на предприятиях в других странах, участницах ЕС, где имеются такие же или очень сходные условия, подобные низкие величины не были достигнуты. В Германии измерения обычно давали 2-3 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Сообщалось, что на одном предприятии измеренные величины находились в диапазоне между 5 и 6 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (BREF, 2000с).

В Таблице 22 представлены три класса факторов эмиссии.

Таблица 22: Факторы эмиссии для предприятий по агломерации железной руды

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т произведенного агломерата				
	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остаток
1. Высокая степень использования отходов, включая материалы, загрязненные маслами	20	НО	НО	НП	0,003
2. Небольшое использование отходов, хороший контроль на предприятии	5	НО	НО	НП	0,003
3. Высокотехнологичное снижение эмиссий	0,3	НО	НО	НП	0,003

Для предприятий, использующих большие количества отходов, содержащих смазочно-охлаждающие масла или другие хлорированные загрязнители, а также при ограниченном контроле процесса, следует применять факторы класса 1. Класс 2 применим для предприятий с хорошим контролем процесса горения и предприятий, мало использующих отходы, в частности, смазочно-охлаждающие масла. Факторы эмиссии класса 3 следует применять для тех предприятий, на которых принимаются всесторонние меры для контроля ПХДД/ПХДФ.

Агломерационные фабрики, работающие по крайне низким технологиям, могут давать большие эмиссии. Всякое предприятие, на котором обнаружен слабый контроль и ограниченное применение систем контроля загрязнения, следует отмечать как объект будущих исследований.

### 6.2.1.1 Поступление в воздух

В ряде стран фабрики по агломерации железных руд были признаны важнейшим источником поступления ПХДД/ПХДФ в воздух. Максимальные выбросы ожидаются от предприятий, которые не предприняли кардинальных попыток по снижению эмиссий ПХДД/ПХДФ, а также используют в производстве агломерата материал отходов, например, смазочно-охлаждающие масла, пыль из электрофильтров и др. Фактор эмиссии для этого класса процессов - 20 мкг ТЭ/т - получен из двух реестровых исследований с величиной объема газов 2000 Нм<sup>3</sup> на тонну агломерата и концентрацией 10 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (HMIP, 1995; SCEPT, 1994). Следует отметить, что на одной из фабрик Германии был установлен фактор эмиссии почти в 100 мкг ТЭ/т агломерата; соответствующие эмиссии из трубы составили 43 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (LUA, 1997).

Для предприятий, мало использующих отходы, применяется фактор эмиссии класса 2 - 5 мкг ТЭ/т, что основано на исследованиях, проведенных в Бельгии, Швеции, Нидерландах и Германии.

Для высокотехнологичных предприятий, где следили за эмиссиями ПХДД/ПХДФ, где были внедрены современные технологии и управление процессом, следует применять класс эмиссий 3. Внедренные усовершенствования могут включать меры по снижению потоков газов и многоступенчатую очистку с применением скрубберов. Фактор эмиссии 0,3 мкг ТЭ/т основан на сниженном потоке газа 1500 Нм<sup>3</sup>/т и концентрации - 0,2 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (Smit и др., 1999; NMIP, 1995).

В ряде случаев были обнаружены более высокие концентрации ПХДД/ПХДФ, что, возможно, связано с применением хлорированных смазочно-охлаждающих масел. Для данного случая требуется наработка результатов измерений.

Также следует отметить, что горячее просеивание и дробление могут добавить дополнительно 1 мкг ТЭ на тонну агломерата, а эмиссии из слоя агломерата, идущие мимо дымовой трубы, еще 2 мкг ТЭ на тонну агломерата (данные из Германии) (LUA 1977).

#### *6.2.1.2 Поступление в воду*

Поступление в воду может произойти в случае применения в процессе мокрого скруббера, когда образуются сточные воды. Для этого пути поступления не может быть установлено фактора эмиссии. Следует упоминать о любом сбросе жидких стоков, важными факторами будут данные об их количестве и очистке.

#### *6.2.1.3 Поступление в почву*

Какого-либо поступления в почву не ожидается. Следует упоминать о всяком сбросе остатков на землю.

#### *6.2.1.4 Поступление в продукты*

Продуктом, образующимся в процессе, является агломерат, который поступает в доменную печь. Всякие ПХДД/ПХДФ, присутствующие в агломерате, поступят в доменную печь и, по всей вероятности, будут уничтожены. Поэтому поступление в продукт не оценивается.

#### *6.2.1.5 Поступление в остатки*

Основным остатком, как предполагается, будет пыль, собираемая пылеулавливающими устройствами. Некоторое ее количество может быть рециркулировано и возвращено в процесс, или она может быть удалена из процесса как отходы. Данные из Великобритании о количестве ПХДД/ПХДФ в пыли электростатического фильтра предприятия по агломерации показывают диапазон от 29 до 90 нг М-ТЭ/кг. Лишь малая часть агломерационной пыли удаляется (например, в Великобритании: 700 тонн в год при производстве 15,1 миллионов тонн агломерата, т.е. около 0,05 кг пыли на тонну агломерата). Данные измерений из Германии 1993/1994 годов ложились в диапазоне от 196 до 488 нг М-ТЭ/кг (ЕС, 1999). Фактор эмиссии в 0,003 мкг ТЭ/т основан на данных, полученных на предприятиях Великобритании (Дукс и др., 1997), и предполагается, что его можно применять для других типов процессов, если нет иных данных. Следует отметить, что была предложена величина до 2 кг пыли на тонну агломерата (BREF, 2000с).

## 6.2.2 Производство кокса

Кокс получают из антрацита или бурого угля карбонизацией (нагреванием в вакууме). В "коксовых печах" уголь загружают в большие камеры, подвергающиеся внешнему нагреву через стенки печи до приблизительно 1000°C при отсутствии воздуха. Кокс выгружают и тушат водой. Основное применение, по крайней мере, в промышленно развитых странах, кокс находят в черной металлургии.

Выбросы ПХДД/ПХДФ при производстве кокса широко не исследовались. Представленные факторы эмиссии основаны на данных с одного предприятия, оснащенного камерой досжигания и пылеуловителями для очистки образующихся в процессе отходящих газов. Если используются технологии, значительно отличающиеся от упомянутой, эмиссии могут быть совсем другими. Следует сообщать об имеющихся технологических отличиях.

Не имеется данных для оценки выбросов при производстве древесного угля из древесины. Этот процесс можно вести на многих мелких предприятиях, которые, взятые вместе, могут составить значительное производство. К сожалению, данных измерений не имеется. Первоначальную оценку эмиссий можно сделать, применяя факторы эмиссии, представленные в данном разделе для простых предприятий (класс 1).

В Таблице 23 представлены два класса.

Таблица 23: Факторы эмиссии для производства кокса

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т произведенного кокса				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Оста-ток
1. Без очистки газов	3	0,06 <sup>1</sup>	НП	НО	НО
2. Контроль загрязнения воздуха с камерой досжигания/ пылеулавливанием	0,3	0,06 <sup>1</sup>	НП	НО	НО

1 -Используйте фактор 0,006 мкг ТЭ/т в случае применения очистки воды

Класс 1 следует применять для предприятий, где не используются пылеуловители, а класс 2 для предприятий, оснащенных специальным оборудованием.

### 6.2.2.1 Поступление в воздух

Выбросы в воздух могут происходить при загрузке/выгрузке угля/кокса, а также при нагревании. Поскольку газы в трубу не выходят, факторы эмиссии рассчитать затруднительно, и, следовательно, присутствует элемент неопределенности.

Факторы эмиссии для класса 1 применяют как оценку выбросов при отсутствии очистки газов. Факторы эмиссии класса 2 следует применять для выбросов предприятий, использующих камеры досжигания и оборудование для пылеулавливания (Bremmer и др., 1994). Этот фактор эмиссии приблизительно равен 0,23 мкг ТЭ/т переработанного угля.

#### 6.2.2.2 Поступление в воду

Поступление в воду происходит, если сбрасывают стоки вод, использованных для охлаждения или в мокрых скрубберах. Приведены два фактора эмиссии: 0,06 мкг ТЭ/т для неочищенных стоков и 0,006 мкг ТЭ/т для очищенных (предполагается 90% эффективность очистки).

#### 6.2.2.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### 6.2.2.4 Поступление в продукты

Предполагается, что любые ПХДД/ПХДФ, присутствующие в коксе, перейдут в другие процессы. Данных для оценки количеств, присутствующих в продукте, не имеется.

#### 6.2.2.5 Поступление в остатки

Остатки могут быть в виде илов, образовавшихся при очистке сточных вод, а также в виде любого собираемого твердого материала. Данных о ПХДД/ПХДФ в остатках не имеется.

### 6.2.3 Предприятия черной металлургии

Черная металлургия является крайне материалоемкой отраслью, в качестве сырья используются руды, окатыши, металлолом, уголь, известь, известняк (в некоторых случаях тяжелая нефть и пластмассы), а также добавки и вспомогательные вещества. Эта отрасль также является энергоемкой. Более половины поступающего материала (по массе) превращается в отходящие газы и твердые побочные продукты или в отходы. Основные эмиссии происходят в воздушную среду, при этом по большинству загрязнителей в общих выбросах преобладают выбросы агломерационных предприятий (см. Раздел 6.2.1).

В этом разделе рассматриваются все процессы, идущие при производстве железа и стали. Сталь в настоящее время производится четырьмя способами: классическим доменным/кислородно-конвертерным способом, непосредственной выплавкой из металлолома (электродуговая печь), восстановительной плавкой и прямым получением железа (BREF, 2000с). Для целей настоящего руководства можно выделить категории по видам поступающего сырья: так доменные печи используются только для производства чугуна, и сырьем для них являются железные руды с агломерационных фабрик или предприятий по производству окатышей. Доменные печи не работают на металлоломе. Металлолом используют в электродуговых печах, кислородных конвертерах, а также на литейных заводах, где имеются вагранки и рефракционные печи.

На литейном производстве для плавления металла обычно применяют пять типов печей: вагранки, электродуговые печи, индукционные, рефракционные и тигельные. Последние два типа печей чаще используются в цветной металлургии, а поэтому в этом разделе, посвященном черной металлургии, не рассматриваются. На некоторых литейных предприятиях работают несколько печей различных типов (US-EPA, 1998b).

В нижеследующих параграфах приведено общее описание различных типов печей и процессов.

На металлургическом производстве главной производственной установкой является **доменная печь**, в которой происходит первичное восстановление руды из оксидов железа до жидкого железа, так называемого чугуна. Современные высоко

производительные доменные печи требуют предварительной физической и металлургической подготовки загружаемого материала (шихты). Двумя типами предприятий подготовки руды являются агломерационные фабрики и фабрики окомкования. Агломерат обычно производят на чугуноплавильных заводах из предварительно подготовленных смесей тонко измельченной руды, остатков и добавок. До сих пор доменный процесс остается наиболее важным процессом для производства чугуна.

В доменную печь загружают руду с высоким содержанием окислов железа, а также кокс и флюсы, из чего образуются расплавленное железо, шлаки и доменный газ. Расплавленное железо (=чугун) включает около 4% углерода, содержание которого в случае выплавки стали снижают до 1%. Задача доменного процесса - восстановить твердые окислы железа до жидкого железа. Доменная печь представляет собой высокую печь башенного типа с вертикальной шахтой над горном тигельной формы. Доменная печь является закрытой системой, в которую постоянно сверху, через загрузочное устройство, препятствующее выходу доменного газа, подают железосодержащие материалы (куски железной руды, агломерат и/или окатыши), добавки (шлакообразователи, такие как известняк) и восстанавливающие агенты (кокс). В доменной печи железная руда восстанавливается до чугуна путем реакции, в которой источником энергии служат кокс<sup>1</sup> и кислород, а образующийся оксид углерода II (CO) является восстановителем. Когда загружено сырье, непосредственно над горном начинают под давлением подавать воздух с температурой 900-1350°C ("горячее воздушное дутье")<sup>2</sup>. Жидкий чугун и шлаки накапливаются внизу печи, откуда они сливаются через специальные отверстия.

Хотя в системе происходит рециркуляция большого количества охлаждающей воды, маловероятно образование открытых жидких стоков; основной выход твердых материалов происходит через шлаки. Отбросные газы часто очищают с применением сухого пылеуловителя циклонного типа для удаления грубого твердого материала и двухступенчатого скруббера Вентури для удаления тонких частиц.

Шлаки, поступающие из доменной печи, гранулируют, окомковывают или удаляют в шлаковые ямы. Гранулированный или окомкованный шлак обычно продают компаниям, занимающимся производством цемента. Также шлак из ям может использоваться в дорожном строительстве. Жидкое железо из доменной печи (чугун) транспортируют в кислородный конвертер, в котором содержание углерода (приблизительно 4%) снижается до менее чем 1%, что приводит к образованию стали. Ковшовая десульфуризация чугуна и ковшовая металлургия стали применяются, как правило, для производства стали требуемого качества. На выходе из кислородного конвертера жидкая сталь разливается в изложницы, или происходит непрерывное литье заготовок. Продукты разливки, будь то слитки, слябы, заготовки или блюмы, в дальнейшем обрабатываются на прокатных станах и линиях чистовой прокатки для подготовки их к выпуску на рынок. Удельный вес шлака зависит, в основном, от используемого сырья, но находится в пределах 210-310 кг/т произведенного чугуна.

**Кислородный конвертер** стал популярным в 1950-е годы с появлением возможности экономически выгодно в промышленном масштабе заменить воздух кислородом.

---

1 из коксовой печи. Вот почему коксовые печи рассматриваются в этом разделе, посвященном производству черных и цветных металлов.

2 Горячее дутье в доменном процессе обеспечивается нагревателями (регенераторами, также называемыми "кауперами"). Регенераторы являются дополнительными установками, разогревающими доменное дутье. Для каждой доменной печи необходимо три или четыре регенератора.

Всегда после конвертера используют ковшовую печь и мешалку с аргоном или какое-нибудь другое устройство для вторичной переработки, поскольку конвертерная сталь не может непосредственно направляться на отливку, так как она содержит слишком много кислорода (BSE, 2002). Кроме того, была разработана технология водоохлаждаемой фурмы для подачи кислорода в конвертер. С тех пор кислородный конвертер и электродуговые печи заменили часто менее эффективные сталеплавильные процессы, существовавшие в то время, такие как процесс Томаса и мартеновский (открытый подовый процесс, или процесс Бессемера, Сименс-Мартена). Цель кислородного способа - сжечь (т.е. окислить) нежелательные примеси, имеющиеся в металлосодержащем сырье. Кислородный конвертер - аппарат периодического действия. Полный цикл состоит из следующих фаз: загрузка металлолома и жидкого чугуна, кислородное дутье, отбор проб и регистрация температур и разливка. На современном сталелитейном предприятии за 30-40-минутный цикл производится 300 тонн стали.

На **литейном** производстве обычно в качестве первичного источника металла используют металлолом; когда его нет, могут использоваться стальные заготовки. Флюсы - часто хлор или фторсодержащие соли - добавляют в шихту или в жидкий металл для удаления примесей. Кислородный конвертер, как правило, работает при 20%-й загрузке металлоломом (в то время как электродуговая печь может функционировать на металлоломе на 100%).

**Вагранка**, в основном, используется для выплавки серого, ковкого или пластичного чугуна. Процесс идет непрерывно, кокс и сырье попеременно загружают через боковое отверстие, происходит горение кокса и плавление металла. Дымовые газы обычно проходят через досжигательные камеры, а затем очищаются при помощи скрубберов. В вагранках с подогретым дутьем используют предварительно нагретый (500-600°C) воздух, а в вагранках без подогрева дутья предварительного нагрева воздуха не происходит. Данные по диоксинам имеются для предприятий, оснащенных тканевыми фильтрами.

**Электродуговые печи** используют для прямой плавки железосодержащих материалов, таких как металлолом, литейный чугун или сталь. Электродуговые печи имеют то преимущество, что не требуют чистоты поступающей стали. Основным сырьем для электродуговых печей служит металлолом, который может состоять из отходов сталелитейного производства, обрезков металлообрабатывающих производств (например, производства транспортных средств) и бытового металлолома (например, отслуживших свой срок изделий). Все большее распространение получает использование в качестве сырья железа, полученного прямым восстановлением. В электрометаллургическом процессе тепловая энергия образуется не при сжигании кислорода, а из электроэнергии электрических, индукционных или плазменных печей. Также как и в кислородном конвертере, шлак образуется из извести, применяющейся для удаления из стали нежелательных примесей. Предварительное нагревание металлолома может привести к повышенным эмиссиям ароматических галогенсодержащих органических соединений, таких как полихлорированные дибензо-*p*-диоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ), хлорбензолы, полихлорированные бифенилы (ПХБ), а также полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие продукты неполного сгорания лома, загрязненного красителями, пластмассами, смазками или другими органическими соединениями. В подобных случаях обнаруженные эмиссии ПХДД/ПХДФ были до 5-ти раз выше (LAI, 1997). Мощность электродуговой печи составляет, как правило, от 60 до 80 тонн (диапазон 25-400 тонн), а период между пусками составляет от 35 минут до 2 часов. Электродуговые печи

работают с партиями сырья. Загружаемый материал плавится при температурах между 1600 и 1670°C (BSE, 2002). Происходит выброс газообразных загрязнителей, которые могут поступать в систему трубопроводов. Кроме того, возможны эмиссии вне дымовых труб, которые могут составить значительную часть суммарных эмиссий.

**Ротационные барабанные печи** - аппараты периодического действия. Обычно для нагрева барабана и загружаемого материала используют камеры сгорания, работающие на мазуте. Дымовые газы, как правило, очищают с помощью тканевого фильтра.

**Индукционные печи** используются для плавки черных и цветных металлов. Имеется несколько типов индукционных печей, но во всех них в результате прохождения электрического тока через катушки создается сильное магнитное поле, что приводит к образованию разогревающих токов, проходящих через толщу металлосодержащего загруженного материала. Индукционные печи требуют менее загрязненного металлолома, нежели электродуговые печи. Дымовые газы можно очищать с помощью тканевых фильтров.

Следует отметить, что пыль из фильтров и шлак сталелитейного производства часто подвергают рециркуляции, направляя в сталелитейный процесс, на агломерационные фабрики или в производство цветных металлов, поскольку часто они содержат регенерируемые цветные металлы.

Печи повторного нагрева, являющиеся составной частью производства первичного или вторичного железа и стали, могут иметь значение на национальном уровне, так как могут вызывать локальный эффект. В настоящее время не найдено информации об эмиссиях ПХДД/ПХДФ.

Были разработаны следующие классы факторов эмиссии, которые приведены в Таблице 24.

Таблица 24: Факторы эмиссии для черной металлургии и литейного производства

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т жидкой стали				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
<b>Производство чугуна и стали</b>					
1. Загрязненный (смазочно-охлаждающими маслами и другими загрязнителями) металлолом, предварительное нагревание лома, ограниченный контроль	10	НО	НП	НП	15
2. Незагрязненный металлолом/чистое железо, досжигатель и тканевый фильтр	3	НО	НП	НП	15
3. Незагрязненный металлолом/чистое железо, электродуговые печи, дающие низкие выбросы ПХДД/ПХДФ, кислородные конвертеры	0,1	НО	НП	НП	1,5

3. Доменные печи с системой контроля загрязнения воздуха	0,01	НО	НО	НО	НО
<b>Литейное производство</b>					
1. Вагранки без подогрева дутья или ротационные печи без очистки газов	10	НП	НП	НП	НО
2. Ротационные барабанные печи - тканевый фильтр	4,3	НП	НП	НП	0,2
3. Вагранки без подогрева дутья - тканевый фильтр	1	НП	НП	НП	8
4. Вагранки с подогревом дутья или индукционные печи - тканевый фильтр (литейное производство)	0,03	НП	НП	НП	0,5

### 6.2.1.1 Поступление в воздух

ПХДД/ПХДФ будут поступать с газообразными выбросами печей. Сложно задержать все газы, образующиеся в процессе, а значительная доля газов и ПХДД/ПХДФ в эмиссиях, идущих вне дымовых труб, более вероятна, чем в дыме из труб. Полагают, что эмиссии существенно возрастают вследствие плохого качества загружаемого лома, особенно когда загружаются отходы металлообработки, загрязненные смазочно-охлаждающими маслами. Предварительное нагревание металлолома в целях увеличения энергетического КПД, может также привести к увеличению эмиссий; были зарегистрированы концентрации до 9,2 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> (Германия, LAI, 1997). В Европе измерения ПХДД/ПХДФ дали факторы эмиссии в диапазоне 0,07-9 мкг М-ТЭ на тонну жидкой стали<sup>1</sup>.

Объемы дымовых газов регенераторов варьируют от 100000 до 600000 Нм<sup>3</sup>/час на доменную печь. Факторы эмиссии, определенные в результате измерений, проведенных в четырех странах-участницах ЕС, составили от менее чем 0,001 до 0,004 мкг М-ТЭ/т жидкой стали. В Руководстве факторы эмиссии класса 4 следует применять для доменных печей с хорошими системами контроля загрязнения воздуха.

В кислородных конвертерах при кислородном дутье выделяются конвертерные газы, содержащие небольшие количества ПХДД/ПХДФ. Сталеплавильные предприятия Европы, использующие кислородные конвертеры, в целом, характеризуются низкими значениями факторов эмиссии, немного большими, чем доменные печи (как показывают измерения, с верхним пределом - 0,06 мкг М-ТЭ/т жидкой стали).

Данные измерений для электродуговых печей, в большинстве своем, относятся к предприятиям, использующим относительно незагрязненный металлолом и чистое железо, а также использующим для очистки газов досжигательные камеры и тканевые фильтры. Факторы эмиссии, полученные с предприятий Швеции, Германии и Дании, находились в диапазоне от 0,07 до 9 мкг М-ТЭ/т жидкой стали. В руководстве применен фактор эмиссии 3 мкг ТЭ/т жидкой стали (Bremmer и др., 1994; SCEP, 1994; Charles Napier, 1998).

<sup>1</sup> Основываясь на европейских данных, применяли следующий коэффициент перевода: 940 кг чугуна на тонну жидкой стали.

Электродуговые печи, где используется загрязненный металлолом, содержащий смазочно-охлаждающие масла или пластмассы, а также предприятия, проводящие предварительное нагревание металлолома и осуществляющие слабый контроль, как показывают данные из Германии, имеют более высокие концентрации ПХДД/ПХДФ в дымовых газах (SCEP, 1994). В подобных случаях применяется фактор эмиссии 10 мкг ТЭ/т жидкой стали (выбросы менее технологичных предприятий могут быть еще больше).

При тщательном контроле используемого металлолома (исключая смазочно-охлаждающие масла и сильнозагрязненный лом), а также при применении эффективной очистки, вторичного сжигания и тканевых фильтров (иногда в сочетании с быстрым тушением водой) можно достигнуть эмиссий менее 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Для этих предприятий следует применять фактор эмиссии 0,1 мкг ТЭ/т (класс 3). Такие же низкие концентрации были обнаружены в дымовых газах кислородных конвертеров, например, медианная концентрация 0,028 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (LAI, 1997). Для подобных предприятий следует применять класс 3.

Для литейного производства данных практически не имеется. Исследования в Германии (SCEP, 1994) показали, что вагранки с подогревом дутья и индукционные печи, оснащенные тканевыми фильтрами, дают небольшие эмиссии в воздух; следует применять фактор эмиссии 0,03 мкг ТЭ/т продукта.

Для вагранок без подогрева дутья были отмечены более высокие эмиссии, и для предприятий, использующих тканевые фильтры, применяется фактор 1 мкг ТЭ/т.

Ограниченные исследования, проведенные для ротационных барабанных печей, показали повышенные уровни, и для предприятий, использующих тканевые фильтры для очистки газа, применен фактор 4,3 мкг ТЭ/т.

Там, где используются вагранки без подогрева дутья или барабанные печи без применения тканевых фильтров или аналогичного по эффективности оборудования для очистки газов, следует выбирать более высокий фактор эмиссии - 10 мкг ТЭ/т.

Следует указывать случаи, когда используется менее качественный лом (высокий уровень загрязненности), или выявляются печи с низким уровнем контроля, с очисткой газов, отличной от эффективных тканевых фильтров.

#### *6.2.3.2. Поступление в воду*

Поступление в воду может произойти в случае применения мокрых скрубберов или тушильных установок. Для определения значения фактора эмиссии данных не имеется. Случаи сброса стоков следует отмечать, а информацию о них сообщать.

#### *6.2.3.3 Поступление в почву*

Поступления в почву не ожидается.

#### *6.2.3.4 Поступление в продукты*

Не ожидается значительных поступлений ПХДД/ПХДФ с произведенной в рассматриваемом процессе сталью, она подвергается воздействию высоких температур, и ПХДД/ПХДФ, вероятнее всего, выводятся или разрушаются.

### 6.2.3.5 Поступление в остатки

Основным представляющим интерес остатком является шлак и пыль, собираемая в системе очистки дымовых газов. Оседающая пыль, образующаяся при эмиссиях вне дымовых труб, также может содержать ПХДД/ПХДФ.

Системы очистки газов доменных печей дают 9-15 кг пыли и илов на тонну жидкой стали, а шлака образуется 280 кг на тонну жидкой стали.

В системе очистки газов при производстве стали с помощью кислородных конвертеров образуется 12-27 кг пыли и шлака на тонну жидкой стали. Шлак конвертера составляет 99 кг на тонну жидкой стали. Электродуговые печи производят еще больше шлака; при производстве углеродистой стали - 129 кг/тонну жидкой стали, а при производстве высоколегированной и нержавеющей стали - 161 кг/т жидкой стали.

Средняя величина фактора эмиссии для ПХДД/ПХДФ в остатке может быть приведена только для электродуговых печей: основываясь на средних данных для системы очистки газов Великобритании (тканевый фильтр), фактор эмиссии составляет 15 мкг ТЭ/т (Dyke и др., 1997). Этот фактор эмиссии предполагает наличие аналогичного оборудования по очистке газов, для иных систем поступление может быть другим. Этот фактор применяют для предприятий с плохим контролем и для средних предприятий. Более низкий фактор эмиссии - 0,15 мкг ТЭ/т - применяется в отношении лучших предприятий (Vremmer и др., 1994). Следует указывать судьбу или применение остатков (ПХДД/ПХДФ могут войти в другие процессы, если эти остатки используются в качестве сырья при рециркуляции).

Эмиссии твердых частиц, возможно содержащих ПХДД/ПХДФ, происходят на литейном производстве, при работе вагранок и электродуговых печей. Индукционные печи выбрасывают гораздо меньше твердых частиц. Данные из Германии (SCEP, 1994) указывают на факторы эмиссии, приведенные в Таблице 24. Может набираться шлак, а также значительные объемы песка (при литье в песчаные формы), который либо используется повторно на этом же предприятии, либо направляется для применения в качестве строительного материала (US-EPA, 1998b).

### 6.2.4 Производство меди

Термическое производство меди и выбросы ПХДД/ПХДФ представляют особый интерес, поскольку медь (Cu) является наиболее эффективным металлом, катализирующим образование ПХДД/ПХДФ.

При анализе медеплавильной отрасли в отношении выбросов ПХДД/ПХДФ важно различать первичное и вторичное производство меди.

#### **Первичная медь**

Первичная медь может производиться по двум различным технологиям, в зависимости от типа перерабатываемого сырья, сульфидного или оксидного, и может извлекаться из первичных концентратов и иных материалов пирометаллургическим или гидрометаллургическим путем (BREF, 2001; CONAMA, 2003).

Гидрометаллургические методы применяют для переработки окисленной породы, к ним относят выщелачивание, экстракцию растворителями и электрохимическое извлечение. Все эти процессы ведутся при температурах ниже 50°C. При этом не ожидается образование ПХДД/ПХДФ.

Как правило, при переработке сульфидных пород применяют пирометаллургию. Сульфидные породы вначале перерабатывают на обогатительной фабрике при

комнатной температуре, а затем полученный концентрат пирометаллургически очищают в плавильных печах по производству первичной меди. Поступающий на плавление концентрат состоит, в основном, из сульфидов меди и железа, а содержание хлора в нем невелико (часть на миллион). Применяются стадии обжига, плавления, продувки в конвертере, рафинирования и электрорафинирования. Процесс плавления идет в окислительных условиях при температурах между 1200°C и 1300°C.

Используются два основных **процесса плавления**: **плавка в ванной печи**, где процесс плавления идет при обогащении кислородом, так что создается практически автоматическое поддержание температуры, и **взвешенная плавка**, когда обогащение кислородом происходит в значительно меньшей мере.

Ванные печи включают: отражательные, электрические, печи SIA Smelt, Noranda, Mitsubishi, Teniente, Bayin, Vanyukov. Все процессы основаны на обжиге и плавлении, которое происходит в ванне расплавленного металла со шлаком и отделением штейна, выпуск металла происходит по-разному.

Взвешенная плавка ведется с помощью печей для плавки во взвешенном состоянии Outokumpu или Inco или в циклонной печи (Contop). Взвешенная плавка основана на обжиге и плавлении сухого концентрата во взвешенных частицах.

Применяются два вида **конвертерных** процессов: обычный процесс, при загрузке партиями (наиболее широко распространенный, например, конвертер Pierce-Smith, конвертер типа Hoboken), и непрерывный конвертерный процесс (например, взвешенная печь Kennecott/Outokumpu, печь Mitsubishi, конвертер Noranda). В прошлом для переработки партиями первичной меди в черновую медь применялись ротационные конвертеры верхнего дутья, однако в настоящее время они не очень распространены.

Стадии очистки применяют к черновому металлу (также называют "черновая медь") после использования дополнительного воздуха на конвертерной стадии; впоследствии вводят восстановитель для снижения количества присутствующего кислорода. Рафинирование обычно проводят огнем и электролитически.

### **Вторичная медь**

Вторичная медь производится пирометаллургически, сырьем для нее служит металлолом и другие остатки, содержащие медь, например, шлаки и зола. Поскольку уже использованная медь может быть рециркулирована без потери качества, вторичное производство меди является важной отраслью. Обзор вторичного сырья для производства меди можно найти в Справочном документе ВАТ Европейского Союза (BREF) по производству цветных металлов (BREF, 2001). Поскольку вторичное сырье может содержать органические материалы, применяют методы обезжиривания и удаления покрытия, в том числе и для снижения образования ПХДД/ПХДФ на последующих стадиях производства меди. Стадии, используемые при вторичном производстве меди, практически аналогичны тем, которые используются при первичном ее производстве, но сырье, как правило, содержит оксиды и металлы, а поэтому плавление вторичного сырья идет в восстанавливающих условиях.

Некоторые медеплавильные печи, использующиеся для производства первичной меди, объединяют с установками по выплавке вторичной меди, или производства свинца, или пыли оксида цинка из смешанных концентратов и др. (BREF, 2001).

Рафинированная медь производится из первичного и вторичного сырья на медноочистительных заводах; они производят катодную медь. Она подвергается плавлению, идет на изготовление сплавов, из нее производят брус, профиль, проволоку,

лист, полосу, трубы и др. Эта стадия может быть совмещена с рафинированием, но часто она выполняется в другом месте.

Печи в этой отрасли применяют с различными целями, например, для обжига или кальцинирования сырья, выплавки и рафинирования металлов и для плавления руд и концентратов. В производстве меди, как правило, используют следующие печи, что зависит от вида сырья и стадии процесса (BREF, 2001):

Печи для обжига, кальцинирования и др.: ротационные печи;

Печи для плавления: медеплавильные взвешенные печи, ванные печи, отражательные печи [(а) для плавления, кальцинирования или приготовления концентрата, (б) для плавления и рафинирования], доменные печи, электропечи, циклонные плавильные печи;

Конвертеры: (для перевода оксида меди в медь): ротационные печи или конвертеры;

Печи для плавления и рафинирования: индукционные печи, шахтные печи, ротационные печи.

Современные предприятия используют мокрые скрубберы и мокрые электрофилтры для очистки газов, образующихся в процессе, которые поступают для восстановления серы на установки по производству серной кислоты (BREF, 2001).

До настоящего времени имелось крайне мало данных о выбросах ПХДД/ПХДФ от медеплавильных заводов. Большинство информации поступило о вторичном производстве меди, где иногда обнаруживали высокие эмиссии ПХДД/ПХДФ в дымовых газах. На предприятиях, производящих первичную медь, как предполагается, выбросы ПХДД/ПХДФ очень малы.

Таблица 25: Факторы эмиссии для производства меди

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т меди				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Вторичная Cu - Базовая технология	800	НО	НП	НП	630
2. Вторичная Cu - Хорошо контролируемый процесс	50	НО	НП	НП	630
3. Вторичная Cu - Оптимизировано для контроля ПХДД/ПХДФ	5	НО	НП	НП	300
4. Плавление и разливка Cu / сплавов Cu	0,03	НО	НП	НП	НО
5. Первичная Cu - все типы	0,01	НО	НП	НП	НО

#### 6.2.4.1 Поступление в воздух

Поступление ПХДД/ПХДФ в воздух в результате производства меди, похоже, значительно варьирует в зависимости от технологии процесса, вида перерабатываемых материалов и применяемой системы очистки газов. ПХДД/ПХДФ, в основном, связывают с вторичным производством меди.

Следующие данные относятся к предприятиям по вторичному производству меди. Исследование, проведенное в США на заводе, производящем медь, при использовании доменного процесса, наличии досжигателей и тканевых фильтров, дало фактор эмиссии 779 мкг ТЭ/т лома.

Исследования в Германии, проведенные на нескольких предприятиях, показали концентрации эмиссий в широком диапазоне от 0,032 до 1,22 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> (LUA, 1997).

Для установок по плавлению и разливке меди и ее сплавов, например, латуни, получены эмиссии между 0,003 и 30 нг ТЭ/м<sup>3</sup> со средней геометрической - 0,11 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (немецкие данные, LUA, 1997). По данным для европейских предприятий, по сообщениям Бюро IPPC, эмиссии составляли менее 0,1 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (BREF, 2001). Из этих данных был выведен фактор эмиссии 0,03 мкг ТЭ/т меди/медного сплава. Имеющиеся данные не позволяют провести дальнейшую дифференциацию по видам технологии или особенностям процесса.

Факторы эмиссии классов 1-3 относятся к вторичному производству меди. Фактор эмиссии для класса 1 следует применять к термической переработке смешанных материалов, когда печи оснащены простыми тканевыми фильтрами или менее эффективными средствами очистки газов. Фактор эмиссии для класса 2 следует применять в случаях, когда термическая переработка лома медьсодержащих материалов проводится в хорошо контролируемых печах, оснащенных досжигательными камерами и тканевыми фильтрами. Для сведения к минимуму количества загрязнителей, лом до переработки должен проходить некоторую сортировку и классификацию.

Класс 3 следует применять для предприятий, на которых принимаются меры контроля в отношении выбросов ПХДД/ПХДФ, такие как использование установок для быстрого тушения водой, тканевых фильтров и активированного угля для очистки дымовых газов.

Хотя в большинстве случаев нет данных измерений ПХДД/ПХДФ в отходящих газах предприятий по первичной переработке меди, класс 4, включенный в настоящее Руководство, представляет эмиссии при производстве первичной меди. Данные измерений из Германии для первичного производства меди при взвешенной плавке и в конвертерах для продувки медных штейнов дали значения эмиссий между 0,0001 и 0,007 нг ТЭ/м<sup>3</sup>, что дает очень узкий диапазон факторов эмиссии от 0,002 до 0,02 мкг ТЭ/т меди. В отчете Реестра диоксинов ЕС 1997 года (LUA, 1997) сообщается о концентрациях 0,005-0,015 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> в отходящих газах обжиговой печи по десульфуризации руды. Объем отходящих газов составил 5000 Нм<sup>3</sup> на тонну произведенной меди. Кроме того, сообщалось о концентрации в 11 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> в отходящих газах шведского предприятия по первичному производству меди; общий объем отходящих газов равнялся 2000 Нм<sup>3</sup>/т. Из результатов измерений, приведенных выше, были вычислены факторы эмиссии в 0,25 мкг М-ТЭ/т (немецкое исследование) и 22 мкг М-ТЭ/т (по шведским результатам). В итоге, для оценки эмиссий в реестре Бельгии был принят фактор эмиссии в 10 мкг М-ТЭ/т (LUA, 1997). При применении настоящего Руководства для первичного производства меди следует брать фактор эмиссии класса 4 в 0,01 мкг М-ТЭ/т.

Существует необходимость лучшей характеристики предприятий по первичному производству меди (без объединения с мощностями по восстановлению других металлов). Выражается надежда, что скоро будут получены результаты измерений с подобных предприятий, в том числе результаты проводящегося в настоящее время в Канаде исследования.

#### 6.2.4.2 Поступление в воду

Данных для оценки поступления в воду не имеется. Поступление может происходить при сбросе стоков, а концентрация будет зависеть от наличия какой-либо очистки воды. Следует отмечать всякий сброс жидких стоков с указанием источника и применяемой очистки.

#### 6.2.4.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### 6.2.4.4 Поступление в продукты

Поступления в продукты не ожидается.

#### 6.2.4.5 Поступление в остатки

ПХДД/ПХДФ будут обнаруживаться в твердых остатках, образующихся в процессе. Особое беспокойство вызывают остатки, накапливающиеся в оборудовании для очистки газов. Пыль и осадок, собираемые в результате очистки газов, могут содержать большие количества ПХДД/ПХДФ. Сообщалось о концентрациях до 20000 нг ТЭ/кг (SCEP, 1994).

Данные из Великобритании (Дуке и др.) показывают, что при производстве 46000 тонн меди в фильтрах образуется приблизительно 2000 тонн пыли. С учетом того, что средняя концентрация ПХДД/ПХДФ в пыли составляет 14400 нг ТЭ/кг (SCEP, 1994), величина фактора эмиссии будет равняться 630 мкг ТЭ/т продукта. Эта оценка очень приближена. Концентрации и объемы производства будут варьировать, но в настоящее время информации для проведения более подробной оценки недостаточно. Для высокотехнологичных предприятий можно применять более низкий фактор эмиссии 300 мкг ТЭ/т.

Важно учитывать возможность перехода ПХДД/ПХДФ с остатками в другие процессы. Многие остатки, образующиеся при производстве меди, могут использоваться в других процессах при восстановлении благородных и иных металлов.

### 6.2.5 Производство алюминия

Алюминиевую руду, чаще всего бокситы, очищают до тригидрата оксида алюминия (глинозема), а затем электролитически восстанавливают до металлического алюминия. Подобные предприятия по производству первичного алюминия часто расположены в районах, где в изобилии имеется дешевая электроэнергия, вырабатываемая, например, на гидроэлектростанциях. ПХДД/ПХДФ связывают с использованием углеродных анодов, но как считают, уровни их весьма низкие, и основной интерес вызывает термическая переработка лома.

В целом, весь использованный алюминий может быть переработан в металл того же качества, что и первичный алюминий. Вторичный алюминий получают путем переплавки лома алюминия, стружки и других материалов, содержащих алюминий. Производство вторичного алюминия может вестись с помощью различных типов печей, с использованием вращающегося барабана и добавлением соли, например, криолита (двойная соль натрия, алюминия и фтористоводородной кислоты,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Для множества видов печей, например, ротационных барабанных, подовых или индукционных добавления соли, как правило, не требуется. Индукционные печи преимущественно используются на литейном производстве: в них загружают лом, не содержащий окислов. Алюминий, выплавленный в печах, направляют на

рафинирование, легирование или держат теплым в конвертерах. Материал, входящий в состав лома, может быть загрязнен маслами, пластмассами, красителями и другими загрязнителями. Выбросы ПХДД/ПХДФ могут происходить при плавлении лома, содержащего органические загрязнители и хлор, а также при рафинировании (в случаях применения гексахлорэтана или хлора) и на стадии предварительной обработки, например, термической очистки лома. Загрузка плавильных печей обычно составляет от 0,5 до 0,7 тонн.

Очень часто стружку термически обрабатывают или высушивают с тем, чтобы снизить количество маслянистых вспомогательных материалов (например, масел, используемых при сверлении), присутствующих в стружке металлообрабатывающих предприятий. Подобное высушивание проводят в барабанных сушильных печах, работающих на газе или нефти. Образование ПХДД/ПХДФ возможно в случае, если загрязнители на основе нефти содержат определенный органический или неорганический хлор (IFEU, 1998; LAI, 1997).

Были выделены классы факторов эмиссии, приведенные в Таблице 26.

Таблица 26: Факторы эмиссии для алюминиевой промышленности

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т алюминия				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Термическая переработка лома алюминия, минимальная очистка сырья и простое пылеудаление	150	НО	НП	НП	400
2. Термическая переработка алюминия, очистка лома, хороший контроль, тканевые фильтры с вдуванием извести	35	НО	НП	НП	400
3. Сушка стружки/отходов	5	НП	НП	НП	НП
4. Термическая переработка алюминия, подготовка лома, хороший контроль, тканевые фильтры с впуском извести	3,5	НП	НП	НП	100
5. Оптимизировано для контроля ПХДД/ПХДФ - досжигатели, вдувание извести, тканевые фильтры и активированный уголь	0,5	НО	НП	НП	100

Факторы для класса 1 следует применять для предприятий, оснащенных простым оборудованием для пылеудаления или с отсутствием такового. Факторы для класса 2 следует применять в случаях, когда предприятия оснащены досжигательными камерами и тканевыми фильтрами. Класс 4 следует применять там, где имеется высокоэффективный контроль, включающий очистку лома, досжигательные камеры, тканевые фильтры, вдувание извести и активированного угля.

### 6.2.5.1 Поступление в воздух

ПХДД/ПХДФ могут поступать в воздух на нескольких стадиях переработки лома алюминия. Термическая предварительная обработка загружаемых материалов, плавление лома и рафинирование металла с использованием хлора или гексахлорэтана<sup>1</sup>, - все это может привести к выбросам ПХДД/ПХДФ в воздух.

Эмиссии в воздух значительно варьируют в зависимости от состава лома, предварительной очистки загружаемого сырья, а также применяемых типов печей и систем очистки газов. Большая часть информации относительно старая. В настоящее время в отрасли принимаются меры с целью лучшей характеристики эмиссий для этой подкатегории.

Печи, работающие по старой технологии, оснащенные тканевыми фильтрами, дают эмиссии от 146 до 233 мкг ТЭ/т продукта. Концентрации и объемы дымовых газов значительно различаются; сообщалось о концентрациях до 10 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> (SCEP, 1994). Барабанные печи, работающие на алюминиевой стружке, возможно, дают большие эмиссии. В системах, где используется загрязненный лом (например, лом со смазочно-охлаждающими маслами, пластмассами) с простым контролем и очисткой газов с помощью циклонов или обычных тканевых фильтров, следует применять фактор эмиссии 150 мкг ТЭ/т продукта.

Для систем с лучшим контролем, в которых используются досжигательные камеры, предварительная обработка лома и очистка газов тканевыми фильтрами и вдувание извести, следует применять фактор эмиссии 35 мкг ТЭ/т продукта (LUA, 1997). Для класса 4 по данным недавних измерений на двух европейских предприятиях и для современных предприятий с хорошим контролем, с обработкой лома, тканевыми фильтрами и впуском извести принят фактор эмиссии 3,5 мкг ТЭ/т (ЕАА, 2003).

Фактор эмиссии для класса 3, равный 5 мкг ТЭ/т, применяется к сушке алюминиевой стружки и обрезков во вращающихся барабанах или с применением аналогичного оборудования (ЕАА, 2003).

В системах, оптимизированных для снижения эмиссий, в которых может проводиться тщательный отбор лома и его предварительная обработка, а также оснащенных современными системами очистки газов в сочетании с вдуванием извести и активированного угля, обнаружены низкие эмиссии. В подобных системах гексахлорэтан не применялся (SCEP, 1994). Для них используют фактор для класса 4, равный 0,5 мкг ТЭ/т продукта.

### 6.2.5.2 Поступление в воду

Поступление в воду может происходить при использовании мокрых скрубберов или других устройств, нарабатывающих жидкие стоки. Информации для оценки факторов эмиссии недостаточно. Следует отмечать всякий сброс жидких стоков с регистрацией их источника.

### 6.2.5.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

### 6.2.5.4 Поступление в продукты

Поступления в продукты не ожидается.

---

<sup>1</sup> в качестве газопоглотителя

### 6.2.5.5 Поступление в остатки

Остатки, образующиеся в результате процесса, как ожидается, будут содержать ПХДД/ПХДФ. Самое высокое загрязнение связывают с пылью и осадком, образующимися при очистке дымовых газов. Количества такой пыли и осадка следует регистрировать, а любое применение их в других процессах может привести к переносу загрязнения ПХДД/ПХДФ.

В процессе плавления в барабанных печах образуется 300-500 кг шлака солей на тонну алюминия, а в фильтрах - 10-35 кг пыли на тонну алюминия. Алюминиевый дросс, образующийся в количестве около 25 кг на тонну алюминия может повторно использоваться в барабанных печах (UBAVIE, 2000).

В пыли, улавливаемой фильтрами, отмечались концентрации ПХДД/ПХДФ от 3 до 18000 нг ТЭ/кг (SCEP, 1994; Bremner и др., 1994). Пыли в фильтрах образуется приблизительно 8% от количества произведенного металла (Dyke и др., 1997). Учитывая также среднюю концентрацию 5000 нг ТЭ/кг, можно вывести фактор эмиссии, равный 400 мкг ТЭ/т продукта. Для предварительной оценки предприятий, относящихся к 1 и 2-му классам, используется один и тот же фактор; безусловно, концентрации и производительности будут различаться. Для класса 3 - высокотехнологичных предприятий - для предварительной оценки следует применять пониженный фактор 100 мкг ТЭ/т.

### 6.2.6 Производство свинца

Имеются два основных пути производства первичного свинца из сульфидных руд - агломерация/плавление и прямая выплавка. Эмиссии при прямой выплавке малы (SCEP, 1994), и далее рассматриваться не будут. По выбросам при агломерации/плавлении для производства первичного свинца данных не имеется.

Значительные количества свинца регенерируют из лома, в частности, при переработке аккумуляторных батарей автотранспортных средств. Используется множество видов печей, включая ротационные печи, рефракционные, доменные и электрические. Может применяться метод непрерывного прямого плавления.

Эмиссии ПХДД/ПХДФ могут быть связаны с высоким содержанием органического материала в ломе и присутствием хлора. В частности, была установлена связь между применением ПВХ в сепараторах аккумуляторов транспортных средств и эмиссиями ПХДД/ПХДФ (EPA, 1998).

Эмиссии ПХДД/ПХДФ определялись для вторичной печи по выплавке свинца в Таиланде в рамках проекта по отбору проб диоксинов и их анализу (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002). На предприятии действовали две ротационных печи по восстановлению свинца. Мощность каждой печи составляла 3,5-5 т свинца на каждую партию, выплавка каждой партии длилась 2-3 часа. На каждой линии после ротационной печи имелась досжигательная камера, стояк водяного охлаждения, циклонный сепаратор и тканевый фильтр. На одной из линий поток дымовых газов из печи смешивался с другими отходящими газами и большими объемами вентиляционного воздуха из рабочих участков, таких как вентиляционный отвод питателя печи, вентиляционный отвод котла выпуска шлака, очистительные котлы для розлива конечного продукта, вентиляционный отвод с участка переработки лома сырья, плавильная печь и печь по агломерации шлака, котел выпуска расплавленного шлака.

Таблица 27: Факторы эмиссии для производства свинца

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т свинца				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Производство свинца из лома, содержащего ПВХ	80	НО	НП	НП	НО
2. Производство свинца из лома, не содержащего загрязнителей, система контроля загрязнения воздуха	8	НО	НП	НП	НО
3. Производство свинца из лома, не содержащего ПВХ/Сl <sub>2</sub> в высокопроизводительных печах, с контролем загрязнения воздуха, включая скрубберы	0,5	НО	НП	НП	НО

### 6.2.6.1 Поступление в воздух

Данные исследований о производстве свинца из лома имеются в Германии (SCEP, 1994; LUA, 1997), Швеции, Бельгии и Нидерландов (LUA, 1997) и США (US-EPA, 2000). В этих странах, как правило, ПВХ отделяют от аккумуляторов, а исследованные предприятия были оснащены тканевыми фильтрами, а некоторые также и скрубберами. В исследованиях, проведенных в США, установка скруббера снижала эмиссии в воздух приблизительно на 90%.

В США были определены следующие факторы эмиссии для различных типов печей вторичного производства свинца (US-EPA, 2000): доменные печи = 0,63-8,81 мкг ТЭ/т свинца; отражательные или совмещенные с ними печи = 0,05-0,41 мкг ТЭ/т свинца; ротационные печи = 0,24-0,66 мкг ТЭ/т свинца. Эмиссии в воздухе были в 10 раз выше до скруббера/установки контроля загрязнения воздуха, чем в очищенном воздухе. Средние эмиссии составили 8,31 и 0,63 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для доменных печей и после скруббера соответственно; 0,41 и 0,05 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для отражательных и совмещенных с ними печей до и после скрубберов соответственно; и 0,24 и 0,66 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для ротационных печей до и после скрубберов соответственно (US-EPA, 2000).

Данные измерений в Европе приводят 5 мкг ТЭ/т свинца для доменных печей в Бельгии и для печи по выплавке свинца в Нидерландах, которая перерабатывала загрязненный лом, но работала при впуске извести и была оснащена тканевым фильтром (была измерена концентрация в 1,3 нг ТЭ/м<sup>3</sup>). Измерения, проведенные в Германии, дали 0,14-0,27 нг ТЭ/м<sup>3</sup> на ротационных печах, 0,59 нг ТЭ/м<sup>3</sup> на шахтной печи, 0,09-0,18 нг ТЭ/м<sup>3</sup> на коротких ротационных печах и 0,14-0,27 нг ТЭ/м<sup>3</sup> на ротационных печах. Плавильная печь для восстановления свинца из использованных автомобильных аккумуляторов дала эмиссии между 0,2 и 0,3 нг ТЭ/м<sup>3</sup>. В отчете не приводятся данных о средних факторах эмиссии для вторичного производства свинца в Германии (LUA, 1997).

Концентрации, измеренные для плавильной печи вторичного производства свинца в Таиланде (ротационные печи с досжигателями, циклоном и рукавным фильтром), варьировали от 0,021 до 0,032 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> со средним значением 0,027 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> для линии с совмещенными потоками дымовых газов, и от 0,06 до 0,11 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> со

средним значением 0,089 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> для линии, на которой действовала только ротационная печь при рабочем содержании кислорода около 19%. Последняя концентрация соответствует фактору эмиссии 10 г ТЭ/т свинца и, следовательно, идеально попадает в класс 2 ( фактор эмиссии = 8 мкг ТЭ/т), как показано в Таблице 27 (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

Фактор эмиссии 8 мкг ТЭ/т произведенного свинца должен применяться в отношении доменных печей, оснащенных тканевыми фильтрами, в случае отсутствия ПВХ в сепараторах аккумуляторов. Оценочный фактор 80 мкг ТЭ/т применяется, когда возможно присутствие ПВХ, а фактор 0,5 мкг ТЭ/т применяется для высокотехнологичных печей (концентрации ниже 1 нг ТЭ/м<sup>3</sup>).

#### *6.2.6.2 Поступление в воду*

Поступление в воду может происходить в случае сброса стоков. Данных для оценки величины фактора эмиссии недостаточно. Следует отмечать всякий жидкий сток, а источник его образования в процессе регистрировать.

#### *6.2.6.3 Поступление в почву*

Поступления в почву не ожидается.

#### *6.2.6.4 Поступление в продукты*

В рафинированном свинце наличия ПХДД/ПХДФ не ожидается.

#### *6.2.6.5 Поступление в остатки*

ПХДД/ПХДФ будут присутствовать в остатках, образованных при очистке дымовых газов. В исследованиях, проведенных в Германии (SCEP, 1994), в пыли шахтной печи зарегистрированы концентрации от 2600 до 3100 нг ТЭ/кг. Любое использование остатков в качестве сырья в других процессах может привести к переносу ПХДД/ПХДФ.

### 6.2.7 Производство цинка

Цинк может быть извлечен из руды с применением различных процессов. Распространенность месторождений свинцово-цинковых руд означает, что отрасли промышленности, производящие эти металлы, тесно взаимосвязаны. Неочищенный цинк можно получать в сочетании с выплавкой в доменной печи свинцовых руд (NMIP, 1994), или регенерировать в ротационных обжиговых печах из шлака, образующегося при этом процессе (LUA, 1997). Для регенерации цинка можно использовать лом различного вида, а также вторичное сырье, такое как пыль с предприятий, производящих медные сплавы, сталеплавильного производства с применением электродуговых печей (например, уловленная фильтрами пыль и осадок), остатки, образующиеся в процессе измельчения стального лома, лом из процессов оцинковывания. Получение цинка из вторичного сырья может вестись в регенерирующих цинк ротационных обжиговых печах (печь Вэльца), которые достигают в длину 95 метров и имеют внутренний диаметр около 4,5 метров, они выстланы огнеупорным материалом. Гранулированный шлак доменных печей смешивают с другими цинк-содержащими промежуточными продуктами, например, пылью сталеплавильных производств. Смесь движется по обжиговой печи и разогревается раскаленными газами, поступающими через форсунку, расположенную на разгрузочном конце печи, до температуры реакции. В процессе шлакодымления смесь угольной пыли и воздуха нагнетают в жидкий доменный шлак при 1150-1250°C в печи с водяным охлаждением. Шлак непосредственно поступает в доменную печь.

Переработка загрязненного лома, такого как неметаллическая фракция, образующаяся в измельчителях, вероятно, вызывает образование загрязнителей, включая ПХДД/ПХДФ. Регенерацию свинца и цинка проводят при относительно низких температурах (340 и 440°C). Плавление цинка можно вести с добавлением флюсов, включая хлориды цинка и магния.

Эмиссии при производстве цинка до настоящего момента хорошо не изучены, но вполне могут быть значимыми (LUA, 1997).

Таблица 28: Факторы эмиссии для производства цинка

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т цинка				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Обжиговая печь без пылеулавливания	1000	НО	НП	НП	НО
2. Горячее брикетирование/ ротационные печи, базовое пылеулавливание; например, тканевые фильтры, электрофильтры	100	НО	НП	НП	НО
3. Всесторонний контроль загрязнения, например, тканевые фильтры с активированным углем/технология DeDiox	5	НО	НП	НП	НО
4. Выплавка цинка	0,3	НО	НП	НП	НП

### 6.2.7.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух могут возникать в процессах плавки и переплавки смешанного лома. Для контроля эмиссий твердых частиц европейские заводы должны оснащаться системами тканевых фильтров (HMIP, 1994; LUA, 1997).

В Германии факторы эмиссии были представлены для горячего брикетирования (63-379 мкг ТЭ/т цинка с эмиссиями в диапазоне 89 - 953 нг ТЭ/м<sup>3</sup>, среднее = 521 нг ТЭ/м<sup>3</sup>), ротационной цилиндрической печи (62,3 мкг ТЭ/т с эмиссиями в диапазоне 10 - 335 нг ТЭ/м<sup>3</sup>; среднее = 175 нг ТЭ/м<sup>3</sup>) и для выплавки цинка (как правило, менее 0,1 нг ТЭ/м<sup>3</sup>) (LUA, 1997).

Хотя этот набор данных весьма ограничен, начальную оценку выбросов можно провести, применяя фактор эмиссии 100 мкг ТЭ/т произведенного цинка, будь то горячее брикетирование или ротационные печи. В случае, когда для регенерации цинка в печь загружали лом или уловленную фильтрами зольную пыль из сталелитейного производства (данные из Японии), а удаление пыли не проводилось, может быть применен оценочный фактор, равный 1000 мкг ТЭ/т. Для высокотехнологичных предприятий, использующих всесторонний контроль загрязнения, например, применяющих тканевые фильтры, вдувание извести и активированного угля, может быть применен оценочный фактор эмиссии 5 мкг ТЭ/т.

### 6.2.7.2 Поступление в воду

Поступление может происходить в случае сброса стоков. Источник всякого стока с рассматриваемого производства должен быть указан.

### 6.2.7.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

### 6.2.7.4 Поступление в продукты

Уровни ПХДД/ПХДФ в рафинированном цинке не существенны.

### 6.2.7.5 Поступление в отатки

Ожидается, что отатки, образующиеся при очистке газов, содержат ПХДД/ПХДФ. Для количественной оценки фактора эмиссии информации недостаточно.

## 6.2.8 Производство латуни и бронзы

Латунь представляет собой твердый желтый блестящий металл, который является сплавом меди (55-90%) и цинка (10-45%). Характеристики латуни варьируют в зависимости от соотношения меди и цинка, а также от добавления небольших количеств других элементов, таких как алюминий, свинец, олово или никель. В целом, из латуни можно ковать различные изделия, прокатывать ее и др. Латунь можно производить, переплавляя лом латуни или сплавляя вместе стехиометрические количества меди и цинка. В принципе, каждый из этих металлов может быть получен первичным или вторичным путем.

Бронза представляет собой твердый желтовато-коричневый сплав меди и олова, фосфора и иногда небольших количеств других элементов. Бронза тверже меди и латуни. Бронзу часто отливают для изготовления памятников. Большая часть бронзы производится плавлением меди с добавлением желаемых количеств олова, цинка и других веществ. Качество сплава зависит от соотношения его компонентов.

Латунь и бронзу можно производить в простых, относительно небольших тиглях или с применением более сложного оборудования, например, индукционных печей, оснащенных системами контроля загрязнения воздуха.

Данные измерений ПХДД/ПХДФ для производства латуни получены в результате осуществления программы по отбору проб, осуществленной в Таиланде (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002). Предприятие состояло из небольшой плавильной печи периодического действия для выплавки первичной и вторичной латуни. Из латуни, выходящей из печи, вручную отливались слитки, которые затем прокатывались в листы, сматывались в катушки для изготовления различных изделий. Печь топили низко-сернистым тяжелым нефтяным топливом с потреблением его 30 л/час. Печь эксплуатировалась в постоянном режиме в течение суточной смены при 250 кг на одну загрузку. Дымовые газы из печи и нескольких близлежащих участков проходили через мокрый скруббер, а затем выводились через стальную трубу на крыше.

Для проведения первичной оценки следует выбирать факторы эмиссии, установленные для производства меди и цинка. Выделено только два класса факторов эмиссии (Таблица 29).

Таблица 29: Факторы эмиссии для производства латуни и бронзы

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т латуни/бронзы
---------------	--

	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Простые плавильные печи	10	НО	НП	НП	НО
2. Сложное оборудование, например, индукционные печи с системой контроля загрязнения воздуха	0,1	НО	НП	НП	НО

### 6.2.8.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух могут возникать при процессах плавления и переплавки смешанного лома. Концентрации в трубе предприятия по выплавке вторичной латуни в Таиланде варьировали между 0,13 и 0,21 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> со средним значением 0,15 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> при рабочей концентрации кислорода 19%. Эта концентрация соответствует фактору эмиссии 11 мкг М-ТЭ/т латуни (11 мкг ВОЗ-ТЭ/т).

Фактор эмиссии для класса 1 следует применять для простых плавильных печей, оснащенных некоторым оборудованием по улавливанию дымовых газов, например, скрубберами или электрофильтрами. Фактор эмиссии для класса 2 следует применять для предприятий с более продвинутой технологией, например, с индукционными печами, оснащенными рукавными фильтрами и мокрыми скрубберами.

### 6.2.8.2 Поступление в воду

Выбросы могут иметь место в случае сброса стоков. Следует отмечать источник каких-либо сточных вод, образовавшихся в ходе процесса.

### 6.2.8.3 Поступление в почву

Никакого поступления в почву не ожидается.

### 6.2.8.4 Поступление в продукты

Уровни ПХДД/ПХДФ в рафинированной латуни не существенны.

### 6.2.8.5 Поступление в остатки

Ожидается, что образующиеся в результате очистки газов, а также присутствующие в осадке мокрых скрубберов остатки, если таковые имеются, содержат ПХДД/ПХДФ. Концентрации ПХДД/ПХДФ в образцах остатков, взятых из осветлителя системы очистки вод мокрого скруббера, были довольно высокими, 8683 и 8567 нг М-ТЭ/кг сухого вещества; в большинстве стран остатки подобных процессов или с такими концентрациями были бы отнесены к опасным отходам. Количество наработанных остатков было низким, но не могло быть измерено количественно. Как и ожидалось, проба остатка из печи дала низкую концентрацию 13,6 нг М-ТЭ/кг (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002). Для оценки величины фактора эмиссии для твердого остатка информации еще недостаточно.

## 6.2.9 Производство магния

Производство магния из руды, в основном, происходит либо путем электролиза хлорида магния (MgCl<sub>2</sub>), либо химическим восстановлением окисленных соединений магния. В качестве сырья в зависимости от процесса используется доломит, магнезит, карналит, рассолы или морская вода. Магний также может быть восстановлен и произведен из различного магний-содержащего сырья.

Электролиз используется более широко. Он представляется наиболее интересным с точки зрения образования ПХДД/ПХДФ, а также их поступления в окружающую среду. Вторичное производство магния в данном Разделе не рассматривается.

В процессе термического восстановления кальцинированный доломит вступает в реакцию в печи или в реторте с ферро-кремнием, иногда вместе с алюминием. Процесс кальцинирования происходит путем декарбонизации и дегидрации доломитного известняка. Для процесса кальцинирования часто используют ротационную или вертикальную печь.

Исследования, проведенные на предприятии в Норвегии, которое производило электролитический магний, используя в качестве сырья доломит и рассол, указывают на то, что основным процессом, вызывающим образование ПХДД/ПХДФ, является процесс, в котором в результате нагревания в печи в парах  $\text{Cl}_2$  при  $700-800^\circ\text{C}$  гранулы  $\text{MgO}$  и кокс превращаются в  $\text{MgCl}_2$  (Oehme и др., 1989). Возможно, что и другие операции процесса приводят к образованию ПХДД/ПХДФ, такие как очистка  $\text{MgO}$  с применением  $\text{HCl}$  и графитовых лопастей (“хлоридизация”) или электролиз  $\text{MgCl}_2$  с использованием графитовых электродов (Bramley, 1998). Хлорированные углеводороды и ПХДД/ПХДФ поступали, в основном, из процесса хлорирования, применяющегося при электролизе магния. Эти загрязнители необходимо удалять из отходящих газов, что может быть достигнуто применением системы мокрой очистки. В результате, это приводит к загрязнению промывочной воды и, в свою очередь, требует эффективной очистки сточных вод (BREF, 2001).

Любой образовавшийся при производственном процессе ПХДД/ПХДФ может быть уничтожен на последующих стадиях процесса или может поступать в воздух, воду или в отходы. Их потоки будут зависеть от характера процесса, в связи с чем источник углерода может определенным образом влиять на образование ПХДД/ПХДФ. Так уголь вызывает образование больших количеств ПХДД/ПХДФ, чем различные виды кокса (Musdalslien и др. 1998).

На исследованном предприятии в Норвегии при этом процессе отходящие из печи газы очищались в три этапа, пыль удалялась с помощью мокрого электрофильтра и направлялась на сжигание. Сбросы в воду стоков скрубберов зависят от системы очистки стоков и наличия какой-либо рециркуляции/регенерации. С описанной выше очисткой воды и газообразных выбросов, ежегодные эмиссии в воздух рассматриваемого норвежского предприятия были оценены в менее чем 2 г Нордического ТЭ (Н-ТЭ)<sup>1</sup>, а в воду - 1 г Н-ТЭ (Musdalslien и др., 1998).

До того, как стали использовать установки для очистки, стоки скрубберов сбрасывались в воду. Выбросы ежегодно составляли примерно 500 г Н-ТЭ (Oehme, 1989).

---

<sup>1</sup> Нордическая система ТЭФ используется в Северных странах и отличается от М-ТЭФ системы только численным значением для одного соединения группы: если в М-ТЭ системе для 1,2,3,7,8- $\text{Cl}_5\text{ДФ}$  используется величина 0,05, то в системе Н-ТЭФ - 0,01. Для целей Руководства эти различия несут незначительный характер.

Таблица 30: Факторы эмиссии в производстве магния

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т магния				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Производство термической переработкой MgO/C в Cl <sub>2</sub> - без очистки стоков, ограниченная очистка газов	250	9000	НП	НП	0
2. Производство термической переработкой MgO/C в Cl <sub>2</sub> - всесторонний контроль загрязнения	50	30	НП	НП	9000
3. Процесс термического восстановления	3	НО	НП	НП	НП

### 6.2.9.1 Поступление в воздух

Факторы эмиссии для воздуха при производстве магния с использованием процесса хлорирования-электролиза крайне неопределенны. ПХДД/ПХДФ образуются и поступают из хлорирующей печи, в которой оксид магния переходит в хлорид магния. В документе EU BREF приводятся следующие данные: были обнаружены концентрации 0,8 нг ТЭ/м<sup>3</sup> в отходящих газах при хлорировании (фактор эмиссии=12 мкг ТЭ/т); для вентиляционных газов при хлорировании был установлен фактор эмиссии в 28 мкг ТЭ/т, а концентрации в цехе электролиза и хлорирования дали фактор эмиссии в 13 мкг ТЭ/т (BREF, 2001).

Для электролитических процессов, в которых не используются досжигатели, но используются мокрые скрубберы, в качестве оценочного установлен фактор эмиссии 250 мкг ТЭ/т продукта. Для процессов, в которых применяются многоступенчатые мокрые скрубберы и досжигательные камеры, фактор эмиссии составляет 50 мкг ТЭ/т продукта.

Для предприятий, использующих процесс термического восстановления, будет применяться фактор эмиссии 3 мкг ТЭ/т (BREF, 2001).

Эмиссии могут быть гораздо более серьезными при ограниченной очистке газов или при использовании источника углерода, дающего высокое образование ПХДД/ПХДФ.

### 6.2.9.2 Поступление в воду

Поступление в воду будет зависеть от количества образовавшихся в процессе ПХДД/ПХДФ, эффективности удаления ПХДД/ПХДФ из потоков газов системами очистки и особенно от очистки, применяющейся в отношении стоков.

Для оценки выбросов, образующихся в процессах, отличных от термической переработки MgO/кокс в Cl<sub>2</sub>, данных недостаточно.

Для процессов, включающих всестороннюю очистку воды (в том числе высокоэффективное удаление твердых частиц), фактор эмиссии оценивается на основании сообщений о выбросах с норвежского предприятия в конце 90-х годов, или принимается значение менее 1 г ТЭ в год. До оснащения производства системами очистки сточных вод выбросы в воду оценивались в 500 г ТЭ в год, и эта же величина

применяется для оценки фактора эмиссии в случаях, когда никакой очистки не производится.

Фактор эмиссии в 9000 мкг ТЭ/т магния применяется там, где сточные воды сбрасывают без всякой очистки. По данным обследования европейских предприятий сообщалось о факторе эмиссии 33 мкг ТЭ/т металла магния (BREF, 2001).

#### *6.2.9.3 Поступление в почву*

Поступление в почву может произойти в случае, когда процесс очистки предполагает выпуск стоков в отстойный бассейн. Оценка количеств в остатках приведена в Разделе 6.2.9.5.

#### *6.2.9.4 Поступление в продукты*

Ожидается, что уровни ПХДД/ПХДФ в произведенном магнии незначительны.

#### *6.2.9.5 Поступление в остатки*

Остатки, образующиеся при очистке, как ожидается, могут содержать ПХДД/ПХДФ. Одна из стадий очистки сточных вод может включать осаждение в отстойном бассейне, что способствует поступлению остатков в почву. Для оценки поступления в процессах с применением электролиза можно предположить, что установка по очистке стоков производит 0,01 тонну илов, содержащих ПХДД/ПХДФ (BREF, 2001).

Имеется крайне мало информации о концентрациях ПХДД/ПХДФ в остатках, образующихся в результате этого процесса, или количествах произведенных остатков. Можно провести лишь первичную оценку.

Предполагается, что там, где очистка стоков не проводится, в остатках ПХДД/ПХДФ не обнаруживают (хотя некоторые их количества могут возникнуть в результате других стадий процесса). Следовательно, фактор эмиссии равен нулю. Там, где проводят всестороннюю очистку стоков, предполагается, что поступление ПХДД/ПХДФ в воду приблизительно равно уловленным ПХДД/ПХДФ, а, следовательно, они будут присутствовать в остатках. В качестве первичной оценки принят фактор эмиссии 9000 мкг ТЭ/т продукции.

### 6.2.10 Производство прочих цветных металлов

Цветные металлы производят и рафинируют, используя множество процессов. Конкретные используемые процессы, а также вопрос вероятности образования в них ПХДД/ПХДФ сложны, и в деталях не исследованы.

Работа, проведенная в Норвегии, показала, что процесс, применяемый для рафинирования первичного никеля, в котором для перевода  $\text{NiCl}_2$  в  $\text{NiO}$  использовался реактор с псевдоожиженным слоем при  $800^\circ\text{C}$ , серьезно загрязняет окружающую среду ПХДД/ПХДФ, однако, факторов эмиссии не приводилось (Oehme и др., 1989).

Тесты, проведенные в Германии, выявили высокие эмиссии при плавлении олова (до 113 мкг ТЭ/т), но для применения этой величины для процессов производства олова, информации недостаточно (Bröcker и др., 1999).

ПХДД/ПХДФ могут поступать при других термических металлургических процессах, а эмиссии будут определяться степенью загрязненности лома, а также улавливанием и очисткой дымовых газов. Минимальные эмиссии ожидаются в случаях, когда сырье не загрязнено, а очистка газов всесторонняя, включая пылеулавливание тканевыми

фильтрами, вдувание извести и, возможно, применение активированного угля, а в некоторых случаях досжигательной камеры.

Важно не пропустить потенциально значимых источников ПХДД/ПХДФ просто потому, что для установления однозначных факторов эмиссии данных недостаточно. Следовательно, для первичного выявления потенциальных выбросов предлагается изучение процессов, используемых для производства цветных металлов. Выбросы могут происходить в воздух, воду и остатки. При исследовании производственных процессов предлагается указывать термические процессы, регистрировать тип применяемой системы очистки газов и отмечать обнаруженные уровни загрязнения поступающих материалов. Также необходимо указывать на применение  $Cl_2$  или гексахлорэтана для рафинирования и на наличие в сырье хлорированных соединений.

Представленный в Руководстве вопросник поможет выявить и зарегистрировать эти параметры и критерии для дальнейшего исследования этого вопроса.

Таблица 31: Факторы эмиссии для термических процессов в цветной металлургии

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т продукта				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Термические процессы в цветной металлургии – загрязненный лом, простое пылеулавливание или его отсутствие	100	НО	НП	НП	НО
2. Термические процессы в цветной металлургии – чистый лом, тканевые фильтры/вдувание извести/досжигатели	2	НО	НП	НП	НО

#### 6.2.10.1 Поступление в воздух

Эмиссии будут высокими для установок со слабым контролем загружаемых материалов, что приводит к высоким концентрациям ПХДД/ПХДФ. Даже если массовый расход невелик, может произойти локальное загрязнение. Факторы эмиссии оцениваются на основании обрывочных данных для термической регенерации цветных металлов, концентрации могут широко варьировать от менее  $1 \text{ нг/м}^3$  (класс 2) до десятков  $\text{нг/м}^3$  (класс 1).

#### 6.2.10.2 Поступление в воду

Поступление в воду может происходить там, где происходит сброс сточных вод. Следует отмечать наличие стоков и их источник.

#### 6.2.10.3 Поступление в почву

Поступления не ожидается, за исключением случаев, когда остатки складировать на земле.

#### 6.2.10.4 Поступление в продукты

В рафинированных металлических изделиях не ожидается присутствия ПХДД/ПХДФ.

### 6.2.10.5 Поступление в остатки

Остатки могут содержать ПХДД/ПХДФ. Для установления факторов эмиссии данных недостаточно. Использование в качестве сырья загрязненного материала может привести к загрязнению последующего процесса.

### 6.2.11 Измельчители

Измельчители представляют собой огромные машины, в которых для дробления измельчаемых материалов используются мощные молоты. Обычно в результате процесса образуется поток из черных металлов, который относительно чист и содержит небольшие (50 мм) кусочки стали и "вспушенный" поток, состоящий из фрагментов цветных металлов и прочих материалов, попадающих в измельчитель (также называемый комбинированной установкой для дробления). Потенциальные эмиссии термической переработки описаны в Разделе 6.1.4. Часто загружаемым материалом являются старые автомобили или потребительские товары, такие как холодильники, стиральные машины и кухонные плиты.

Для процесса измельчения имеется мало данных, и выделен единственный класс факторов эмиссии, применяемый для самого процесса. ПХДД/ПХДФ могут образоваться в результате загрязнения поступающего сырья (например, ПХБ) или локализоваться в системе высоких температур (Таблица 32).

Таблица 32: Факторы эмиссии для измельчителей.

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т стали				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Предприятия по измельчению металлов	0,2	НП	НП	НО	НО

#### 6.2.11.1 Поступление в воздух

Эмиссии возникают вследствие высоких температур в измельчителе, который выбрасывает газы в атмосферу. Основываясь на данных, предоставленных SCEP (1994), был рассчитан фактор эмиссии 0,2 мкг ТЭ/т (концентрация 0,04-0,4 нг ТЭ/м<sup>3</sup>).

#### 6.2.11.2 Поступление в воду

Поступление в воду может происходить там, где происходит сброс сточных вод. Для оценки факторов эмиссии данных не имеется. Следует сообщать о наличии любых жидких стоков, и применять какую-либо их очистку.

#### 6.2.11.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### 6.2.11.4 Поступление в продукты

Похоже, что продукты будут как-то загрязнены, однако, уровень загрязнения оценить не представляется возможным.

#### 6.2.11.5 Поступление в остатки

Остатками могут являться материалы, задерживаемые при пылеулавливании, или некоммерческие продукты измельчения (неметаллические материалы). В них возможно присутствие низких уровней ПХДД/ПХДФ, но для проведения оценки данных не

имеется. Регенерированный металл может попасть в процесс термического восстановления, и выбросы могут произойти в этих процессах.

### 6.2.12 Термическая регенерация металлов из проводов

Сжигание кабеля – это процесс, в котором из провода регенерируют медь и свинец путем сжигания изоляционного материала. В самом простом, открытом виде, этот процесс происходит вне специальных установок и заключается в сжигании лома проводов с целью удаления их оболочек. Во многих странах такая операция была бы расценена как незаконная. Для более усложненных операций потребуется печь с системой очистки газов, состоящей из досжигательных камер и скрубберов. В этом процессе присутствуют все ингредиенты, требующиеся для образования ПХДД/ПХДФ: углерод (оболочка), хлор (ПВХ или средства для борьбы с плесенью) и катализатор (медь).

Может потребоваться провести оценку количества сжигаемых вне установок проводов, так как маловероятно, что здесь будут регистрироваться статистические данные. Места, где проводят сжигание, обычно можно выявить по имеющимся на них остаткам.

Были разработаны следующие классы факторов эмиссии (Таблица 33).

Таблица 33: Факторы эмиссии для термической регенерации металлов из проводов

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т материала				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Открытое сжигание кабеля	5000	НО	НО	НО	НО
2. Простая печь с досжигателем и мокрым скруббером	40	НО	НП	НО	НО
3. Сжигание электромоторов, тормозных колодок, и др. - наличие досжигателя	3,3	НО	НП	НО	НО

Факторы для класса 1 применяют при открытом, вне установок, сжигании, а факторы для класса 2 следует применять для контролируемых процессов по регенерации металлов из проводов с использованием печи и системы базовой очистки газов. Факторы эмиссии для класса 3 применяют для печей, в которых регенерируют обмотки электромоторов, тормозные колодки и пр., которые оснащены какой-либо системой очистки газов.

#### 6.2.12.1 Поступление в воздух

Насколько нам известно, не имеется данных измерений эмиссий для открытого сжигания кабеля, и очень мало их поступило от лиц, ведущих сжигание кабеля на законном основании. Самые высокие концентрации, о которых сообщалось, составляли 254 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для термического восстановления из проводов (данные из Голландии), а факторы эмиссии, доходящие до 500 мкг ТЭ/т, встречались в голландском и австрийском реестрах (LUA, 2000); минимальными были 3,3 мкг ТЭ/т. В реестре Швейцарии применен фактор эмиссии 2340 мкг ТЭ/т (LUA, 2003). Для оценки эмиссий при открытом бесконтрольном сжигании был установлен фактор эмиссии в 5000 мкг ТЭ/т (класс 1).

Факторы эмиссии для класса 2 следует применять для сжигания кабеля в печах, оснащенных досжигательными камерами и мокрыми скрубберами. Концентрация в 40 мкг ТЭ/т для эмиссий в воздух была предложена Bremner и др. (1994).

Для печей, сжигающих электромоторы, тормозные колодки и аналогичные изделия, оснащенных досжигательной камерой, применяется фактор эмиссии 3,3 мкг ТЭ/т (Bremner и др., 1994).

Следует рассматривать всякую аналогичную операцию по регенерации и отмечать наличие контроля и какой-либо очистки газов.

#### *6.2.12.2 Поступление в воду*

В случае, когда используется печь и имеется мокрый скруббер, можно ожидать поступления в воду. Следует указывать на наличие на подобных предприятиях систем мокрых скрубберов, прослеживать судьбу стоков и отмечать любой вид очистки указанных стоков.

#### *6.2.12.3 Поступление в почву*

Поступление в почву ожидается, когда процесс происходит на открытом огне, в этом случае остатки будут на земле. В местах нелегального сжигания измерялись концентрации в почве до 98000 нг ТЭ/кг. Другие случаи, когда остатки удаляются, рассмотрены в Разделе, посвященном остаткам. В случае сжигания кабеля вне специальных устройств может произойти существенное загрязнение почвы, и такие места следует выявлять как потенциальные "горячие точки".

#### *6.2.12.4 Поступление в продукты*

Какого-либо поступления в производимую медь не ожидается.

#### *6.2.12.5 Поступление в остатки*

Остатки, образующиеся в процессе, как ожидается, будут содержать ПХДД/ПХДФ, и их уровни могут быть высокими. Данных для проведения оценки не имелось.

### 6.3 Основная категория 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии

Рассматриваемая категория производства электроэнергии и тепловой энергии включает электростанции, промышленные места сжигания (печи) и установки для выработки тепла для отопления помещений, которые работают только на ископаемом топливе (включая попутное сжигание отходов - до 1/3 загрузки печи), биогазе, включая газ из отходов органического происхождения, и биотопливе. В Таблице 34 приведены пять подкатегорий, выделяемых внутри этой основной категории источников. Основными средами, куда идет поступление, являются воздух и остатки. Почва рассматривается в качестве подобной среды лишь в случае отопления в быту и приготовления пищи с использованием либо биотоплива (в основном, древесины), либо ископаемого топлива. Поступление в почву происходит, если остатки складировать на земле.

Таблица 34: Подкатегории Основной категории источников 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии

№	Категории и подкатегории	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
3	<b>Производство электроэнергии и тепловой энергии</b>	X		(X)		X
a	Электростанции на ископаемом топливе (уголь, нефть, газ и совместное сжигание с отходами)	x				x
b	Электростанции на биотопливе (древесина, солома и прочее биотопливо)	x				x
c	Сжигание газов из отходов органического происхождения и биогазов	x				x
d	Отопление домов и приготовление пищи (древесина и другое биотопливо)	x		(x)		X
e	Отопление домов и приготовление пищи с использованием ископаемого топлива (угля, нефти и газа)	x		(x)		X

Поскольку задачей этих предприятий является производство тепла или электроэнергии, в случае сжигания биотоплива или ископаемого топлива количество ПХДД/ПХДФ не просто относится к массе (в тоннах) сожженного топлива. Предпочтительной основой для регистрации эмиссий ПХДД/ПХДФ была бы теплота сгорания топлива. Так как

"продуктом", образующимся в результате процессов, рассматриваемых в Разделе 6.3, является произведенное тепло или электроэнергия, в этой основной категории источников представлены установочные факторы эмиссии, рассчитанные на основе имеющихся данных, соотнесенных с теплотой сгорания топлива. Так, вместо представления установочных факторов эмиссии в мкг М-ТЭ/т топлива, они представлены в мкг М-ТЭ/ТДж привнесенного тепла. Основания для подобного выбора легко объяснимы и связаны с крайне широким спектром видов топлива, использующегося для производства электроэнергии. Диапазон величин теплоты сгорания для различных углей из различных частей света, растянут более чем на порядок. Для пересчета теплоты сгорания в массу в Приложении, в Разделе 11.3, приведены таблицы.

### **Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции**

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### **Категории источников Приложения С Части II включают:**

	Категория источника	Раздел в руководстве
(a)	Попутное сжигание отходов	6.3 (в целом)

#### **Категории источников Приложения С Части III включают:**

	Категория источника	Раздел в руководстве
(c)	Источники, связанные с процессами сжигания в домашних хозяйствах	6.3.4; 6.3.5
(d)	Сжигание ископаемых видов топлива в котлах коммунальной системы и в промышленных котлах	Представлены при характеристике процессов промышленного производства, 6.3.1; 6.3.5
(e)	Установки для сжигания древесины и других видов топлива из биомассы	6.3.2

### **6.3.1 Электростанции на ископаемом топливе**

Большинство электроэнергии, потребляемой сегодня в мире, производится на электростанциях, работающих на ископаемом топливе. В большинстве западных стран доля электроэнергии, произведенная на станциях, работающих на ископаемом топливе, составляет 50-70% от всей произведенной электроэнергии. Во многих развивающихся странах, а также в странах с переходной экономикой, производство электроэнергии на ископаемом топливе составляет более 90% от общего производства электроэнергии в общественном и промышленном секторах.

Здесь в пределах этой подкатегории, определены четыре категории по типу используемого топлива, а именно, уголь, тяжелое нефтяное топливо (мазут), легкие фракции нефти и природный газ. Также рассматривается каждый тип ископаемого топлива в сочетании с любым видом отходов или илов. Для всех четырех категорий предполагается, что для повышения выходной мощности используются хорошо

управляемые и надлежащим образом обслуживаемые парогенераторы. Во всех случаях рассматриваются лишь две среды поступления выбросов – воздух и остатки.

Ископаемое топливо сжигают с применением множества устройств для производства электроэнергии, от небольших печей с механической топкой до огромных очень сложных систем с котлоагрегатом/камерой сгорания и с широким контролем загрязнения воздуха на выходе. Сжигание угля для производства электроэнергии происходит, обычно, с использованием котлов двух типов, различающихся по способу извлечения шлака из системы. В так называемых котлах с твердым шлакоудалением используются печи с механической топкой или пылеугольные камеры сгорания со встречным расположением горелок в стенках котла, расположением их по всей стенке или угловым расположением (последний тип также называется котлом с тангенциальной топкой). Все указанные системы горения сжигают уголь очень эффективно, оставляя большую часть шлака в виде сухого остатка на дне котла. В так называемых котлах с жидким шлакоудалением сжигание происходит при помощи пылеугольных горелок в циклонной или U-образной топке, что приводит к возникновению значительно более высоких температур горения, плавлению шлака и его стеканию на дно котла в виде жидкого шлака. Для попутного сжигания отходов, особенно топлива, получаемого из отходов и илов, чаще используют котлы с жидким шлакоудалением. Расплавленный шлак на дне котла создает высокие температуры, достаточные для полного окисления всех органических компонентов, присутствующих в отходах. Однако все имеющиеся в них загрязнители поступают в дымовой газ.

Тяжелое нефтяное топливо (мазут) также сжигают с целью выработки электроэнергии. Обычно его сжигают с помощью горелок специальной конструкции, встроенных в стенки котла. Образованию ПХДД/ПХДФ способствует попутное сжигание жидких отходов или илов, таких как отработанное масло и/или использованные растворители.

Легкие фракции нефти и природный газ всегда сжигают в специально сконструированных печах, и маловероятно, что при этом образуются большие количества ПХДД/ПХДФ, так как оба этих вида топлива обладают высокой теплотой сгорания, характеризуются полным сгоранием и малым количеством образующейся золы, вплоть до ее отсутствия. Только при совместном сжигании с жидкими отходами или илами можно ожидать образование высоких концентраций ПХДД/ПХДФ.

Как и во всех процессах сжигания, ПХДД/ПХДФ образуются после завершения процесса горения и остывания дымового газа. Остающиеся органические остатки и хлор, содержащиеся в угле, в присутствии металл-хлоридных катализаторов рекомбинируются с образованием ПХДД/ПХДФ. Поступление в воду, почву и продукты обычно незначительно. Следовательно, единственно важными путями поступления является поступление в воздух и остатки, особенно в летучую зольную пыль. Поступление в воду может происходить на предприятиях, где установлены мокрые скрубберы и отсутствует рециркуляция воды в них. В этих случаях должно учитываться поступление в воду. Остатки (илы) из скрубберов, в тех случаях, когда они отделяются от стоков, показываются в разделе "Остатки". На основании исследований, проведенных в Бельгии, Германии и Швейцарии, было выделено четыре класса факторов эмиссии. Они приведены в Таблице 35.

Таблица 35: Факторы эмиссии для производства электроэнергии и производства тепла/энергии в промышленности (с использованием ископаемого топлива)

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного ископаемого топлива
--	---

	Воздух	Вода	Остаток
1. Энергетические котлы на ископаемом топливе/попутно сжигаемых отходах	35	НО	НО
2. Энергетические котлы на угле	10	НО	14
3. Энергетические котлы на тяжелом нефтяном топливе (мазуте)	2,5	НО	НО
4. Энергетические котлы на легких фракциях нефти/природном газе	0,5	НО	НО

Эти установочные факторы эмиссии основаны на предположении о том, что сжигание топлива приводит к поступлению ПХДД/ПХДФ, связанном с удалением летучей зольной пыли. Эмиссии через шлак незначительны. Эффективность удаления твердых частиц также увеличивается с качественным совершенствованием системы контроля загрязнения воздуха, используемой на предприятии.

#### 6.3.1.1 Поступление в воздух

При сжигании ископаемого топлива преобладают выбросы в воздушную среду. Как правило, для больших электростанций измеренные концентрации много меньше  $0,1 \text{ нг ТЭ/м}^3$ . Величины для твердого и жидкого топлива отличаются, в основном, на один-два порядка. В то время как данные, полученные с крупных электростанций Голландии, работающих на угле, дали фактор эмиссии  $0,35 \text{ мкг ТЭ/т}$ , данные из Германии колебались между  $0,004$  и  $0,2 \text{ мкг ТЭ/т}$  ( $0,09$  и  $7,1 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ ), а медианное значение данных из Великобритании составило  $0,14 \text{ мкг ТЭ/т}$  (диапазон:  $0,06$ - $0,32 \text{ мкг ТЭ/т}$ ). Швейцарские источники приводят средние факторы эмиссии для угольных электростанций  $230 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ . По данным из Германии для котлов, работающих на природном газе, значение составляет от  $0,02$  до  $0,03 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$  (LUA, 1997).

Установочные факторы эмиссии для класса 1 были разработаны на основе полученных величин от  $0,4$  до  $118 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ . В Руководстве была выбрана медиана -  $35 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ . Фактор эмиссии для класса 2 был разработан как медианное значение на основе полученных средних величин от  $230$  (швейцарские данные по LUA, 1997) до  $7 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ . Класс 3 был определен из средних значений полученных данных между  $1$  и  $4 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$ . Для класса 4 выбрано значение на основе средних полученных величин в диапазоне  $0,5$ - $1,5 \text{ мкг ТЭ/ТДж}$  (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

#### 6.3.1.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается. Однако в случаях использования мокрых скрубберов и наработки стоков, эту среду поступления необходимо учитывать. В настоящее время не установлено численных значений для оценки этих выбросов.

#### 6.3.1.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается, если только неочищенные остатки не будут непосредственно размещаться на поверхности или смешиваться с почвой.

#### 6.3.1.4 Поступление в продукты

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

#### 6.3.1.5 Поступление в остатки

Данные о концентрациях ПХДД/ПХДФ, измеренных в летучей зольной пыли, скудны, и потребуются больше данных. Можно предположить, что содержание ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли возрастает с увеличением содержания несгоревшего углерода и количеств совместно сжигаемых отходов.

Для проведения первичной оценки могут быть использованы данные из Великобритании о содержании ПХДД/ПХДФ в остатках при промышленном сжигании угля (Дуке и др., 1997; ЕС, 1999). Концентрации в летучей зольной пыли составляли 0,23-8,7 нг ТЭ/кг пыли, а в золе с колосниковой решетки – 0,02-13,5 нг ТЭ/кг. Концентрации в саже были выше (до 53 нг ТЭ/кг). Принимая в среднем выход золы 10% и среднюю концентрацию 4 нг ТЭ/кг золы, можно определить фактор эмиссии 0,4 мкг ТЭ/т загружаемого угля (приблизительно 14 мкг ТЭ/ТДж).

#### 6.3.2 Электростанции на биотопливе

Многие страны и регионы при выработке электроэнергии и тепла, в основном, полагаются на сжигание биотоплива, будь то древесина, включая ветки, кору, опилки, стружку и др., торф и/или отходы сельскохозяйственного производства (например, солома, кожура цитрусовых, скорлупа кокоса, помет птиц, экскременты верблюдов и др.). В большинстве случаев биотопливо непосредственно сжигается без какого-либо добавления ископаемого топлива в небольших, непрерывно работающих паровых котлах. В Руководстве в этой подкатегории выделяют две категории по типу используемого биотоплива, а именно котлы, работающие на древесине, и котлы, работающие на всех других видах топлива. Для обеих категорий предполагается, что для получения максимальной выходной мощности используются хорошо управляемые и надлежащим образом обслуживаемые парогенераторы. Во всех случаях единственными средами, куда может идти поступление ПХДД/ПХДФ, являются воздух и остатки. В этом Разделе не затрагивается вопрос сжигания загрязненной древесины, он рассмотрен в Разделе 6.1.6.

Биотопливо сжигают с помощью множества устройств, применяемых для выработки электроэнергии, от небольших печей с механической топкой до огромных очень сложных систем с котлоагрегатом/камерой сгорания с широким контролем загрязнения воздуха на выходе. Сжигание биотоплива для производства электроэнергии происходит, обычно, с использованием котлов двух типов, различающихся по способу поступления топлива в систему.

В так называемых печах с механической топкой (механическим забрасывателем) используется стационарная, вибрационная илидвигающаяся колосниковая решетка, на которой биотопливо при сжигании перемещается по печи. Снизу решетки через биотопливо продувается первичный воздух. Все эти топочные устройства сжигают биотопливо очень эффективно, оставляя большую часть золы в виде сухого остатка на дне котла. Только небольшая часть инертных соединений выходит из котла в виде летучей зольной пыли.

В так называемых котлах с псевдоожиженным слоем используется слой с инертным материалом (например, песком и/или золой) который разжижается при продувании первичного воздуха. Биотопливо измельчают и добавляют в разжиженный слой, где

оно и сгорает. Псевдоожиженный зольный остаток, который выходит с дымовыми газами, обычно собирают в (мульти)циклонную установку, после которой установлен электрофильтр или рукавный фильтр, а затем он опять нагнетается в котел. Выход шлака из котла незначителен или отсутствует вовсе, поскольку все крупные его частицы либо остаются в псевдоожиженном слое, либо оседают на циклонном сепараторе. Следовательно, практически весь остаток собирается в виде летучей зольной пыли в электрофильтре или рукавном фильтре.

Присутствие ПХДД/ПХДФ в выбросах для этой подкатегории определяется теми же общими правилами, что и для предприятий, работающих на ископаемом топливе. На основании данных, полученных из Бельгии, Германии и Великобритании, были выделены две группы факторов эмиссии. Они приведены в Таблице 36. Поступление в воду может происходить на предприятиях, где установлены мокрые скрубберы, и отсутствует рециркуляция воды в них. В этих случаях должно учитываться поступление в воду. Остатки (илы) из этих скрубберов, в тех случаях, когда они отделяются от стоков, показывают в разделе "Остатки".

Таблица 36: Факторы эмиссии для производства энергии на биотопливе

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного биотоплива		
	Воздух	Вода	Остаток
1. Энергетические котлы на смешанном биотопливе	500	НО	НО
2. Энергетические котлы на незагрязненной древесине	50	НО	15

Величины этих установочных факторов эмиссии основаны на предположении, что при сжигании топлива образуются выбросы ПХДД/ПХДФ, судьба которых связана с удалением золы. Эмиссии через шлак незначительны, поскольку общее содержание его в биотопливе составляет от 0,5% (древесина) до 1% (другие виды биотоплива). Эффективность удаления твердых частиц также увеличивается с качественным совершенствованием системы контроля загрязнения воздуха, используемой на предприятии.

### 6.3.2.1 Поступление в воздух

При сжигании биотоплива преобладают выбросы в воздушную среду. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был определен на основе средних величин для сжигания соломы (данные из Великобритании), находящихся в интервале от 17 до 54 мкг ТЭ/т. По сообщениям из Австрии, данные варьируют от 2 до 500 мкг ТЭ/ТДж. Основываясь на средней величине теплоты сгорания в 8-11 МДж/кг, в качестве характерного был выбран установочный фактор эмиссии 500 мкг ТЭ/ТДж, хотя встречаются значения до 5000 мкг ТЭ/ТДж. Класс 2 был рассчитан по средним величинам от 4,7 мкг ТЭ/т сожженной древесины (данные исследований в Бельгии) до 5,4 мкг ТЭ/т сожженной древесины (данные исследований в Великобритании). Основываясь на среднем значении теплоты сгорания в 12-15 МДж/кг, можно рассчитать установочный фактор эмиссии порядка 350 нг ТЭ/ГДж (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

### 6.3.2.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается. Однако в случаях использования мокрых скрубберов и наработки стоков, эту среду поступления необходимо учитывать. В настоящее время не установлено численных значений для оценки этих выбросов.

### 6.3.2.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается, если неочищенные остатки не будут непосредственно размещаться на поверхности или смешиваться с почвой.

### 6.3.2.4 Поступление в продукты

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

### 6.3.2.5 Поступление в остатки

Можно предположить наличие ПХДД/ПХДФ в зольном остатке. Однако, что касается их количеств имеются лишь очень ограниченные подробные данные. Основываясь на исследовании, проведенном в Германии, типичный диапазон концентраций составляет от 30 до 3000 нг ТЭ/кг для золы (шлака) и 30-23300 нг ТЭ/кг для летучей зольной пыли. Поскольку в представленных данных по шлаку и летучей зольной пыли величины в значительной степени перекрываются, дальнейшая дифференциация не представлялась необходимой. Вследствие этого была принята средняя величина установочного фактора эмиссии - 3000 нг ТЭ/кг при содержании золы 0,5%.

По другим видам биотоплива достаточных данных не было найдено. Следовательно, по-прежнему необходимы дальнейшие исследования.

## 6.3.3 Сжигание газов из отходов органического происхождения/биогазов

Газ из отходов органического происхождения/биогаз образуется в результате анаэробного разложения органического материала. Получающийся в результате газ представляет собой смесь монооксида углерода (CO), диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>) и аммиака (NH<sub>3</sub>) и небольших количеств горючих газов, а также большого количества воды (H<sub>2</sub>O). Доля горючего газа составляет обычно порядка 50%, а его теплота сгорания - 15-25 МДж/кг в зависимости от его происхождения. Сжигание газов из отходов органического происхождения/биогазов происходит в факелах, в газовых моторах или турбинах и/или других устройствах для выработки энергии.

Сжигание этих газов для производства энергии проводится, главным образом, в котлах, работающих на газе, или в газовых/газотурбинных двигателях. Обе системы очень схожи со своими аналогами, работающими на природном газе. Процесс сжигания практически не приводит к образованию остатка. Единственный фактор эмиссии, полученный при анализе исследований, проведенных в Германии, Нидерландах и Великобритании, приведен в Таблице 37.

Таблица 37: Факторы эмиссии для производства электроэнергии с использованием газов из отходов органического происхождения/биогазов и для сжигания в факелах

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного газа
Котлы, двигатели/турбины, сжигание в факелах	8

### *6.3.3.1 Поступление в воздух*

При сжигании газа, образующегося из остатков органического происхождения/биогаза, единственной средой, куда поступают выбросы, является воздух. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был рассчитан из средних величин между 7,6 и 8,4 мкг ТЭ/ТДж сожженного биогаза для исследований, проведенных в Германии и в Великобритании, соответственно (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

### *6.3.3.2 Поступление в воду*

Поступления в воду не ожидается.

### *6.3.3.3 Поступление в почву*

Поступления в почву не ожидается, поскольку газ из остатков органического происхождения/биогаз сгорает, практически не оставляя остатка.

### *6.3.3.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

### *6.3.3.5 Поступление в остатки*

Поступления в остатки не ожидается, поскольку газ из остатков органического происхождения/биогаз сгорает, практически не оставляя остатка.

## 6.3.4 Отопление домов и приготовление пищи (на биотопливе)

Отопление и приготовление пищи в жилых домах с использованием биотоплива – обычная практика во многих странах. В большинстве случаев предпочтительным топливом является древесина, однако могут использоваться и другие виды биотоплива. В Руководстве в пределах этой подкатегории выделяется две отдельных категории, основное различие между которыми – это степень чистоты топлива<sup>1</sup>. Так дифференциация идет между чистым биотопливом и загрязненным биотопливом, таким как, пропитанная и/или окрашенная древесина, солома с большим содержанием хлорированных пестицидов. Воздух, остатки и, в некоторых случаях, почва являются рассматриваемыми средами, в которые поступают выбросы.

Биотопливо для отопления жилища и приготовления пищи сжигают с помощью разнообразных устройств, от открытых печных камер и очагов до больших сложных печей и топок, работающих на древесине. Сжигание биотоплива для отопления помещений и приготовления пищи происходит преимущественно в устройствах, все более совершенствующихся для увеличения полноты сгорания топлива, по мере того как растет валовой национальный продукт и уровень развития отдельных стран.

ПХДД/ПХДФ образуются в результате неполного сгорания, характерного для небольших устройств с ограниченным контролем сжигания или без него. Выбросы в воду и продукты незначительны. Поступление в почву может произойти, только если сжигание проводят непосредственно на земле<sup>2</sup> или в почву удаляют остатки. Следовательно, единственно значимыми путями поступления являются воздух, почва и

---

<sup>1</sup> Подобная дифференциация не проведена для общественных и промышленных секторов производства тепловой и электроэнергии, где использование загрязненной биомассы, например, древесины, рассматривается как удаление отходов древесины.

<sup>2</sup> Этот случай рассматривается в Разделе 6.6 – "Неконтролируемые процессы сжигания"

остатки. На основании исследований, проведенных в Австрии, Бельгии, Дании, Германии, Нидерландах, Швеции, Швейцарии и Великобритании, было выделено две группы факторов эмиссии. Они приведены в Таблице 38.

Таблица 38: Факторы эмиссии для отопления домов и приготовления пищи с использованием биотоплива

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного биотоплива		Концентрация - мкг ТЭ/ТДж
	Воздух	Почва	Остаток
1. Печи, работающие на загрязненной древесине /биотопливе	1500	НО	2000
2. Печи, работающие на чистой древесине/биотопливе	100	НО	20

Факторы эмиссии для выбросов с информацией об остатках приведены на основании концентраций, измеренных в золе (и не связаны с теплотой сгорания топлива).

#### 6.3.4.1 Поступление в воздух

Поступление в воздушную среду является основным при сжигании биотоплива. Установочный фактор эмиссии для класса 1 был рассчитан с использованием средних значений поступивших данных – от 2 до 50 мкг ТЭ/т сожженной древесины. Величины 2,4 - 4,7 мкг ТЭ/т, о которых сообщается в австрийском исследовании, представляются необычно высокими. Величины 0,2 - 0,7 мкг ТЭ/т, о которых сообщается в исследовании, проведенном в Германии, судя по всему, представляют нижнюю границу диапазона. То же относится к швейцарской величине 24 нг ТЭ/ГДж. Важно отметить, что, по сообщениям, величины для сжигания чистого биотоплива всегда на один порядок меньше, чем для сжигания загрязненного биотоплива, такого как пропитанная/или окрашенная древесина. Вследствие этого, для чистого биотоплива было выбрано среднее значение 1,5 мкг ТЭ/т, а для загрязненного - величина около 25 мкг ТЭ/т. Основываясь на средней теплоте сгорания для древесины 12-15 МДж/кг, можно рассчитать установочные факторы эмиссии для чистого биотоплива - 100 мкг ТЭ/ТДж и для загрязненного - 1500 мкг ТЭ/ТДж (LUA, 1997; IFEU, 1998). LUA (1997) приводит факторы эмиссии 50 мкг ТЭ/т для слегка загрязненного биотоплива и 500 мкг ТЭ/т для древесины, сильно пропитанной ПХФ, что приводит к факторам эмиссии 3300 мкг ТЭ/ТДж и 50000 мкг ТЭ/ТДж соответственно.

#### 6.3.4.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается.

#### 6.3.4.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается, если только сжигание не будет непосредственно производиться на земле. Поскольку данные отсутствуют, фактор эмиссии не может быть рассчитан.

#### 6.3.4.4 Поступление в продукты

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

#### 6.3.4.5 Поступление в остатки

Содержание ПХДД/ПХДФ в зольном остатке варьирует от нескольких наногرامмов до нескольких тысяч нг ТЭ/кг. При сжигании чистой древесины концентрации в золе будут меньше, в то время как сжигание пропитанной древесины приведет к повышенным концентрациям ПХДД/ПХДФ. Средние концентрации, определенные Wunderli и др.(1996), используются в Руководстве как первичная оценка: в среднем, 1000 нг М-ТЭ/кг для загрязненной древесины и 10 нг М-ТЭ/кг для чистой древесины. Факторы эмиссии для двух классов были рассчитаны на основе этих двух значений и предположении, что образуется 3% золы (типичный диапазон 3-5%; в случаях хорошего выгорания доля золы будет меньше; при плохом выгорании количество золы будет значительно больше).

#### 6.3.5 Отопление в быту и приготовление пищи (на ископаемом топливе)

Ископаемое топливо широко используется для отопления в быту, особенно в развитых странах и в странах с переходной экономикой. Уголь, нефть (легкие фракции) и (природный) газ являются основными источниками ископаемого топлива, используемого при отоплении в быту, они же составляют три категории в пределах рассматриваемой подкатегории. Для всех трех категорий предполагается, что для достижения максимального отводимого тепла нагревательные печи надлежащим образом эксплуатируются и технически обслуживаются. Во всех случаях основной рассматриваемой средой поступления является воздух. В случае сжигания угля в качестве потенциальной среды поступления необходимо рассматривать остатки.

Ископаемое топливо сжигают в различных устройствах - от небольших печей с механической топкой до крупных высокосложных систем с котлоагрегатом/камерой сгорания, применяющихся для центрального отопления в больших многоквартирных жилых домах.

Сжигание для отопления в быту происходит в двух типах котлов, различающихся по способу транспортировки тепла и его выпуску. В так называемых системах центрального отопления, в которых в качестве топлива используют нефть или газ, применяется одна большая печь для подогрева воды, которая затем циркулирует по зданию, высвобождая полученное тепло в многочисленных децентрализованных батареях отопления. Эти современные системы обычно высокоэффективны, они характеризуются полным сгоранием топлива с образованием небольшого остатка, подлежащего удалению (или вовсе без образования остатка). Второй тип отопительных систем, в основном, работает на твердом топливе (угле) и состоит из индивидуальных топков, расположенных в каждой комнате здания или внутри стен для непосредственного отопления нескольких комнат одновременно. Эти топки состоят из относительно небольших печей, но в них создана система циркуляции воздуха внутри топки по всей печи. Эти системы обычно более старые, менее эффективные и характеризуются меньшей полнотой сгорания топлива. Также, вследствие присутствия в топливе инертных веществ, образуется зола, требующая удаления. Некоторые из этих систем также могут работать на нефти.

На основании результатов исследований, проведенных в Австрии, Бельгии, Великобритании, Дании, Германии, Нидерландах, Швеции и Швейцарии, были выделены три группы факторов эмиссии. Они приведены в Таблице 39.

Таблица 39: Факторы эмиссии для отопления в быту с использованием ископаемого топлива

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного ископаемого топлива	Концентрации - нг ТЭ/кг золы
	Воздух	Остаток
1. Топки на угле	70	5000
2. Топки на нефтяном топливе	10	НП
3. Топки на природном газе	1,5	НП

Эти установочные факторы эмиссии также основаны на допущении, что только сжигание угля приводит к образованию ПХДД/ПХДФ, а поступление их в окружающую среду связано с удалением золы.

#### 6.3.5.1 Поступление в воздух

Поступление в воздух является преобладающим при сжигании ископаемого топлива. Установочные факторы эмиссии для класса 1 рассчитаны на основании средних величин, которые, по сообщениям, составляли от 1,6 до 50 мкг ТЭ/т сожженного угля. Величина 0,91 мг ТЭ/т, о которой сообщается в австрийском исследовании, представляется необычайно высокой. Величина, представленная Швейцарией, 230 нг ТЭ/ГДж также скорее ближе к верхней границе интервала. Важно отметить, что во всех других исследованиях, в которых сообщается о подобных показателях для сжигания угля в быту, они устойчиво держатся в пределах диапазона от 1 до 7 мкг ТЭ/т. Таким образом, для угля была выбрана средняя величина 2 мкг ТЭ/т. Учитывая среднюю теплоту сгорания угля 28-35 МДж/кг, можно рассчитать фактор эмиссии, равный примерно 70 мкг ТЭ/ТДж.

Установочный фактор эмиссии для класса 2 был рассчитан на основе представленных величин, лежащих в диапазоне от 0,04 до 2 мкг ТЭ/т. Величина 0,04 мг ТЭ/т, о которой сообщается в австрийском исследовании, представляется необычайно высокой, в то время как величина 0,5 нг ТЭ/ГДж, полученная в швейцарском исследовании, крайне низкой. Таким образом, для нефти была выбрана средняя величина - 0,5 мкг ТЭ/т. Учитывая среднюю теплоту сгорания нефтяного топлива 44-46 МДж/кг, был рассчитан установочный фактор эмиссии, равный 10 мкг ТЭ/ТДж.

Установочный фактор эмиссии для класса 3 был рассчитан по представленным величинам от 0,04 до 0,07 нг ТЭ/м<sup>3</sup>. Для природного газа была выбрана средняя величина 0,05 нг ТЭ/м<sup>3</sup>. Учитывая среднюю теплоту сгорания газа 32-35 МДж/м<sup>3</sup>, был рассчитан фактор эмиссии, равный 1,5 мкг ТЭ/ТДж (LUA, 1997; IFEU, 1998; Environment Canada, 1999).

#### 6.3.5.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается.

#### 6.3.5.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### *6.3.5.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не образуется, следовательно, поступления в продукт не происходит.

#### *6.3.5.5 Поступление в остатки*

Были исследованы ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли, образующейся при сжигании угля, и обнаружены концентрации от 4 до 42000 нг ТЭ/кг зольной пыли (Dumler и др., 1995). В качестве первой оценки в Руководстве следует использовать фактор эмиссии 5000 нг ТЭ/кг зольной пыли.

## 6.4 Основная категория 4 – Производство продукции из минерального сырья

В настоящем разделе обобщаются высокотемпературные процессы при производстве продукции из минерального сырья. К образованию ПХДД/ПХДФ потенциально может привести применение на различных этапах процесса сырья или топлива, содержащего хлориды, например, на стадии охлаждения газов, в подогревателях или в горячей зоне. В результате продолжительной обработки в печах для обжига и сушки и при наличии высоких температур, необходимых для производства продукции, в этих процессах эмиссии ПХДД/ПХДФ, как правило, невысоки. В соответствии с настоящим Руководством приведенные в Таблице 40 соответствующие подкатегории будут включены в реестр диоксинов и фуранов.

Таблица 40: Подкатегории Основной категории 4 – Производство продукции из минерального сырья

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
4	Производство продукции из минерального сырья	X				X
	a Производство цемента	X				x
	b Производство извести	X				x
	c Производство кирпича	X				x
	d Производство стекла	X				x
	e Производство керамики	X				x
	f Приготовление асфальтовых смесей	X			x	x

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5 Приложения С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части II включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(b) Цементные печи для сжигания опасных отходов	6.4.1

### 6.4.1 Производство цемента

Основным сырьем для производства цемента являются глина и известняк. Производство цемента начинается с кальцинирования, т.е. разложения карбоната

кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) при  $900^\circ\text{C}$  с образованием оксида кальция ( $\text{CaO}$ , известь) и диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ). Затем при температурах, как правило, порядка  $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$  известь вступает в реакцию с кремнеземом, глиноземом и оксидом двухвалентного железа с образованием силикатов, алюминатов и ферритов кальция (=клинкера). Затем клинкер перемалывают или измельчают вместе с гипсом ( $\text{CaSO}_4$ ) и другими добавками для получения цемента (BREF, 2000d).

Для производства цемента существуют четыре основных производственных процесса: сухой, полусухой, полумокрый и мокрый процессы. При сухом процессе сырье перемалывают и высушивают до сырьевой муки, которая поступает в подогреватель, или печь предварительного обжига (или реже в длинную сухую обжиговую печь). Сухой процесс требует меньших энергозатрат, чем мокрый. В большинстве европейских цементных печей используется сухой процесс. В мокром процессе сырье (очень часто с высоким содержанием влаги) перемалывают в воде для образования жидкого цементного теста, которое закачивают непосредственно в обжиговую печь или вначале в сушильную печь. Большинство цементных печей в США используют мокрый процесс.

Процесс производства цемента состоит в следующем. Вначале сырье доставляют на место, затем перемешивают, перемалывают и измельчают с образованием сырьевой муки с определенными размерами частиц и с заданными химическими свойствами. Эту сырьевую муку превращают в цементный клинкер путем пиропереработки в ротационных печах (50 метров в длину и более 5 метров в диаметре). Они состоят из выложенной огнеупорным материалом цилиндрического стального корпуса, слегка наклоненного от горизонтали и вращающегося со скоростью 1-3 об./мин. Сырье загружается в верхний конец и постепенно движется вниз к нижнему концу навстречу потоку раскаленных газов. Ротационные печи для производства цемента отличаются от классических ротационных печей, используемых для сжигания, тем, что сырье и отходящие газы движутся в противотоке, что приводит к тщательному перемешиванию, созданию высоких температур (свыше  $1400^\circ\text{C}$  на горячем конце, где происходит образование клинкера) и длительному времени пребывания газов в установке (5-7 секунд). В результате создания подобных условий все органические загрязнители, принесенные вместе с топливом, разрушаются в первичной топке.

В современных цементных печах часто используют сухой процесс, при котором материал сырьевой муки может быть подогрет в вертикально расположенных мультициклонных нагревателях, в которых поднимающиеся вверх раскаленные газы, выходящие из печи, соприкасаются с идущим вниз потоком сырья. В некоторых сухих процессах до того как сырье поступит в обжиговую печь, после нагревателя оно проходит через печь предварительного обжига. Применение мокрого процесса, когда измельченная сырьевая мука смешивается с водой и поступает в обжиговую печь в виде цементного теста, приводит к энергозатратам, на 40% превышающим энергозатраты сухого процесса.

На последней стадии клинкер остужают. Как только горячий клинкер выходит из нижнего конца печи, его быстро остужают атмосферным воздухом в клинкерном холодильнике, например, на движущейся решетке с расположенными под ней вентиляторами, продуваемыми через клинкер холодный воздух (EMEP, 1999).

Наконец, охлажденный клинкер смешивают с гипсом, а для композитных цементов с другими материалами, такими как шлак доменных печей, и перемалывают для получения конечного продукта в однородный порошок, который затем хранится в бункерах до последующей транспортировки россыпью или упаковки в мешки.

Обычными видами топлива являются уголь, нефть, газ или нефтяной кокс. Во многих случаях применяют разнообразные горючие отходы, используемые в качестве топлива наряду с ископаемым топливом. Эти отходы могут включать: отработанные масла, растворители, некоторые промышленные отходы и, в некоторых случаях, опасные отходы. Большая их часть сжигается в топочном (горячем) конце печи. Часто используются шины, которые могут быть помещены в печь на некотором отдалении от горячего ее конца в цельном или измельченном виде.

Тесты, проведенные в США, показали повышенные эмиссии для некоторых печей, где сжигали опасные отходы (EPA, 1998). Более подробное исследование позволило предположить, что при хорошем горении основным фактором, влияющим на процесс, является температура пылеуловителя в системе очистки газов. Предприятия, оснащенные низкотемпературными электростатическими осадителями, как оказалось, обеспечивают хороший контроль эмиссий как при добавлении отходов в топливо, так и без него. Считается, что само сырье может в значительной степени повлиять на эмиссии, и высокий уровень органического материала в сырье связан с повышенными эмиссиями ПХДД/ПХДФ. Следует отметить, что более высокие уровни эмиссий отмечались в США, где использовались цементные печи, работающие по мокрому процессу, в то время как для европейских цементных печей (в основном, в Германии и Швейцарии), где использовался сухой процесс, измерения зафиксировали более низкие эмиссии (более 150 измерений). Отходящие газы цементных печей, работающих по сухому процессу, не могут быстро охлаждаться и поэтому поступают в систему очистки дымовых газов относительно горячими (>300°C). С европейских предприятий не поступило данных о повышенных концентрациях ПХДД/ПХДФ для печей, оснащенных электрофильтрами.

Низкие величины, определенные на большинстве европейских предприятий, были подтверждены при проведении программы отбора проб на диоксины и их анализом в Таиланде, где пробы на ПХДД/ПХДФ были отобраны и проанализированы для двух ротационных обжиговых печей на современном и хорошо управляемом цементном заводе. Пробы отбирались из двух обжиговых печей при нормальной их работе (полная загрузка, смесь лигнитов и нефтяной кокс в качестве первичного и вторичного топлива) с попутным сжиганием (а) использованных покрышек и (б) промышленных отходов, включая отработанные масла (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

Обжиговые печи обычно оснащены устройством для снижения эмиссий твердых частиц и улавливания этих частиц, которые можно использовать в качестве готового цемента. Система контроля загрязнения может представлять собой простой пылесборник (циклон), электростатические осадители или тканевые фильтры. На некоторых предприятиях может применяться другое оборудование для борьбы с загрязнением, например, газовые скрубберы. Были разработаны нижеследующие классы факторов эмиссии (Таблица 41)

Таблица 41: Факторы эмиссии для производства цемента

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т цемента				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Обжиговые печи, работающие по мокрому процессу, электрофильтры, температура >300°C	5,0	НО	НО	НО	1,0

2. Обжиговые печи, работающие по мокрому процессу, электрофильтры, тканевые фильтры, температура 200-300°C	0,6	НО	НП	НО	0,1
3. Обжиговые печи, работающие по мокрому процессу, электрофильтры, тканевые фильтры температура <200°C  Обжиговые печи, работающие по сухому процессу, с контролем загрязнения воздуха (все типы)	0,05	НО	НП	НО	0,003

#### 6.4.1.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух ПХДД/ПХДФ, соотнесенные с единицей продукции, будут зависеть от концентрации ПХДД/ПХДФ в дымовом газе и от количества газа, образующегося на единицу продукции. Большой объем дымовых газов на единицу продукта образуется в печах, работающих по мокрому процессу, чем в печах, где применяется сухой процесс (4000 м<sup>3</sup> на тонну против 2500 м<sup>3</sup> на тонну, НМР, 1995).

Измерения, проведенные в Германии на 16 цементных клинкерных печах (печи нагревания суспензии и обжиговые печи системы Леполя) за последние десять лет, показали средние концентрации около 0,02 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (Schneider, 1996).

Очень низкие концентрации ПХДД/ПХДФ были обнаружены при проведении отбора проб в Таиланде на цементном заводе, работающем при сухом процессе. При нормальном режиме работы предприятия (лигнит/нефтяной кокс и полная загрузка) эмиссии в трубе составляли менее 0,02 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> до минимальных значений в 0,0001 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup>; средние величины равнялись 0,0105 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> и 0,0008 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> при нормальных условиях работы и 0,003 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> и 0,0002 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> для испытаний, проведенных с замещающим вторичным топливом, соответственно. В результате, факторы эмиссии составили в среднем 0,02 и 0,001 мкг ТЭ/т клинкера при нормальном режиме и 0,005 и 0,003 мкг ТЭ/т клинкера при попутном сжигании альтернативного топлива/отходов. Таким образом, все результаты исследования были значительно ниже ориентировочной величины в 0,1 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup>. Результаты показали, что добавление покрывок и/или жидких опасных отходов не повлияло на результирующие эмиссии, с учетом того, что применяемый сухой процесс на цементной обжиговой печи велся в соответствии с современными технологиями, а организация производства на предприятии была очень хорошей (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

Похоже, что на концентрации ПХДД/ПХДФ в дымовых газах влияет температура пылеулавливающего устройства. Низкие температуры (менее 200°C), возможно, показывают, что концентрации будут ниже 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup>, а температуры свыше 300°C увеличивают вероятность обнаружения повышенных эмиссий; типичными значениями будут 0,3 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup> и выше. В некоторых случаях могут быть обнаружены гораздо более высокие эмиссии. Возможно, это связано с повышенными температурами пылесборника, высоким содержанием органического вещества в сырье, а также с использованием некоторых видов отходов при несоответствующих условиях.

Средний фактор эмиссии, равный 5 мкг ТЭ/т продукта (клинкера), применяют для печей с температурой пылесборников свыше 300°C. Средний фактор эмиссии 0,6 мкг

ТЭ/т продукта применим там, где температура пылесборника находится между 200 и 300°C. А фактор эмиссии 0,05 мкг ТЭ/т продукта используется в случаях, когда температура пылесборника поддерживается ниже 200°C.

Цементные печи, в сырье которых содержатся необычно высокие концентрации органического вещества, и пылесборники которых имеют высокие температуры, должны быть выявлены для дальнейшего рассмотрения. Использование отходов следует регистрировать, отмечая вид отходов, средства доставки их в печь и какой-либо контроль за операцией (например, недопущение загрузки при нарушениях режима горения и др.)

#### *6.4.1.2 Поступление в воду*

Поступления в воду не ожидается. Однако, если стоки выявлены, это следует отметить, а причину процесса описать.

#### *6.4.1.3 Поступление в почву*

Некоторые остатки могут складироваться на земле, в некоторых случаях отмечались случаи применения пыли цементных печей для повышения щелочности и добавления в известь. Всякое использование пыли цементных печей подобным образом следует отмечать.

#### *6.4.1.4 Поступление в продукты*

Поступление в готовый цемент ожидается незначительным, поскольку продукт подвергается воздействию очень высоких температур.

#### *6.4.1.5 Поступление в остатки*

Следует заметить, что пыль, собираемая системой контроля загрязнения воздуха, как правило, электростатическими осадителями или циклонами, состоит, в основном, из сырья, подающегося в обжиговую печь (в конце вторичной топки). Остаток пыли состоит из эмиссий этой обжиговой печи, прошедших через горячую зону. Обычно, пыль из электростатических осадителей/циклонов повторно возвращается в печь.

Основным остатком, подлежащим удалению, является пыль цементных печей (ПЦП), улавливаемая системами контроля загрязнения. Сообщалось о диапазоне концентраций ПХДД/ПХДФ в ПЦП, а интенсивность их наработки будет варьировать в зависимости от специфичных для каждого предприятия факторов и степени повторного применения ПЦП в рассматриваемом процессе.

Для первичной оценки поступления ПХДД/ПХДФ в ПЦП взята средняя производительность - 0,4 миллиона тонн ПЦП на 13,5 миллионов тонн производства клинкера/цемента (Дуке и др., 1997), т.е. приблизительно 30 кг ПЦП на тонну клинкера (0,3% от производства клинкера).

Ожидается, что концентрации ПХДД/ПХДФ в ПЦП будут варьировать. Для проведения точной оценки уровней ПХДД/ПХДФ для всех обжиговых печей данных недостаточно. По сообщениям, диапазон концентраций очень широк – 0,001-30 нг ТЭ/кг (Дуке и др., 1997) для печей в Великобритании, 1 - 40 нг ТЭ/кг для исследований, проведенных в Германии (SCEP, 1994). Тесты в США показали, что, в среднем, печи, сжигающие опасные отходы, дают более высокие уровни (35 нг ТЭ/кг), чем печи, их не сжигающие (0,03 нг ТЭ/кг) (ЕРА, 1998). На эти результаты сильно повлияли очень высокие уровни, обнаруженные в одном образце: сообщалось о диапазоне 0,045-195 нг ТЭ/кг.

Для проведения первичной оценки поступления в ПЩП, предложено применять три класса факторов эмиссии, которые представлены в Таблице 41. Эти величины являются приблизительными.

#### 6.4.2 Производство извести

Известь используется во множестве продуктов. Быстрая известь (или негашеная известь) представляет собой оксид кальция ( $\text{CaO}$ ), произведенный декарбонизацией известняка ( $\text{CaCO}_3$ ). Гашеная известь является водосодержащей быстрой известью и состоит, преимущественно, из гидроксида кальция ( $\text{Ca(OH)}_2$ )<sup>1</sup>. Основными потребителями извести являются сталелитейная промышленность, строительство, целлюлозная и сахарная промышленности.

Процесс производства извести состоит из обжига кальция или карбоната магния при температурах от 900 до 1500°C. Для некоторых процессов требуются значительно более высокие температуры. После обжиговой печи продукт (оксид кальция,  $\text{CaO}$ ), как правило, разбивают, перемалывают и/или просеивают, а затем транспортируют в бункер. Обожженная известь поступает конечному потребителю либо в виде негашеной извести, либо в виде гашеной, или гидратированной извести, которую получают при реакции негашеной извести с водой на заводе, производящем гидрирование.

При обжиге извести используют различные виды топлива – твердое, жидкое или газообразное. Топливо дает энергию, требующуюся для кальцинирования извести, а также вступает в реакцию с соединениями, участвующими в процессе. В большинстве печей может применяться несколько видов топлива. Процесс обжига извести идет в две стадии (BREF, 2000d):

1. создание необходимых температурных условий свыше 800°C для нагревания известняка и начала процесса декарбонизации;
2. удерживание негашеной извести при достаточно высоких температурах (около 1200-1300°C) для регулирования реакционной способности.

Большинство обжиговых печей имеют шахтную или ротационную конструкцию. Для большей их части характерен противоток твердого материала и газов. Можно также встретить обжиговые печи с псевдоожиженным слоем и вращающимся подом. Обычная производительность печей варьирует от 50 до 500 тонн в день (BREF, 2000d).

Сырье или топливо, содержащие хлориды, при сжигании в обжиговой печи для производства извести могут вызвать образование ПХДД/ПХДФ. По европейским данным, полученным для семи печей, четыре из которых были ротационными обжиговыми печами, а три шахтными, концентрации ПХДД/ПХДФ составляли менее 0,1 нг ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Все измерения, проведенные на двух кольцевых шахтных печах в Германии, дали величины менее 0,05 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Однако по немногим имеющимся данным нельзя сделать заключение о том, что в Европе или где-либо еще не существует предприятий, которые могут оказывать влияние на местную окружающую среду (LUA, 1997).

Высокие концентрации ПХДД/ПХДФ были зафиксированы в Швеции для трех обжиговых печей, двух ротационных печей и одной шахтной печи. Измерения, проведенные в период 1989-1993 годов, показали концентрации между 4,1 и 42 нг Н-ТЭ/Нм<sup>3</sup>. Все измеренные высокие уровни диоксинов были вызваны либо составом сырья и/или топлива, либо условиями горения ниже оптимальных, что подчеркивает

<sup>1</sup> Очень часто термин "известь" неправильно применяют для продуктов из известняка.

важность контроля загружаемого в печь материала и поддержания стабильной работы печи (BREF, 2000d).

Были выделены следующие классы с соответствующими факторами эмиссии (Таблица 42):

Таблица 42: Факторы эмиссии для производства извести

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т произведенной извести				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Циклон/отсутствие контроля пыли	10	НП	НО	НО	НО
2. Производство извести с использованием систем пылеулавливания	0,07	НП	НО	НО	НО

Факторы для класса 1 следует применять для предприятий с худшими условиями горения и простой системой очистки газов (или с ее отсутствием). Фактор для класса 2 следует применять к предприятиям с высоким энергетическим КПД, оснащенным тканевыми фильтрами для очистки газов.

#### 6.4.2.1 Поступление в воздух

Были проведены измерения эмиссий для ряда обжиговых печей в Германии (SCEP, 1994). В случае хорошо контролируемых печей для обжига извести, оснащенных оборудованием для снижения количества пыли (обычно электростатический осадитель или тканевый фильтр), должен быть применен фактор эмиссии 0,07 мкг ТЭ/т произведенной извести.

Однако для отдельных предприятий в Европе (3 обжиговых печи, 2 ротационных печи и 1 шахтная печь в Швеции за период 1989-1993 гг.) были измерены концентрации между 4,1 и 42 нг Н-ТЭ/м<sup>3</sup>. Все измеренные высокие эмиссии ПХДД/ПХДФ объяснялись либо содержанием их в сырье и/или в топливе, либо условиями горения ниже оптимальных, что подчеркивает значимость контроля материалов, поступающих в печь, и поддержания стабильной ее работы (BREF, 2000d). Для ограниченного количества тестов сообщалось о значительно более высоких эмиссиях (LUA, 1997). Фактор эмиссии 10 мкг ТЭ/т произведенной извести должен применяться в тех случаях, когда контроль печей ограничен, а пылеподавление отсутствует или проводится базовыми устройствами (циклон).

#### 6.4.2.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается. Всякий выявленный сброс следует регистрировать, а также определять его источник в рамках процесса.

#### 6.4.2.3 Поступление в почву

Произведенная известь или остатки, собираемые из систем пылеулавливания, могут быть использованы для внесения в почву. Информации об уровнях ПХДД/ПХДФ в остатках, которая позволила бы оценить поступление в почву, не имеется.

#### 6.4.2.4 Поступление в продукты

Информации о содержании ПХДД/ПХДФ в продуктах (известно) не имеется. Ожидаются низкие уровни из-за высоких температур переработки.

#### 6.4.2.5 Поступление в остатки

Остатки в виде пыли могут образоваться в результате работы системы очистки газов; они могут быть повторно использованы или иметь потребительскую ценность. Информации о ПХДД/ПХДФ в такой пыли не имеется.

### 6.4.3 Производство кирпича

Кирпич производится преимущественно из глины с добавлением ряда материалов для обеспечения пористости и других необходимых свойств. В промышленном производстве обычно используют обжиговые печи туннельного типа с рабочими температурами около 1000°C. В качестве топлива для этих систем могут применяться нефть или газ, а внимание уделяется очистке газов, в ряде случаев с удалением фтористых соединений.

Основной процесс производства кирпича ведется с применением разнообразных обжиговых печей и видов топлива. В некоторых случаях внимание процессу очистки газов не уделяется.

Были отобраны следующие факторы эмиссии (Таблица 43):

Таблица 43: Факторы эмиссии для производства кирпича

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т произведенного кирпича				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Циклон/отсутствие контроля пыли	0,2	НП	НП	НО	НО
2. Производство кирпича с использованием систем пылеулавливания	0,02	НП	НП	НО	НО

Факторы для класса 1 следует применять в отношении небольших, не очень хорошо контролируемых обжиговых печей, не ведущих очистку газов. Факторы для класса 2 следует применять для производства на современных предприятиях с высоким стандартом регулирования процесса горения и высоким энергетическим КПД.

#### 6.4.3.1 Поступление в воздух

Эмиссии, поступающие от печей для обжига кирпича, могут значительно варьировать в зависимости от типа печи или процесса, природы сырья и применяющейся технологии очистки газов. По выбросам ПХДД/ПХДФ при производстве кирпича данных мало.

Исследования, проведенные в Германии, показали факторы эмиссии, варьировавшие от 0,002 до 0,23 мкг ТЭ/т продукта. Все исследования проводились на относительно хорошо контролируемых предприятиях.

Фактор эмиссии 0,02 мкг ТЭ/т продукта следует применять к хорошо контролируемому процессу производства кирпича, с постоянно высокими температурами и

осуществлением контроля используемого топлива. При слабом контроле и плохом качестве сжигаемого топлива могут происходить более серьезные выбросы.

#### 6.4.3.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается. Всякий сброс должен отмечаться, а его источник регистрироваться.

#### 6.4.3.3 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### 6.4.3.4 Поступление в продукты

Данных об уровнях ПХДД/ПХДФ в кирпиче не имеется. Ожидаются низкие уровни, поскольку кирпич подвергается воздействию высоких температур.

#### 6.4.3.5 Поступление в остатки

ПХДД/ПХДФ могут присутствовать в остатках, образующихся в процессе. Для оценки поступления из этого источника информации не имеется.

### 6.4.4 Производство стекла

Печи, используемые в производстве стекла, могут работать непрерывно или периодически. Типичным топливом являются нефть и газ. Сырьем служат, в основном, песок, известняк, доломит и сода. Кроме того, для обеспечения желаемых свойств, таких как цвет, прозрачность и для очистки стекла, может быть использован широкий набор дополнительных материалов. Могут добавляться хлорированные и фторированные соединения (SCEP, 1994).

В некоторых современных стекловаренных печах очистка газов производится сорбентами и электростатическими осадителями или тканевыми фильтрами.

Имеются данные очень немногих исследований, преимущественно из Германии, где контроль загрязнения, как правило, очень хороший. Возможно там, где стандарты контроля загрязнения менее высоки, эмиссии будут выше. Росту эмиссий также могут способствовать недостаточный контроль применяемого топлива, проведение очистки рециркулируемого стекла или применяемый контроль загрязнения.

Были отобраны следующие классы факторов эмиссии:

Таблица 44: Факторы эмиссии для производства стекла

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т продукта				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Циклон/отсутствие контроля пыли	0,2	НП	НО	НО	НО
2. Производство стекла с использованием систем пылеулавливания	0,015	НП	НО	НО	НО

#### 6.4.4.1 Поступление в воздух

Исследования, проведенные в Германии на трех стекловаренных печах, показали низкие концентрации ПХДД/ПХДФ (SCEP, 1994). Изученные предприятия

использовали сухую сорбцию, мокрые скрубберы или электростатические осадители. Факторы эмиссии для двух предприятий составили 0,005 и 0,022 мкг ТЭ/т продукта, на третьем предприятии концентрации были примерно в восемь раз выше, но фактор эмиссии не мог быть рассчитан.

Фактор эмиссии 0,015 мкг ТЭ/т продукта следует применять к предприятиям, оснащенным системами контроля загрязнения и проводящим тщательный контроль условий сжигания и материалов, поступающих в печь.

Фактор эмиссии 0,2 мкг ТЭ/т продукта следует применять при отсутствии очистки газов и менее строгом контроле на предприятии.

#### *6.4.4.2 Поступление в воду*

Поступление в воду может происходить при применении мокрых скрубберов. Информации, позволяющей рассчитать для этого случая фактор эмиссии, недостаточно. Наличие стоков и их источник следует указывать.

#### *6.4.4.3 Поступление в почву*

Поступления в почву не ожидается.

#### *6.4.4.4 Поступление в продукты*

Поступление ПХДД/ПХДФ в стекло ожидается очень небольшим, так как велики температуры его переработки.

#### *6.4.4.5 Поступление в остатки*

ПХДД/ПХДФ могут присутствовать в остатках, образующихся в системах очистки газов, используемых в производстве стекла. Для расчета фактора эмиссии информации не имелось.

### 6.4.5 Производство керамики

Для рассмотрения производства керамики как источника ПХДД/ПХДФ данных недостаточно. Возможно, вследствие того что процесс термический, ПХДД/ПХДФ будут поступать в воздух. Предлагается проводить оценку на основании вышеупомянутых факторов эмиссии, рассчитанных для производства кирпича.

### 6.4.6 Приготовление асфальтовых смесей

Асфальт используется в дорожном строительстве и, в целом, состоит из измельченной горной породы, песка, наполнителей, связанных вместе битумом. Наполнители могут включать зольную пыль, образовавшуюся на предприятиях по сжиганию или на электростанциях.

На первой стадии процесса, как правило, применяется воздушная сушилка для минерального сырья. Горячее минеральное сырье затем перемешивают и для получения асфальта смешивают с битумом.

Заводы по производству асфальта в промышленно развитых странах обычно имеют систему очистки газов, включающую тканевые фильтры или мокрые пылеуловители.

Были выделены следующие классы факторов эмиссии (Таблица 45):

Таблица 45: Факторы эмиссии для приготовления асфальтовых смесей

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т асфальта				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Предприятие по производству асфальта без очистки газов	0,07	НП	НО	НО	НО
2. Предприятие по производству асфальта с тканевым фильтром или мокрым скруббером	0,007	НП	НО	НО	0,06

Факторы класса 1 следует применять к установкам без систем очистки газов, факторы для класса 2 – к современным предприятиям по производству асфальта, оснащенным тканевым фильтром или мокрым скруббером для очистки газов.

#### 6.4.6.1 Поступление в воздух

Исследования были проведены в Германии на установках по производству асфальта (SCEP, 1994) и в Нидерландах (Vremmer и др., 1994). Все исследованные предприятия были оснащены тканевыми фильтрами, а на некоторых в качестве предварительного сепаратора для пыли применялись циклоны. Для предприятий с таким типом очистки газов следует применять фактор эмиссии 0,007 мкг ТЭ/т продукта.

Для предприятий без тканевых фильтров применяется фактор эмиссии 0,07 мкг ТЭ/т продукта (предполагается, что фильтры задержат приблизительно 90% ПХДД/ПХДФ).

Эмиссии могут значительно возрасти при использовании загрязненных материалов в качестве компонентов асфальта. Например, применение летучей зольной пыли, полученной на старой установке по сжиганию, может вызвать увеличение выбросов. Любой случай использования подобных материалов следует указывать.

#### 6.4.6.2 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается. Если сбрасываются стоки, их источник в процессе следует указывать.

#### 6.4.6.3 Поступление в почву

Предполагается, что асфальт кладут на землю, но данных об уровнях ПХДД/ПХДФ в почве не имеется.

#### 6.4.6.4 Поступление в продукты

В асфальте могут присутствовать ПХДД/ПХДФ, хотя их уровни неизвестны. Ожидается, что он будет использован для укладки на землю в дорожном строительстве.

#### 6.4.6.5 Поступление в остатки

Остатки, полученные в результате очистки газов, вероятно, содержат ПХДД/ПХДФ. Количества их неизвестны. Первичная оценка может быть проведена при предположении, что из дымовых газов улавливается 90% ПХДД/ПХДФ, и неочищенный газ содержит такие же количества, что и при неконтролируемых процессах, это дает фактор эмиссии 0,06 мкг ТЭ/т.

## 6.5 Основная категория 5 – Транспорт

Основными видами топлива, используемого на транспорте, являются бензин, дизельное топливо и сжиженный нефтяной газ. В настоящем Руководстве факторы эмиссии приводятся для подкатегорий, как показано в Таблице 46, причем основными принципами их выделения являются тип топлива и тип двигателя внутреннего сгорания. До настоящего времени не сообщалось о случаях поступления ПХДД/ПХДФ от самолетов. В результате выполнения программы биомониторинга во Франкфуртском международном аэропорте при длительном воздействии на капусту на различных участках (т.е. вдоль взлетно-посадочной дорожки и вблизи терминалов) не обнаружено повышения концентраций ПХДД/ПХДФ или изменений, вызванных их присутствием. Следовательно, было сделано предположение, что сжигание керосина в моторах самолетах не является источником ПХДД/ПХДФ, и эта подкатегория источников не будет обозначена в Руководстве (Fiedler и др., 2000; Buckley-Golder и др., 1999).

Таблица 46: Подкатегории Основной категории 5 - Транспорт

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
5	Транспорт	X				
	a	Четырехтактные двигатели	X			
	b	Двухтактные двигатели	X			
	c	Дизельные двигатели	X			(x)
	d	Двигатели на тяжелом топливе (мазуте и др.)	X			(x)

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5 Приложения С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

### Категории источников Приложения С Части III включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(h) Транспортные средства, прежде всего работающие на этилированном бензине	6.5 Специально выделено в 6.5.1; 6.5.2

#### 6.5.1 Четырехтактные двигатели

Большинство бензиновых двигателей внутреннего сгорания, установленных сегодня на автомобилях, легких грузовиках, мотоциклах и других транспортных средствах, являются четырехтактными. В этих двигателях происходит термодинамический цикл сгорания, изобретенный Николаусом Отто, который включает четыре такта, а именно

такт впуска, такт сжатия, такт воспламенения и сгорания и такт выпуска. Эти четыре такта совершаются при двух полных поворотах коленчатого вала. Как и во всех процессах горения, в двигателях внутреннего сгорания, как нежелательный побочный продукт, образуются ПХДД/ПХДФ. Повышенные эмиссии связаны с применением в этилированном бензине хлорированных присадок. Однако при применении неэтилированного бензина и установке каталитического нейтрализатора отработавших газов для удаления окислов азота и несгоревшего углерода, эмиссии ПХДД/ПХДФ незначительны. Единственной средой поступления служит воздух. Все прочие среды не задействованы. Таким образом, в этой категории были выделены следующие установочные факторы эмиссии (Таблица 47):

Таблица 47: Факторы эмиссии для четырехтактных двигателей (например, пассажирских автомобилей)

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного топлива				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Этилированный бензин <sup>1</sup>	2,2	НП	НП	НП	НП
2. Неэтилированный бензин без катализатора <sup>1</sup>	0,1	НП	НП	НП	НП
3. Неэтилированный бензин с катализатором <sup>1</sup>	0	НП	НП	НП	НП

На различных фазах, например, при запуске и прогревании двигателя, возможны различные эмиссии. Здесь рассматривается только стационарный режим.

#### 6.5.1.1 Поступление в воздух

Средний ежегодный пробег автомобилей, их тип и уровень технического состояния различны в различных странах. Использование этилированного бензина в Европе, Японии и Северной Америке резко сокращается в результате принятия законодательных мер, однако, в некоторых других странах он все еще применяется. Отказ от этилированного бензина и применение каталитического нейтрализатора отработавших газов, что требуется в соответствии с Руководящим документом Европейского Союза 94/12/EG или аналогичным законодательством США или Японии, будет означать, что четырехтактные бензиновые двигатели станут незначительным источником эмиссий ПХДД/ПХДФ в воздух.

Представленные факторы эмиссии основаны на исследованиях, проведенных в Германии и Бельгии. В других странах, североамериканских и азиатских, по выбросам транспортных средств данные крайне ограничены.

#### 6.5.2 Двухтактные двигатели

Большинство небольших бензиновых двигателей внутреннего сгорания, используемых на лодках, водных мотоциклах, мопедах, небольших мотоциклах, тук-туках, газонокосилках, цепных пилах и др., являются двухтактными двигателями. В этих двигателях происходит тот же термодинамический цикл сгорания, что и в четырехтактных, однако, он состоит только из двух тактов, а именно совмещенного

<sup>1</sup> Если данные о расходе приведены в литрах, следует иметь в виду, что масса 1 литра бензина составляет 0,74 кг; следовательно, для перевода литров в тонны следует использовать коэффициент 0,00074.

такта впуска и выпуска, и такта сжатия, воспламенения и сгорания. Наиболее существенным отличием от четырехтактных двигателей является то, что все такты происходят только за один полный оборот коленчатого вала. Смазка обычно происходит вследствие добавления к топливу масла. Следовательно, могут высвободиться повышенные количества загрязнителей, а эффективность работы будет пониженной, по сравнению с четырехтактными двигателями. Однако, простота и низкая себестоимость двухтактных двигателей делает их идеальными моторами, особенно для небольших машин. Как и во всех процессах сгорания, работа двухтактных двигателей приводит к образованию ПХДД/ПХДФ как нежелательного побочного продукта. Единственной средой поступления служит воздух. Все прочие среды не задействованы. Таким образом, в этой категории были выделены следующие установочные факторы эмиссии (Таблица 48):

Таблица 48: Факторы эмиссии для двухтактных двигателей (например, небольших мопедов)

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/г сожженного топлива				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Этилированный бензин <sup>1</sup>	3,5	НП	НП	НП	НП
2. Неэтилированный бензин без катализатора <sup>1</sup>	2,5	НП	НП	НП	НП

На различных фазах, например, при запуске и прогревании двигателя, возможны различные эмиссии. Здесь рассматривается только стационарный режим. Поскольку двухтактные двигатели используются, в основном, для небольших моторов, каталитические нейтрализаторы вряд ли где-либо применяются.

### 6.5.2.1 Поступление в воздух

Средний ежегодный пробег машин, их тип и уровень технического состояния различны в различных странах. Во многих случаях техническое обслуживание небольших двигателей не очень хорошее. Это может привести к повышенным выбросам ПХДД/ПХДФ. К сожалению, данных о влиянии срока эксплуатации двигателя и уровня его технического обслуживания на уровень эмиссий ПХДД/ПХДФ не имеется. Все использованные данные были получены из различных европейских исследований.

### 6.5.3 Дизельные двигатели

Дизельные двигатели обычно используются на тяжелых грузовиках, легких грузовиках, пассажирских автобусах, тяжелом оборудовании, применяемом в строительстве, судах, в дизельных генераторах, насосах и сельскохозяйственных машинах, включая тракторы и другую крупную технику. Как правило, в них применяют дизельное топливо (легкое нефтяное топливо) и четырехтактный цикл. Для воспламенения необходима не искра, а сжатие. Воздух нагнетают в цилиндр и сжимают, дизельное топливо вдувается под высоким давлением и воспламеняется. Это приводит к более эффективному использованию топлива и снижению специфических эмиссий. К сожалению, эмиссии частиц в виде сажи также связаны с работой дизельных двигателей вследствие неполного сгорания топлива, особенно при запуске, прогревании двигателя и смене

<sup>1</sup> Если данные о расходе приведены в литрах, следует иметь в виду, что масса 1 литра бензина составляет 0,74 кг; следовательно, для перевода литров бензина в тонны следует использовать коэффициент 0,00074.

нагрузок. Отложения сажи могут привести к поступлению через остатки. Как известно, эмиссии дизельных двигателей в виде твердых частиц содержат высокие концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Однако данных о концентрациях ПХДД/ПХДФ в саже дизельных двигателей нет. Для дизельных двигателей выделен лишь один класс факторов эмиссии.

Таблица 49: Факторы эмиссии для дизельных двигателей (например, грузовиков)

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного топлива				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Дизельные двигатели <sup>1</sup>	0,1	НП	НП	НП	НО

На различных фазах, например, при запуске и прогревании двигателя, возможны различные эмиссии. Здесь рассматривается только стационарный режим.

### 6.5.3.1 Поступление в воздух

Имеется мало данных для оценки эмиссий ПХДД/ПХДФ от транспортных средств, работающих на дизельном топливе. До настоящего времени проведены измерения только для пассажирских автомобилей и грузовиков; данных по внедорожному использованию дизельного топлива не имеется (т.е. строительные машины, сельскохозяйственный транспорт и стационарное оборудование). Из США поступили результаты двух исследований выхлопов из труб. Калифорнийской Совет по атмосферным ресурсам сообщил об относительно высоком факторе эмиссии 676 пг М-ТЭ/км, что соответствует 3,2 мкг М-ТЭ/т дизельного топлива<sup>2</sup> (CARB, 1987). В то же время в одном исследовании тяжелого грузовика (Gullett и Ryan, 1997) представлен диапазон факторов эмиссии от 3,0 до 96,8 пг М-ТЭ/км (средняя 29,0 пг М-ТЭ/км), что соответствует величинам от 0,014 до 0,453 мкг М-ТЭ/т дизельного топлива со средним значением 0,14 мкг М-ТЭ/т дизельного топлива.<sup>3</sup>

Marklund и др. (1990) не смог количественно оценить какие-либо эмиссии ПХДД/ПХДФ с пределом обнаружения 100 пг М-ТЭ/л, когда проводил исследования грузовика. Schwind и др. (1991) и Hutzinger и др. (1992) сообщали о факторах эмиссии между 32 и 81 пг М-ТЭ/л (или 6-15 пг М-ТЭ/км, предполагая расход топлива в 5,5 км/л) для двигателя грузовика, работавшего при моделировании различных условий загрузки. Hagenmaier (1994) сообщал об отсутствии эмиссий от автобуса при пределе обнаружения в 1 пг/л потребляемого топлива для отдельных родственных ПХДД/ПХДФ. Для автомобилей, работающих на дизельном топливе, Hagenmaier и др. (1990) сообщили о факторе эмиссии 24 пг М-ТЭ/л для одного исследованного автомобиля.

Исходя из вышесказанного, будет применяться фактор эмиссии для транспортных средств, работающих на дизельном топливе, в 0,1 мкг ТЭ/т дизельного топлива. Если применяются фильтры для улавливания сажи, эмиссии при использовании дизельного топлива незначительны.

<sup>1</sup> Если данные о расходе приведены в литрах, следует иметь в виду, что масса 1 литра дизельного топлива составляет 0,85 кг; следовательно, для перевода литров дизельного топлива в тонны следует использовать коэффициент 0,00085

<sup>2</sup> при предположении расхода 1 литра дизельного топлива на 5,5 км пройденного пути

<sup>3</sup> при предположении расхода 1 литра дизельного топлива на 5,5 км пройденного пути

В результате обеспокоенности, вызванной в США проблемой тяжелых дизельных грузовиков, Агентство по охране окружающей среды США скоро потребует оснащения всего тяжелого транспорта фильтрами для улавливания частиц, существенно снижающими эмиссии, что приведет к эмиссиям, сравнимым с установкой каталитических нейтрализаторов отработавших газов на автомобилях с бензиновыми двигателями.

### 6.5.3.2 Поступление в остатки

Частицы, выбрасываемые дизельными двигателями, вероятно, содержат ПХДД/ПХДФ. Их количества неизвестны, следовательно, для определения фактических концентраций ПХДД/ПХДФ требуются дополнительные исследования.

### 6.5.4 Двигатели, работающие на тяжелом нефтяном топливе (мазуте)

Тяжелое нефтяное топливо (мазут) используют в двигателях на судах, танках, стационарных электрогенераторах и в прочих квази-стационарных моторах. Информация о факторах эмиссии крайне ограничена, и в настоящее время не представляется возможным провести разграничения по составу топлива в отношении, например, содержания хлора, типа присутствующих металлических катализаторов и др. Основываясь на крайне ограниченных данных, был рассчитан установочный фактор эмиссии только для воздушной среды.

Часто в двигателях (стационарных или установленных на судах) сжигают отработанные масла; они будут включаться в эту категорию.

Таблица 50: Факторы эмиссии для двигателей, работающих на тяжелом нефтяном топливе - мазуте и отработанных маслах (например, судовые двигатели)

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного топлива				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Все типы	4	НП	НП	НП	НО

На различных фазах, например, при запуске и прогревании двигателя, возможны различные эмиссии. Здесь рассматривается только стационарный режим.

#### 6.5.4.1 Поступление в воздух

Работа двигателей, работающих на тяжелом нефтяном топливе (мазуте), приводит к эмиссиям ПХДД/ПХДФ в воздух. К сожалению, имеются крайне ограниченные данные отдельных измерений, проведенных в Европе и в Северной Америке. Обычно сообщается о величинах от 3 до 6 мкг ТЭ/т топлива, данные исследований поступили из Канады, Нидерландов, Швеции и США.

Данные измерений, полученные при сжигании рециркулированного отработанного масла, поступили из Австрии, когда эмиссии небольшой установки по сжиганию дали концентрацию 0,02 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (при 11% O<sub>2</sub>), что эквивалентно фактору эмиссии 0,37 мкг ТЭ/т сожженных отходов (LUA, 1997). Голландские данные от двух небольших сжигающих установок и парама определили минимум 0,1 нг ТЭ/м<sup>3</sup> и максимум 0,3 нг ТЭ/м<sup>3</sup>, что эквивалентно фактору эмиссии 2 мкг ТЭ/т и 6,5 мкг ТЭ/т соответственно. Среднее по этим измерениям равнялось 0,2 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (=4,25 мкг ТЭ/т), а медианное значение 0,17 нг ТЭ/м<sup>3</sup> (=2,9 мкг ТЭ/т) (LUA, 1997). Основываясь на этих данных, в Руководстве предлагается фактор эмиссии - 4 мкг ТЭ/т сожженного топлива.

#### *6.5.4.2 Поступление в остатки*

Остатки, поступающие от работы двигателей на тяжелом нефтяном топливе (мазуте), особенно сажа, вероятно, содержат ПХДД/ПХДФ. К сожалению, эти количества неизвестны, и для определения точных концентраций требуется проведение дальнейших исследований.

## 6.6 Основная категория 6 – Неконтролируемые процессы сжигания

Неконтролируемые процессы горения, рассматриваемые в этом разделе, это сжигание остатков после сбора урожая, деревьев и кустарников на открытом воздухе, когда не применяется ни печь, ни топка, ни котел. В эту категорию также включают нерегулируемое удаление отходов сжиганием в бочках или на земле, а также пожары на свалках или случайные пожары в строениях, на транспорте и др. В целом, ни один из этих процессов сжигания не является контролируемым, что приводит к плохим условиям горения вследствие неоднородности и плохого перемешивания горючих материалов, наличия хлорированных соединений, влажности или каталитически активных металлов. В настоящем Руководстве различают две главные подкатегории (Таблица 51).

Таблица 51: Подкатегории Основной категории 6 – Неконтролируемые процессы сжигания

№	Подкатегории основной категории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
6	Неконтролируемые процессы сжигания	X				X
a	Сжигание биомассы (незагрязненной)	X	(x)	X		(x)
b	Сжигание отходов и случайные пожары	X	(x)	X		(X)

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части III включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(a) Открытое сжигание отходов, включая сжигание мусорных свалок	6.6.2

### 6.6.1 Сжигание биомассы

В этой категории рассматривается сжигание биомассы, происходящее на открытом огне (т.е. исключая контролируемое сжигание с помощью специальных приспособлений, таких как топки, печи и котлоагрегаты). К этой категории относятся лесные пожары (преднамеренные и случайные), а также сжигание травы на лугах или остатков сельскохозяйственных культур (например, соломы) в поле. Поджигание поля после сбора урожая является обычной практикой для удаления остатков, борьбы с сорняками и удобрения поля для последующего сева.

Наряду с факторами эмиссии были выделены нижеследующие классы (Таблица 52).

Таблица 52: Факторы эмиссии для сжигания биомассы

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного материала				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Лесные пожары	5	НО	4	НП	НП
2. Лугопастбищные пожары и пожары на пустошах	5	НО	4	НП	НП
3. Сжигание сельскохозяйственных остатков (в поле), без предшествующего воздействия загрязнителей	0,5	НО	10	НП	НП
4. Сжигание сельскохозяйственных остатков (в поле), с предшествующим воздействием загрязнителей, плохие условия горения	30	НО	10	НП	НП

Факторы эмиссии приведены на тонну сожженного материала. Для этой подкатегории фактор эмиссии приведен для "почвы", поскольку в отсутствие ограниченного пространства зола распределяется в почве, и, как правило, не направляется для последующего удаления. В этой категории источников, возможно, наиболее сложно провести оценку сожженного материала для любого из выделенных классов.

Соответствующая литература по сельскому хозяйству, лесоводству и землеустройству может дать представление о количестве материала, которое будет сожжено на территории, охваченной пожаром. В Великобритании были получены следующие значения:

- Вересковая пустошь – биомасса, сожженная при пожаре – 8 тонн на гектар
- Лес в Великобритании – биомасса, сожженная при пожаре – 23 тонны на гектар

Для сравнения, по данным из Новой Зеландии (NZ, 2000) при лесном пожаре потери составили 10 т/га, при пожаре в зарослях кустарника – 20 т/га и при пожаре на лугах и пастбищах – 2,5 т/га. Агентство по охране окружающей среды США предлагает численное значение для лесного пожара – 23 т/га (EPA, 1998). Из опыта Юго-Восточной Азии можно предположить, что остатки после сбора урожая риса составляют 25% (по сырому весу). Другими словами, на одну тонну произведенного (шлифованного) риса производится 250 кг рисовой соломы.

Эти примеры являются единственными, характер растительности лесов и пустошей будет значительно варьировать в зависимости от их географического расположения. Филиппины приводят величину потерь от обычных лесных пожаров - 43 т/га. Степень, до которой выгорает растительность, будет зависеть от климатических условий.

Признано, что растительность варьирует по регионам в зависимости от видового состава, географических и климатических факторов. В результате, в учетом этих различий в местных условиях, пути распространения лесного пожара (или любого аналогичного горения биомассы) может различаться от страны к стране. Поскольку на настоящий момент нет данных измерений, например, для типичных пожаров в

тропических регионах, и их влияния на растительность, в Руководстве нельзя провести разграничения для различных видов деревьев или видов сельскохозяйственных культур. Требуется проведение исследований горения подобных видов биомассы и наработка дальнейших данных.

Наилучшим источником информации о местах пожаров в стране могут оказаться департаменты, занимающиеся борьбой с пожарами. Департаменты и исследовательские институты по вопросам сельского хозяйства и лесов могут стать лучшими источниками для оценки биомассы, произрастающей в конкретном районе.

#### *6.6.1.1 Поступление в воздух*

Данных непосредственных измерений ПХДД/ПХДФ, поступающих в результате лесных пожаров, не имеется. Для сжигания древесины на открытом огне имеются лишь ограниченные данные (большинство исследований касается закрытых дровяных печей). В лесных пожарах уничтожаются разнообразные материалы, включая ветви, листья, живая и мертвая древесина, в то время как в большинстве тестов на сжигание будут использоваться специально спиленные и высушенные бревна – очевидно, что условия различны.

В исследованиях, проведенных в Нидерландах, факторы эмиссии составили 13-28,5 мкг ТЭ/т (Bremmer и др., 1994), которые были выше факторов, полученных авторами при анализе немецкой литературы (0,7-1,2 мкг ТЭ/т). В швейцарской работе сообщалось о факторе эмиссии 0,77 мкг ТЭ/т для дровяной печи с открытой дверью, что имитировало горение на открытом огне (Schatowitz и др., 1994).

Mahnke и Krauss (1996) представили результаты тестов дымовых шлейфов, образованных при открытом горении листьев сахарного тростника в Бразилии. Они обнаружили, что уровни ПХДД/ПХДФ были повышены по сравнению с городскими территориями – факторов эмиссии не имеется.

Для проведения первичной оценки лесных пожаров предлагается фактор эмиссии 5 мкг ТЭ/т, что основывается на исследованиях открытого сжигания листвы в Японии (Ikeguchi и др., 1999).

На полях могут сжигаться различные сельскохозяйственные остатки и отходы. Материалы, сжигаемые в целях получения энергии (например, тепла), в данном разделе не рассматриваются (см. Раздел 6.3). В данном разделе оцениваются эмиссии при открытом сжигании, обычно, на полях. Gullett и др. (2002) провели сжигание биомассы в условиях, моделирующих сжигание на открытом воздухе, и определили факторы эмиссии для соломы пшеницы (содержащей приблизительно 0,8% хлора (весенняя солома) и 0,08% (зимняя солома)), рисовой соломы (содержащей 0,33% хлора) и жнивья (0,33% хлора). Факторы эмиссии для соломы пшеницы варьировали от 0,337 и 0,602 мкг ТЭ/т сожженной соломы, а фактор эмиссии для рисовой соломы составил 0,537 мкг ТЭ/т соломы. Десятикратная разница в содержании хлора не повлияла на факторы эмиссии. Эти измеренные факторы эмиссий были выше тех, которые использовались Агентством по охране окружающей среды США при переоценке диоксинов (US-EPA, 2000). Гораздо более высокие факторы эмиссии были определены в модельных исследованиях в Японии (Ikeguchi и др., 1999), где исследовались эмиссии при сжигании листвы, снопов соломы и рисовой шелухи. Эти факторы эмиссии составили соответственно 4,6; 20,2 и 67,4 мкг ТЭ/т.

Ожидается, что эти эмиссии будут значительно варьировать в зависимости условий сжигания материала, характера культур или остатков (например, состава), влажности или возможного присутствия загрязнителей (наличие соленых вод или обработка

большими количествами пестицидов может, по-видимому, изменить эмиссии). Учитывая вышеизложенное, сжигание биомассы будет подразделяться на два класса, где класс 3 предполагает, что относительно чистые остатки после сбора урожая сжигают при благоприятных условиях. Класс 4 представляет сжигание остатков после сбора урожая в поле при менее благоприятных условиях, например, после применения пестицидов, содержащих предшественники или катализаторы образования ПХДД/ПХДФ, при плохих условиях горения (скорее тление, чем открытый огонь), высокой влажности воздуха или сырой поверхности. Для благоприятных условий для первичной оценки выбросов будет применяться средний фактор эмиссии 0,5 мкг ТЭ/т, а для плохих условий – фактор эмиссии - 30 мкг ТЭ/т. Требуется проведение большего количества исследований для получения лучшего представления об остатках, образующихся после сбора урожая, и обычно сжигаемых в тропических странах, таких как сахарный тростник, рисовая шелуха и др.

#### *6.6.1.2 Поступление в воду*

Прямого поступления в воду не ожидается, но осадки могут смыть остатки, которые частично могут попасть в водные объекты. Поступление в водные объекты может быть весьма существенным.

#### *6.6.1.3 Поступление в почву*

Ожидается, что ПХДД/ПХДФ присутствуют в остатках, оставленных на земле или попавших в почву поля, что является поступлением в почву.

ПХДД/ПХДФ, как ожидается, могут присутствовать в золе пожаров. В некоторых случаях эта зола может использоваться в сельском хозяйстве из-за ценных качеств своего минерального состава. Произведенная на подобных пожарах зола будет различной в зависимости от условий сжигания и характера сжигаемого материала.

Было проведено несколько исследований уровней ПХДД/ПХДФ в почвах после открытых пожаров (по дискуссиям в Агентстве по охране окружающей среды США, 1998), и были выявлены лишь небольшие изменения в концентрациях ПХДД/ПХДФ в почве. Исследования уровней ПХДД/ПХДФ в золе и саже после открытых пожаров показали очень широкие диапазоны концентраций. Зольность древесины обычно ниже зольности отходов или угля. Предложен первичный фактор эмиссии 4 мкг ТЭ/т сожженного материала, при среднем выходе золы 2% от сожженной массы и концентрации в золе 200 нг ТЭ/кг.

#### *6.6.1.4 Поступление в продукты*

Образования продукта не ожидается.

#### *6.6.1.5 Поступление в остатки*

Остатки, как предполагается, поступят в почву, поскольку обычно их оставляют на местах.

### 6.6.2 Сжигание отходов и случайные пожары

Этот раздел очень широк и плохо освещен количественно. В настоящем Руководстве сюда включают преднамеренное сжигание материала отходов с целью их удаления при отсутствии печи или аналогичного приспособления – например, сжигание куч бытовых и прочих отходов на открытом огне, горение отходов на свалках – как преднамеренное, так и случайное - пожары в зданиях, автомобилях и подобных транспортных средствах. Для рассмотрения были выбраны следующие категории, приведенные в Таблице 53.

Таблица 53: Факторы эмиссии для сгорания отходов и случайных пожаров

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного материала				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Пожары на свалках	1000	НО	НП	НП	НО
2. Случайные пожары в зданиях, на предприятиях	400	НО	См.остатки	НП	400
3. Неконтролируемое сгорание бытовых отходов	300	НО	См.остатки	НП	600
4. Случайные пожары транспортных средств	94 (на транспортное средство)	НО	См.остатки	НП	18 (на транспортное средство)
5. Открытое сжигание древесины (строительство/разрушение зданий)	60	НО	НО	НП	10

Неконтролируемое сжигание бытовых отходов должно включать все случаи, когда отходы сжигают в отсутствие контроля загрязнения, и поэтому оно включает сжигание на открытом огне в кучах, в бочках или дома. Сжигание отходов на свалках выделяется в отдельную категорию. Для этой практики можно провести оценку количеств ПХДД/ПХДФ, остающихся в твердых остатках, и выразить ее в ПХДД/ПХДФ на единицу сожженных отходов.

Случайные пожары очень различаются, а эмиссии будут в значительной степени зависеть от вида сгораемого материала и характера пожара. Информация по эмиссиям при этих пожарах ограничена, и приводится одна ориентировочная величина для всех случайных пожаров, кроме пожаров на транспортных средствах. ПХДД/ПХДФ будут присутствовать в остатках, которые могут удаляться или оставаться на земле.

Химические пожары могут привести к большим выбросам с участием определенных соединений-предшественников. Для оценки выбросов химических пожаров как отдельной категории информации недостаточно, и выбросы включают в подкатегорию, посвященную случайным пожарам. Следует отметить, что отдельные случаи могут привести к локальному загрязнению и возникновению "горячей точки".

Пожары на транспортных средствах могут вызывать поступление ПХДД/ПХДФ. Имеются ограниченные данные для расчета факторов эмиссии для подобных событий, тем не менее, они представлены. Транспортные средства, на которых произошел пожар, могут быть совершенно разными, и, как ожидается, эмиссии будут также различаться – численные значения представлены здесь только для первичной оценки.

В некоторых странах значительные количества древесины, используемой в строительстве и при разрушении зданий, в целях удаления сжигают. Для этих случаев представлены факторы эмиссии.

#### 6.6.2.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух при сжигании бытовых и сходных с ними отходов в неконтролируемых условиях были измерены в США в исследованиях, когда бытовые

отходы сжигали в бочке (EPA, 1997; Gullet и др., 1999; Lemieux и др., 2003). Эмиссии в воздух, как оказалось, значительно варьировали в зависимости от условий горения (сильно выраженные колебания) и состава отходов от менее 9 мкг ВОЗ-ТЭ/т отходов до более 6655 мкг ВОЗ-ТЭ/т. Повторное проведение исследований показало, что шесть сжиганий контрольного отхода в одних и тех же условиях дали факторы эмиссии от 9 мкг ВОЗ-ТЭ/т до 148 мкг ВОЗ-ТЭ/т (разница в 16 раз между результатами, оба фактора эмиссии были получены дважды). Наибольшие эмиссии были обнаружены при повышенном содержании хлора (содержание ПВХ до 7,5% в отходах) – 3543 и 6655 мкг ВОЗ-ТЭ/т или при высоком содержании меди (медь действует как катализатор) – 2725 мкг ВОЗ-ТЭ/т. С другой стороны, плохие условия горения в результате удвоения загрузки, рост влажности сжигаемых отходов, уплотнение отходов перед сжиганием, а также высокое содержание неорганического хлора (в виде  $\text{CuCl}_2$ ) также привело к высоким эмиссиям ПХДД/ПХДФ – до 992 мкг ВОЗ-ТЭ/т. В одном экспериментальном сжигании при 0% ПВХ концентрации были выше, чем в одном из двух сжиганий с высоким содержанием меди. Средняя величина по 25 экспериментам составила 706 мкг ВОЗ-ТЭ/т, а медиана – 148 мкг ВОЗ-ТЭ/т. Интересно, что доля всего ВОЗ-ТЭ для диоксиноподобных ПХБ составила в среднем только 5%. Здесь, для случая открытого сжигания, где могут гореть различные отходы, включая бытовые опасные отходы и химические вещества, используется величина 300 мкг ТЭ/т.

Сравнительно мало исследований выбросов ПХДД/ПХДФ имеется для пожаров на свалках. С ними связаны высокие уровни ПХДД/ПХДФ, что объясняется плохими условиями горения и смешанным составом отходов. Применяется фактор эмиссии 1000 мкг ТЭ/т (основанный на шведском исследовании, о котором сообщило Агентство по охране окружающей среды США (EPA, 1998)).

Случайные пожары характеризуются огромным разнообразием сжигаемых материалов и условий. По эмиссиям с этих пожаров данные ограничены. Провести измерения эмиссий сложно, и в исследованиях прослеживается тенденция применять лабораторное моделирование или измерять уровни в саже и в остатках, остающихся после пожара. Представленные в настоящем документе факторы эмиссии – ориентировочные величины, а для уточнения оценок выбросов требуется проведение еще большей работы по исследованию пожаров всех типов. В некоторых исследованиях рассматривались эмиссии только при сгорании ПВХ, а представленные факторы эмиссии, основывавшиеся на образовании сажи, находились в диапазоне от 40 до 3500 мкг ТЭ/т (резюме, составленное Carroll, 1996). Эти факторы основаны на результатах лабораторных исследований и исследований проб с реального пожара. В них сделано предположение, что 20% ПВХ не сгорело, и что все эмиссии в воздух осели на сажу. Merck и др. (1995) сжигали древесину и ПВХ в закрытой комнате и измеряли уровни ПХДД/ПХДФ в воздухе/дымовом газе в комнате, а также в пробах, взятых с поверхности стен. Предполагая, что весь воздух в комнате был загрязнен на измеренных уровнях, был получен фактор эмиссии 560 мкг ТЭ/т ПВХ или 51 мкг ТЭ/т смеси дерева/ПВХ. Далее при допущении, что отложенная сажа увеличивает полученную величину, был рассчитан фактор 2200 мкг ТЭ/т ПВХ или 200 мкг ТЭ/т смеси дерева/ПВХ. Ikeguchi и др. (1999) представили факторы эмиссии для сжигания на открытом огне различных отходов (220 мкг ТЭ/т для автомобильных покрышек, 1000 мкг ТЭ/т для покрытия электропровода и 6600 мкг ТЭ/т для сельскохозяйственного пластика (ПВХ)). Исследуя в Дании выбросы ПХДД/ПХДФ при горении химических веществ, Vikelsoe и Johansen (2000) показали огромный разброс факторов эмиссии (при 500°C) от 1 мкг ТЭ/т для дихлорбенила до 740000 мкг ТЭ/т для пентахлорфенола (ПХФ); в этих тестах показатель для ПВХ составил 100 мкг ТЭ/т. При

900°C выбросы были значительно меньшими. После изучения данных для случайных пожаров, были рассчитаны факторы эмиссии для пожаров в жилых зданиях Германии: поступление в воздух – 83 мкг ТЭ/т, поступление в отложенную на месте сажу – 83 мкг ТЭ/т; а для промышленных пожаров: поступление в воздух – 500 мкг ТЭ/т и поступление в отложенную на месте сажу – 500 мкг ТЭ/т (LUA, 1997).

Учитывая широкий спектр горящих при случайных пожарах материалов и широкий разброс возможных факторов эмиссии, можно в качестве первичной оценки применять для случайных пожаров фактор эмиссии 400 мкг ТЭ/т.

Ограниченные исследования были проведены для выбросов ПХДД/ПХДФ при пожарах транспортных средств. Тесты проводились в туннеле со старым автомобилем (1974), новым автомобилем (1988), вагоном метро и железнодорожным вагоном (Wichmann и др., 1995). Эмиссии в воздух оценивались по отложениям ПХДД/ПХДФ внутри туннеля, однако оценок эмиссий ПХДД/ПХДФ, которые могли не отложиться в туннеле, сделано не было. Эмиссии составили 32 мкг ТЭ для старого автомобиля, 44 мкг ТЭ для нового, 2000 мкг ТЭ для вагона метро и 9200 мкг ТЭ для железнодорожного вагона. С целью проведения первичной оценки был разработан составной фактор эмиссии при допущении, что 49,5% пожаров на транспорте составляют пожары с участием старых автомобилей, 49,5% - с участием новых автомобилей и по 0,5% пожаров приходится на вагоны метро и железнодорожные вагоны, что дает фактор в 94 мкг ТЭ на одно происшествие (NB: этот фактор эмиссии на одно происшествие, а не на тонну материала!).

Довольно обычными стали пожары с целью удаления отходов при строительстве и разрушении зданий - как правило, в них сжигают деревянные конструкции, но иногда и другие материалы. Опять же информации, имеющейся по сжигаемым количествам или эмиссиям, мало. На основании исследований, проведенных в Японии, можно сделать первичную оценку соответствующего фактора эмиссии, применяемого в подобных случаях – 60 мкг ТЭ/т (Ikeguchi и др., 1999).

#### *6.6.2.2 Поступление в воду*

Имеется мало информации по поступлению ПХДД/ПХДФ в воду в результате этого типа пожаров. Выбросы при них могут значительно варьировать, но максимальными они будут при использовании воды при тушении пожара или при дожде, попадающем на место пожара и смывающем материал в водные объекты. Поскольку эти процессы будут зависеть от местных обстоятельств, невозможно установить факторы эмиссии. Однако вопрос может стоять очень серьезно.

#### *6.6.2.3 Поступление в почву*

При многих рассматриваемых пожарах будет происходить поступление в почву, поскольку остатки, образовавшиеся при пожаре, будут оставаться на месте на земле.

#### *6.6.2.4 Поступление в продукты*

В процессе продукта не производится, следовательно поступления этим путем происходить не будет.

#### *6.6.2.5 Поступление в остатки*

Остатки, образующиеся в результате всех типов пожаров, рассматриваемых в этом Разделе, вероятно, будут содержать ПХДД/ПХДФ. Их количества будут значительно варьировать в зависимости от условий пожара и характера материалов. Остатки могут оставаться на месте или удаляться.

Ориентировочный фактор эмиссии 600 мкг ТЭ/т сожженного материала используется для сжигания на открытом огне бытовых отходов. Он основан на результатах исследования, проведенного при контрольном сжигании в бочке в США (Lemieux и др., 1997).

Для случайных пожаров данных об уровнях ПХДД/ПХДФ в остатках мало. Проведенные измерения показали широкий диапазон концентраций, но для оценки фактора эмиссии информации часто недостаточно вследствие того, что неизвестно количество образовавшейся золы. В Германии была сделана одна оценка фактора эмиссии в остатках (включая отложенную сажу) - 1000 мкг ТЭ/т для промышленных пожаров и 350 мкг ТЭ/т для пожаров в жилых зданиях (LUA, 1997). В качестве общего приближения и для первичной оценки применяется фактор эмиссии 400 мкг ТЭ/т, одинаковый для поступления в воздух и в остатки в результате усреднения результатов для рассматриваемых пожаров.

По пожарам на транспортных средствах ограниченные исследования, проведенные в Германии (Wichmann и др., 1995), показали количества ПХДД/ПХДФ, остающиеся в остатках. Составной фактор эмиссии, применяющийся для первичной оценки, - 18 мкг ТЭ на происшествие (с использованием тех же допущений, что и выше). Примечание: этот фактор эмиссии в расчете на происшествие, а не на единицу массы.

Для пожаров, связанных со строительством и разрушением деревянных конструкций, факторов эмиссии обнаружено не было. Для предварительной оценки предложен фактор эмиссии 10 мкг ТЭ/т сожженной древесины (на основании работы из Великобритании по сжиганию промышленных лесоматериалов, Дукс и др., 1997). Следует иметь в виду, что пропитанная древесина, смешанные сжигаемые материалы и плохие условия горения могут привести к значительному увеличению количества ПХДД/ПХДФ в остатках.

## 6.7 Основная категория 7 – Производство и применение химических веществ и потребительских товаров

В настоящем Разделе 6.7 описана потенциальная возможность образования ПХДД/ПХДФ в химической промышленности и в отраслях, производящих потребительские товары, а также представлены результаты измерений и информация по свойствам, необходимые для оценки и/или количественной характеристики поступления ПХДД/ПХДФ при разнообразной деятельности в этом секторе. В Разделе 6.7 также дано краткое описание процессов для лучшего понимания происходящего в рассматриваемых отраслях. Оно поможет лучше понять связь между промышленными процессами и последующими выбросами с участием диоксинов и фуранов или без них. Для получения более детальной информации следует обратиться к более специализированной информации и литературе.

Как можно увидеть из Таблицы 54, выделено пять основных подкатегорий. Также можно увидеть, что поступление ПХДД/ПХДФ может происходить различными путями, что приводит к загрязнению воздуха, воды, почвы или продукта. Кроме того, остатки также могут быть загрязнены диоксинами и фуранами. Во всех процессах в рассматриваемом секторе основные эмиссии происходят не в атмосферу, а в другие среды.

Таблица 54: Подкатегории Основной категории 7 - Производство и применение химических веществ и потребительских товаров

7	Подкатегории Основной категории	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
a	Производство целлюлозы и бумаги	x	X		x	X
b	Химическая промышленность (хлорфенолы, галогенированные органические вещества, производство хлора, процесс оксихлорирования)	x	X	(x)	X	X
c	Нефтяная промышленность (нефтепереработка)	x				x
d	Производство текстильных изделий		x		x	
e	Обработка кожи		x		x	

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части II включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
---------------------	----------------------

(с)	Производство целлюлозы с использованием элементарного хлора или образующих элементарный хлор химических веществ для отбеливания	6.7.1
-----	---	-------

**Категории источников Приложения С Части III включают:**

	Категория источника	Раздел в руководстве
(f)	Конкретные процессы производства химических веществ, сопряженные с выбросом непреднамеренно образующихся стойких органических загрязнителей, прежде всего производство хлорфенолов и хлоранила	6.7.2
(j)	Крашение (с использованием хлоранила) и отделка (при помощи экстрагирования щелочью) в текстильной и кожевенной промышленности	6.7.4; 6.7.5

### 6.7.1 Производство целлюлозы и бумаги

В общих чертах, бумага – это лист, состоящий из волокон с добавлением ряда химических веществ, которые изменяют свойства и качественные характеристики этого листа. Помимо волокон и химических веществ, в процессе производства целлюлозы и бумаги требуется огромное количество воды и энергии (в виде пара и электричества).

Целлюлоза для производства бумаги может быть получена химическим или механическим путем из чистого волокна или методом повторной варки целлюлозы из макулатуры. Бумажный завод может использовать целлюлозу, произведенную в каком-либо другом месте (=целлюлозные заводы с неполным циклом), или может сам на месте вести процесс варки целлюлозы (=целлюлозные заводы полного цикла). Заводы по производству крафт-целлюлозы могут быть как неполного цикла, так и полного, а заводы по производству сульфитной целлюлозы, обычно, объединяются с мощностями по производству бумаги. Обычно производство целлюлозы механическим путем и рециркуляционная переработка волокна интегрированы в процесс производства бумаги, но в некоторых случаях они могут быть выделены в отдельное производство.

Производство целлюлозы и бумаги является сложной областью, включающей многие процессы с различными стадиями и различными продуктами. Для целей Руководства и по общепринятым показателям, например, сырью, процессы можно подразделить на несколько классов.

В целлюлозно-бумажной промышленности основным источником действия на окружающую среду является процесс производства целлюлозы. В целом, процесс производства бумаги и картона<sup>1</sup> состоит из трех этапов: производство целлюлозы, переработка целлюлозы и производство бумаги/картона.

Выбросы ПХДД и ПХДФ целлюлозно-бумажными заводами могут происходить следующими путями:

<sup>1</sup> Картон имеет толщину более 0,3 мм.

- Эмиссии в воздух (при сжигании лигнина и черного щелока для выработки энергии);
- Эмиссии в воздух при сгорании древесины или коры для выработки энергии;
- Эмиссии с водой, участвующей в процессе (современные предприятия по производству целлюлозы работают, не производя никаких стоков);
- Эмиссии в осадок, образующийся при производстве целлюлозы, который может быть использован на полях, сожжен или захоронен;
- Эмиссии в продукты (=целлюлозу, бумагу), которые выходят на рынок как товарная ценность.

### Производство целлюлозы

Во время варки целлюлозы, волокна целлюлозы отделяют от лигнина древесины, что называется процессом делигнификации. Наиболее часто используют твердые и мягкие сорта древесины, однако, для производства целлюлозы может применяться и другое сырье, например, скорлупа кокоса, бамбук, папирус, солома и др. Для достижения результата можно использовать либо механическую варку целлюлозы, либо химическую варку целлюлозы.

При **механической варке** древесные волокна отделяют друг от друга с помощью механической энергии, приложенной к основе. Например, бревна прижимают к вращающемуся дробильному камню с одновременным напуском воды или древесную щепу разделяют на волокна, пропуская между дисковыми мельницами. Если для предварительной обработки древесной щепы добавляют химические вещества, то процесс носит название хемотермомеханическая варка целлюлозы. Для выработки бумаги высокого качества целлюлозу необходимо делигнифицировать или отбелить. С этой целью используют два процесса:

#### а) Сульфитный процесс

Этот процесс с применением варочной кислоты основан на использовании водного диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) и основания: кальция<sup>1</sup>, натрия<sup>2</sup>, магния<sup>1</sup> или аммония. Его значение с годами уменьшалось, и в настоящее время лишь 10% мировой целлюлозы производится с применением этого метода. Сульфитный процесс требует высококачественного волокна, а производимые продукты имеют малую прочность на растяжение. Наиболее часто он используется для мягкой древесины.

#### б) Крафтовый, или сульфатный процесс

Этот процесс с применением варочного щелока является преобладающим в мире процессом варки целлюлозы (80% мирового производства целлюлозы). Он применим ко всем видам древесины/волокон и дает целлюлозу с большой прочностью на растяжение. В крафт-процессе используют натрий-содержащий варочный щелок, состоящий из сульфида натрия ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) и гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ) в 10% растворе. Не вступившие в реакцию химические вещества (=черный щелок) регенерируют с образованием белого щелока для использования на первом этапе варки целлюлозы.

<sup>1</sup> Дешевле, но варочные химические вещества не могут быть регенерированы (в Европе устарел).

<sup>2</sup> Преобладает в Европе; возможна регенерация химических веществ.

## Отбеливание

Для удаления цвета, связанного с присутствием остаточного лигнина, целлюлозу отбеливают в три-пять этапов при чередовании кислотных и щелочных условий.

Наиболее часто применяемыми химическими веществами являются хлор, гипохлорит, диоксид хлора, кислород, озон и пероксид. Впоследствии в качестве отбеливателя стала коммерчески доступна перуксусная кислота. С ростом замещения диоксида хлора снижается образование хлорированных ароматических веществ и уменьшается выход ПХДД/ПХДФ. При отбеливании используют четыре основных метода:

1. *Отбеливание элементарным хлором.* При этом для осветления целлюлозы используется хлор ( $\text{Cl}_2$ ) и гипохлорит. При реакции элементарного хлора и гипохлорита с лигнином образуются хлорированные соединения, включая ПХДД/ПХДФ.
2. *Отбеливание без элементарного хлора.* Отбеливание без элементарного хлора проводят в определенной последовательности, как правило, с использованием в качестве главного отбеливающего средства диоксида хлора ( $\text{ClO}_2$ ). Элементарный хлор (газообразный хлор,  $\text{Cl}_2$ , а также гипохлорит) более не используют. Применение этого способа приводит к снижению уровней ПХДД/ПХДФ. В октябре 1998 года на мировом рынке 54% составляла целлюлоза, полученная этим методом отбеливания.
3. *Полностью бесхлорное отбеливание.* Не применяются хлорированные отбеливатели для отбеливания целлюлозы; вместо этого используют кислород ( $\text{O}_2$ ), пероксид ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) или перуксусную кислоту. В стоках хлор практически отсутствует. В октябре 1998 года с применением этого метода производилось 6% целлюлозы, поступавшей на мировой рынок.
4. *Отбеливание древесной массы.* Отбеливание древесной массы в корне отличается от химического отбеливания, поскольку в его основе лежат лигнин-сберегающие, а не лигнин-удаляющие методы. Эффект непостоянен, и со временем бумага желтеет. Лигнин-сбережение осуществляется в 1-2 стадии с применением дитионита натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), пероксида ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) или их сочетания.

## Производство бумаги

**Волокнистая бумага-основа.** Работа всех бумагоделательных и картоноделательных машин основана на одном и том же базовом процессе, в котором 99% водный раствор волокон и химических веществ механически обезвоживают с помощью пресса, а затем прокатывают через ряд валов при температуре немногим более  $100^\circ\text{C}$ . Наконец, бумагу разглаживают с помощью горячих пар валиков (каландров или мягких каландров) и в конце процесса бумагу наматывают в рулон.

**Переработка макулатуры.** Варка целлюлозы из вторичного волокна представляет собой довольно простой процесс, в котором используются химические соединения, применяющиеся при варке целлюлозы, например,  $\text{NaOH}$ . Процессы рециркуляции волокна – это либо процессы с исключительно механической очисткой, например, без обесцвечивания, либо процессы с механической очисткой и обесцвечиванием. Макулатуру растворяют в горячей воде в разбивателе целлюлозы, отделяют от неволокнистых примесей и последовательно очищают до получения целлюлозы. Для некоторых целей, например, для получения чертежной бумаги, целлюлозу обесцвечивают для придания ей белизны и чистоты.

### Системы регенерации химических веществ

Крафт-процесс химической регенерации с 1884 года значительных изменений не претерпел. Остаточный черный щелок концентрируют выпариванием до концентрированного черного щелока, который сгорает в регенерационном котле (котле-утилизаторе) с получением энергии, а химические вещества, участвовавшие в процессе, удаляются из смеси в жидком виде. Для покрытия энергозатрат предприятия регенерационные котлы могут быть дополнены котлами, работающими на ископаемом топливе или отходах древесины (дробленом древесном топливе). Эмиссии подобных котлов могут содержать ПХДД и ПХДФ.

Для целей Руководства мы придерживаемся общепринятого подхода и приводим данные для целлюлозы в тоннах при воздушной сушке (Air Dry tons, ADt), что соответствует одной тонне целлюлозы 90% сухости и 900 кг совершенно сухой целлюлозы. Для бумаги основой является обработанная бумага при сухости, как правило, 94-96%.

Для целлюлозно-бумажной промышленности следует выбирать факторы эмиссии в соответствии с Таблицами 55 и 57.

Таблица 55: Факторы эмиссии для целлюлозно-бумажной промышленности: котлы (кубы)

	Фактор эмиссии	
	мкг ТЭ/т сырья Воздух	мкг ТЭ/т золы Остаток
1. Котлы на черном щелоке, сжигание илов и древесины	0,07	1000
2. Только котлы, сжигающие кору	0,4	1000

Годовые выбросы со сточными водами и илами, образующимися при целлюлозно-бумажном производстве (=остатки) можно рассчитать умножением концентрации в стоке (в пг ТЭ/л) или концентрации в иле ( в мкг ТЭ/т сухого вещества) на годовой сброс или объем наработки, соответственно. Для облегчения оценки выбросов в приведенных таблицах наряду с характерными концентрациями в стоках и твердых остатках даны характерные величины в мкг ТЭ/ADt – они могут использоваться, если неизвестны значения для массового потока. Концентрации ПХДД/ПХДФ для различных классов представлены в Таблице 56. Для этих факторов эмиссии предполагается, что все предприятия оснащены системами очистки, производящими ил и стоки, с небольшим количеством твердого взвешенного материала.

Таблица 56: Факторы эмиссии для стоков и илов в целлюлозно-бумажной промышленности

Классификация	Факторы эмиссии			
	Вода		Остаток = ил	
	мкг ТЭ/ADt	пг ТЭ/л	мкг ТЭ/ADt	мкг ТЭ/т в иле

1. Крафт-процесс, старая технология (Cl <sub>2</sub> )	4,5	70	4,5	100
2. Крафт-процесс, современная технология (ClO <sub>2</sub> )	0,06	2	0,2	10
3. Целлюлоза термомеханической варки	НО	НО	НО	НО
4. Рециркулированная целлюлоза	НО	НО	НО	НО

Таблица 57: Факторы эмиссии для целлюлозы и бумажной продукции

Классификация	Факторы эмиссии – мкг ТЭ/т продукта
1. Крафт-целлюлоза и бумага из первичного волокна, отбеливание без хлора	8
2. Бумага из сульфитной целлюлозы, старая технология (без хлора)	1
3. Крафт-бумага, новая технология (ClO <sub>2</sub> , полностью бесхлорное отбеливание) – неотбеленная бумага	0,5
4. Бумага из сульфитной целлюлозы, новая технология (ClO <sub>2</sub> , полностью бесхлорное отбеливание)	0,1
5. Рециркулированная бумага	10

### 6.7.1.1 Поступление в воздух

Основные выбросы в воздух предприятий по производству целлюлозы и бумаги происходят в результате производства энергии, а не непосредственно в результате самого производственного процесса.

Целлюлозно-бумажные заводы сжигают лигнин (образующийся в процессе варки целлюлозы) для выработки энергии, используемой непосредственно на самих предприятиях. Кроме того, в котлах могут сжигаться отходы, древесная щепа, кора и др. Как для предприятий по производству сульфитной целлюлозы, так и для предприятий, производящих крафт-целлюлозу, средние объемы составляют 6000-9000 м<sup>3</sup>/т целлюлозы, а концентрации около 0,41 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> (диапазон 0,036-1,4 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup>) (СЕРА-ФРАС, 1999). Повышенные значения эмиссий основаны на измерениях, проведенных в прибрежных районах Британской Колумбии, где на целлюлозные заводы поступает пропитанная солью древесина.

Котлы, работающие на крафт-целлюлозном щелоке, используются в целлюлозно-бумажной промышленности для сжигания концентрированного черного щелока. Большинство из них оснащено простыми устройствами для очистки газов, например, циклонами, мокрыми скрубберами или электростатическими осадителями. Средние

концентрации составляют от 0,004 до 0,008 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> (СЕРА-ФРАС, 1999). В Руководстве используется фактор эмиссии, рассчитанный NCASI и применяемый в документе Агентства по охране окружающей среды США (US-EPA Reassessment) – 0,007 мкг ТЭ/т черного щелока (US-EPA, 2000, Том 2, 5-26).

По сообщениям US-EPA (1998), эмиссии целлюлозных заводов, сжигающих ил и древесные отходы в дровяных котлах (механическая топка с электростатическим осадителем), составили от 0,0004 до 0,118 мкг М-ТЭ/т ила или древесины, соответственно. Установочный фактор эмиссии для целлюлозных заводов, сжигающих ил или древесные отходы, установлен равным 0,06 мкг ТЭ/т сырья (т.е. ила или древесных отходов). Различий для разных технологий (например, при различиях в устройствах для очистки дымовых газов) не имеется.

Заводы по производству крафт-целлюлозы оснащены печами для обжига извести, применяемыми для обжига карбоната кальция, образующегося в процессе повторного подщелачивания. Ротационная печь работает при температурах от 800°C в начале реакции кальцинирования до 1000-1100°C в ее конце. Поток газа в печи для обжига извести составляет около 1000 Нм<sup>3</sup>/т целлюлозы. Следует применять факторы эмиссии для печей для обжига извести, см. Раздел 6.4.2.

Установочный фактор эмиссии для сжигания древесины на целлюлозных заводах будет таким же, как и для сжигания древесины, см. Раздел 6.3.

#### 6.7.1.2 Поступление в воду

Целлюлозно-бумажная промышленность является одним из крупнейших потребителей воды. Предприятия по производству целлюлозы, использующие сульфитный процесс, сбрасывают больше стоков, чем предприятия по производству целлюлозы, применяющие крафт-процесс. Современное отбеливающее предприятие сбрасывает 15-20 м<sup>3</sup> воды на тонну воздушно-сухой целлюлозы.

В 1988 году в США типичный целлюлозно-бумажный завод использовал 16000-17000 галлонов воды на тонну производимой целлюлозы (60-64 м<sup>3</sup> воды на тонну целлюлозы); в странах Европейского Союза потребление воды составляет 15-100 м<sup>3</sup>/т. Водопотребление может быть снижено увеличением рециркуляции воды в границах предприятия. Обычно стоки составляют 20-40 м<sup>3</sup> на тонну целлюлозы. В Руководстве будет использоваться величина в 30 м<sup>3</sup> воды на тонну произведенной целлюлозы.

Концентрации в стоках варьируют от 3 пг ТЭ/л до 210 пг ТЭ/л с медианой в 73 пг ТЭ/л (US-EPA, 1998a). Установочный фактор эмиссии для отбеленной крафт-целлюлозы при применении старых процессов отбеливания составляет 4,5 мкг ТЭ/т целлюлозы. Как альтернативный вариант, для расчета годового поступления можно использовать значение концентрации в стоках, перемножив его на общий объем годового сброса стоков.

Замена Cl<sub>2</sub> на ClO<sub>2</sub> при первой стадии отбеливания резко сокращает образование 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДД и 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДФ (ниже предела обнаружения 0,3-0,9 пг/л).

Данные, полученные и опубликованные NCASI<sup>1</sup> (1998) в США по 20 линиям отбеливания на 14 американских крафт-целлюлозных предприятиях, полностью заменивших хлор на диоксид хлора, включают 119 пар данных для 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДД и 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДФ в стоках целлюлозных заводов. Результаты показывают, что 2,3,7,8-

<sup>1</sup> Национальный Совет (целлюлозно-бумажной промышленности) по улучшению воздуха и пара (National Council (of the Pulp and Paper Industry) for Air and Steam Improvement, Inc.)

Cl<sub>4</sub>ДД не был обнаружен ни в одной пробе в концентрациях выше рекомендованной концентрации в 10 пг/л. 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДФ был обнаружен в двух пробах на кислотной стадии в диапазоне концентраций 15-18 пг/л, а на щелочной стадии в диапазоне концентраций 11-18 пг/л.

Установочный фактор эмиссии для выбросов современных целлюлозных заводов, применяющих как диоксид хлора, так и реагенты, абсолютно не содержащие хлора, при консервативном подходе будет установлен равным 60 нг ТЭ/т отбеленной целлюлозы. Этот фактор эмиссии будет применен только при наличии прямого сброса стоков в окружающую среду. Если происходит наработка ила, диоксины будут задерживаться в нем и стоки, выходящие из установки по очистке стоков, будут содержать несущественные концентрации ПХДД/ПХДФ.

Специфический случай повышенных концентраций был зарегистрирован в стоках целлюлозных заводов, расположенных в прибрежных районах Британской Колумбии, Канада. Здесь создались особые производственные условия, когда сжигалась засоленная дробленая древесина, а удаление золы происходило на очистной станции. О всяком подобном случае следует сообщать. В настоящее время установочный фактор эмиссии для этих целлюлозных заводов не установлен.

Производство целлюлозы из обработанной пентахлорфенолом древесины может привести к росту концентраций в стоках, хотя опубликованных данных для этого случая не имеется. О всяком использовании ПХФ или пропитанной ПХФ древесины в целлюлозно-бумажной промышленности следует сообщать.

На целлюлозно-бумажных предприятиях (интегрированных комплексах), применяющих термомеханическую варку, системы циркуляции воды, обычно, довольно закрытые, для поддержания необходимых в процессе высоких температур. Вследствие этого объемы стоков малы – 5-10 м<sup>3</sup>/ADt.

### *6.7.1.3 Поступление в продукты*

Продукция, выпускаемая целлюлозно-бумажной промышленностью, может быть загрязнена ПХДД и ПХДФ. Степень загрязнения зависит от технологии, использовавшейся при отбеливании. Сообщалось о высоких концентрациях ПХДД/ПХДФ при применении методов отбеливания с элементарным хлором. Использование современных технологий приводит к пониженным концентрациям в продукции. Замена Cl<sub>2</sub> на ClO<sub>2</sub> привела к снижению концентраций 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДД и 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>ДФ до уровней, ниже предела обнаружения. Однако, полное отсутствие ПХДД/ПХДФ в стоках и продукции предприятий, применяющих технологию без использования элементарного хлора, зависит от каппа-номеров и чистоты ClO<sub>2</sub>. При увеличении каппа-номеров и загрязненности ClO<sub>2</sub> (т.е. высокое содержание примеси элементарного хлора) вероятность образования ПХДД/ПХДФ увеличивается.

Концентрации в **целлюлозе** могут быть в диапазоне от 0,6 нг ТЭ/кг целлюлозы до 200 нг ТЭ/кг отбеленной целлюлозы (US-EPA, 1998a, Таблица 8-1). Медианная концентрация, рассчитанная для "старой технологии", составила 9 нг ТЭ/кг отбеленной крафт-целлюлозы. Установочный фактор эмиссии равен 10 мкг ТЭ/т отбеленной крафт-целлюлозы.

В целлюлозе, произведенной при помощи термомеханической варки, концентрации составили около 1 мкг ТЭ/т целлюлозы (de Wit, 1989). Фактор эмиссии для такой целлюлозы равен 1 мкг ТЭ/т целлюлозы.

В неотбеленной сульфитной целлюлозе концентрации ПХДД/ПХДФ были ниже (0,1 мкг ТЭ/т целлюлозы). Фактор эмиссии для неотбеленной сульфитной целлюлозы составляет 0,1 мкг ТЭ/т целлюлозы.

Фактор эмиссии для рециркулированной целлюлозы составляет 4 мкг ТЭ/т рециркулированной целлюлозы.

Замена  $Cl_2$  на первой стадии отбеливания  $ClO_2$  резко сократит образование 2,3,7,8- $Cl_4$ ДД и 2,3,7,8- $Cl_4$ ДФ до 0,1-0,3 пг/г отбеленной целлюлозы, что соответствует 0,1-0,3 мкг/т отбеленной целлюлозы.

Следует проводить мониторинг удаления золы, а потенциальное поступление в окружающую среду учитывать (бесконтрольное удаление, рассеивание по земле) или исключать (захоронение).

Концентрации ПХДД/ПХДФ в отбеленной крафт-бумаге, произведенной с применением свободного хлора, и соответствующие установочные факторы эмиссии составляют 5 мкг ТЭ/т для косметических салфеток, хозяйственных сумок и прочей бумаги потребительского назначения и 2 мкг ТЭ/т для фильтровальной и газетной бумаги из первичных волокон. Если используется отбеливание диоксидом хлора или полностью бесхлорное отбеливание, то фактор эмиссии составит 0,5 мкг ТЭ/т.

Для бумаги, изготовленной из сульфитной целлюлозы по старым технологиям, фактор эмиссии равен 1 мкг ТЭ/т бумаги. Применение новой технологии снизит фактор эмиссии до 0,1 мкг ТЭ/т.

Фактор эмиссии для неотбеленной бумаги составляет 0,5 мкг ТЭ/т.

Бумага, изготовленная из макулатуры, будет иметь фактор эмиссии 10 мкг ТЭ/т.

#### *6.7.1.4 Поступление в отходы*

Основные отходы, связанные с выбросами диоксинов и поступающие с целлюлозно-бумажных предприятий, это илы, образующиеся при очистке сточных вод. Выход ила составляет от 14 до 140 кг на тонну целлюлозы (US-EPA, 1998a). По данным Европейского Союза, на тонну отбеленной крафт-целлюлозы приходится 30-60 кг органических отходов<sup>1</sup>. При производстве неотбеленной целлюлозы образуется 20-60 кг сухих твердых отходов. Для расчета фактора эмиссии предполагается, что при производстве одной тонны целлюлозы образуется 50 кг ила (сухое вещество).

Поступление ПХДД/ПХДФ в ту или иную среду зависит от того, какие методы применяют в отношении илов. Обычно практика удаления включает захоронение и складирование на специальном полигоне, внесение в почву, рециркулирование (компост, подстилка для животных) или сжигание.

Концентрации в илах целлюлозного производства с применением старых технологий отбеливания варьируют от 2 нг ТЭ/кг сухого вещества до 370 нг ТЭ/кг сухого вещества с медианой в 93 нг ТЭ/кг ила. Фактор эмиссии для ила в производстве отбеленной крафт-целлюлозы составляет 4,5 мкг ТЭ/т отбеленной крафт-целлюлозы. В качестве альтернативы для определения годового поступления ПХДД/ПХДФ можно использовать концентрацию в иле 100 нг М-ТЭ/кг ила, перемножив ее на общую массу ила, удаляемого за год.

Концентрации в илах, образующихся в системах очистки сточных вод предприятий, применяющих обычную делигнификацию и делигнификацию кислородом, практически

<sup>1</sup> Кроме того, на тонну целлюлозы нарабатывается 40-70 кг неорганических отходов.

не различались. Илы исследовали на наличие 2,3,7,8-замещенных  $C_{14}$ ДД и  $C_{14}$ ДФ, а также всех 17-ти 2,3,7,8-замещенных соединений ПХДД и ПХДФ. Концентрации варьировали от 3,8 нг ТЭ/кг сухого вещества до 5,2 нг ТЭ/кг сухого вещества для обычной делигнификации и от 1,8 нг ТЭ/кг сухого вещества до 4,5 нг ТЭ/кг сухого вещества для делигнификации с применением стадий ED или ED/OD (см. также Раздел 6.9.3).

При оценке среднего значения в 4 нг ТЭ/кг сухого вещества установочный фактор эмиссии для илов, образующихся при производстве целлюлозы по новой технологии, составит 0,2 мкг ТЭ/т целлюлозы.

На предприятии, перерабатывающем макулатуру, Santl и др. (1994) обнаружили в иле, образовавшемся при обесцвечивании, концентрации между 24,9 и 44,37 нг ТЭ/кг. При очистке стоков загрязнение в иле снижалось до 11,01 нг М-ТЭ/кг.

Отходы с особенно высоким содержанием органического углерода образуются в процессе рециркуляции целлюлозы и при производстве бумаги (например, отходы бумаги, ил при обесцвечивании, био-ил). Эти отходы могут быть захоронены или сожжены. В Европе растет число крупных установок, расположенных в местах производства, для выработки пара или попутного сжигания илов на энергоустановках. Эмиссии ПХДД/ПХДФ расположенной отдельно установки по сжиганию, в которой применялось вдувание активированного угля или цеолита, невысоки, порядка 0,1 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup>. При попутном сжигании илов с целлюлозного производства на больших, хорошо обслуживаемых электростанциях, работающих на ископаемом топливе, результаты составили менее 0,1 нг М-ТЭ/м<sup>3</sup> (BREF, 2000a). Поскольку при использовании другого топлива эффекта не наблюдалось, следует применять факторы эмиссии для сжигания илов, представленные в Разделе 6.1.5 или для попутного сжигания илов на электростанциях – Раздел 6.3.1.

Концентрации в золе составляли от 10 до 3700 нг М-ТЭ/кг. В Руководстве используется средняя величина в 1000 нг ТЭ/кг золы.

### 6.7.2 Химическая промышленность

Так исторически сложилось, что первые наблюдения загрязнения диоксинами и фуранами были проведены в производстве хлорированных фенолов и их производных. В частности, было обнаружено, что пестициды, такие как 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т) и пентахлорфенол (ПХФ), загрязнены ПХДД и ПХДФ. Высокие концентрации ПХДФ также были обнаружены в полихлорированных бифенилах (ПХБ).

ПХДД и ПХДФ могут образовываться в процессах, где участвует хлор. Ниже перечислены процессы, в которых выявлено образование ПХДД и ПХДФ, следующие в порядке убывания вероятности образования ПХДД/ПХДФ:

- Производство хлорированных фенолов и их производных;
- Производство хлорированных ароматических соединений и их производных;
- Производство хлорированных алифатических соединений;
- Производство хлорированных катализаторов и неорганических химических веществ.

В некоторых процессах образование ПХДД/ПХДФ предопределено самим производственным процессом, например, непосредственным хлорированием фенолов при очистке дистилляцией или хлорфенатной конденсацией.

Производство хлора из солей щелочных металлов или соляного раствора с использованием графитных анодов, как показывают исследования, приводит к высоким уровням загрязнения остатков, преимущественно ПХДФ, с более низкими концентрациями ПХДД. Сообщалось о загрязнении осадка на электродах порядка микрограммов ТЭ/кг.

В химических производственных процессах образованию ПХДД и ПХДФ способствует одно или несколько из ниже перечисленных условий (подробная информация о механизмах образования ПХДД/ПХДФ - см. UNEP Chemicals, 2003; NATO/CCMS, 1992b)<sup>1</sup>:

- Высокие температуры (>150°C);
- Щелочные условия (особенно при очистке);
- Ультрафиолетовая радиация или другие радикальные условия запуска реакции.

В следующих подразделах перечислены продукты, которые, как было обнаружено, содержат ПХДД и ПХДФ, или процесс их производства связан с образованием ПХДД/ПХДФ. Следует отметить, что в некоторых странах опубликованы списки химических веществ, которые должны быть исследованы на ПХДД/ПХДФ перед выпуском на рынок. Подобные списки могут включать многие химические вещества, которые подозрительны в отношении содержания ПХДД/ПХДФ в концентрациях, превышающих определенные пределы. Для большинства этих химических веществ концентрации ПХДД/ПХДФ ниже пороговых. Некоторые химические вещества являются промежуточными при производстве других химических веществ; загрязнение этих промежуточных продуктов ПХДД/ПХДФ либо переносится на конечный продукт (например, в случае красителей на основе хлоранила, старый процесс), либо обнаруживается в остатках процесса (и в этом случае, в основном, связано с остатками процесса оксихлорирования).

Во всех случаях, когда выявлены предприятия, производящие химические вещества, перечисленные в нижеследующих подразделах, рекомендуется давать характеристику самого процесса, начиная с сырьевых материалов и применяемых условий, описывать этапы процессов очистки и заканчивать количествами и переработкой образующихся в процессе остатков (например, тип применяемой очистки выбросов и количества нарабатываемых остатков – куда их затем направляют). При составлении реестра будет полезна информация об основных видах пользования и потребителях продуктов, а также любые имеющиеся данные об уровнях ПХДД/ПХДФ в продуктах, остатках и выбросах.

Поскольку структура процесса и обращение со стоками и остатками оказывает столь существенный эффект на образование ПХДД/ПХДФ, а также на характер выбросов в окружающую среду, представляется невозможным рассчитать установочные факторы эмиссии для различных процессов, рассматриваемых в этом Разделе. В каждом разделе обсуждаются принципиально важные относящиеся к вопросу характеристики химических производственных процессов и, где возможно, приводятся данные о концентрациях, обнаруженных в продуктах. Предложенный подход к оценке выбросов химической отрасли – выявление производственных мощностей для перечисленных химических веществ, подробная характеристика используемых процессов, применяемых способов очистки, наработка и переработка остатков и побочных

<sup>1</sup> Условия, способствующие образованию ПХДД/ПХДФ в процессах мокрой химии отличаются от тех, которые способствуют образованию ПХДД/ПХДФ в термических процессах.

продуктов. Далее важно знать судьбу остатков (захоронение, регенерация побочных продуктов, сжигание и др.). Поскольку многие из этих химических веществ могут использоваться в качестве составной части смесей, следует выявлять соответствующие рецептуры, а также указывать пользователей каждого продукта. Бывает, представляется возможным дать общую оценку количествам ПХДД/ПХДФ в продукте, а также выявить места их поступления в окружающую среду. Также будет полезной всякая информация об удалении материалов, обработанных указанными химическими веществами.

Некоторые из рассматриваемых химических веществ могут в стране не производиться, а импортироваться в виде конечного продукта (например, рецептурные смеси) или промежуточных соединений. В других случаях могут быть импортированы продукты, прошедшие обработку одним из химических веществ (например, древесина, пропитанная ПХФ). Должна быть представлена информация об импорте, включая, если возможно, количественные данные, и указаны виды применения. С другой стороны, в стране могут быть расположены предприятия, на которых химические вещества, список которых представлен в настоящем Разделе, синтезируются исключительно для экспорта. В то время как потенциальные выбросы ПХДД/ПХДФ, возникающие при производственной фазе, должны учитываться в реестре страны-производительницы, выбросы ПХДД/ПХДФ, связанные с применением или удалением этих химических веществ, должны показываться принимающей страной.

### **Поступление в воздух**

Большинство исследований, проведенных в химической промышленности, показали, что поступление в воздух ПХДД/ПХДФ в результате производства перечисленных продуктов небольшое.

В целом, выбросы ПХДД/ПХДФ в воздух будут вызывать беспокойство на местном уровне. Это обычно вопрос профессионального воздействия/гигиены труда, организации рабочего места и предоставления надлежащей защитной одежды рабочим, потенциально подпадающим под воздействие (в некоторых случаях необходимо использование противогаза).

Повышенные выбросы в воздух могут быть вызваны уже используемыми химическими веществами, но им трудно дать количественную оценку, и многое будет зависеть от местных условий. Другие выбросы в воздух могут происходить вследствие сжигания остатков, образующихся при химических производственных процессах. Их, скорее всего, следует рассматривать как опасные отходы в соответствии с представленным в Разделе 6.1.2.

### **Поступление в воду**

Поступление ПХДД/ПХДФ в воду и в канализационный коллектор может произойти там, где сбрасываются стоки, не рециркулируемые в ходе процесса. ПХДД/ПХДФ, как правило, связываются с твердым материалом или с маслянистой фазой стоков. Поступление ПХДД/ПХДФ будет зависеть от используемого процесса, количества производимых стоков и их очистке на месте.

Невозможно установить факторы эмиссии для выбросов в воду, так как они зависят от специфических местных факторов.

Для каждого процесса важно выявить стоки, указать на каком этапе в процессе они образуются, определить применяемые меры их очистки и показать, куда направлен

сток (канализационный коллектор, река, отстойник и др.). Если имеются данные о количестве стоков и об их составе, то подобные сведения также имеют ценность.

Поступление также может происходить при применении продуктов. В случае применения продукта иногда возможно оценить количество продукта, поступающего в воду, а следовательно, оценить поступление ПХДД/ПХДФ. В других случаях важно отметить возможность поступления в воду в результате применения продукта.

### **Поступление в почву**

Поступление ПХДД/ПХДФ в почву может происходить при тех производственных процессах, в которых образующиеся остатки удаляют простым сбросом на землю. Факторы эмиссии не могут быть установлены, о всякой подобной практике следует сообщать, включая, по возможности, собранную информацию о количестве остатка и его источнике.

Поступление в почву при применении продукта возможно, особенно для пестицидов. Если имеется хорошая информация о применении загрязненных химических веществ, бывает возможным оценить поступление в почву. В других случаях указывайте на возможное поступление в почву и проводите сбор данных о видах применения продукта.

Поступление в продукты, а также поступление в результате применения и удаления продуктов

Для каждого из химических веществ, представленных ниже в этом Разделе, приводятся данные о концентрациях ПХДД/ПХДФ в продуктах (там, где они имеются). Для оценки потока ПХДД/ПХДФ в продукты они могут быть дополнены данными о производимых количествах и информацией об импорте/экспорте.

Поступление из продукта в окружающую среду будет зависеть от видов применения химического вещества и удаления материалов, обработанных этим продуктом. Там, где возможно, следует собирать данные об основных видах применения, используемых количествах, применяющих отраслях промышленности или видах использования в быту, а также об обращении с обработанными материалами и их переработке.

### **Поступление в остатки**

Остатки химического производства могут содержать ПХДД/ПХДФ. Их уровни будут зависеть от используемого процесса и применяемых методов очистки. Существует множество возможных потоков остатков. Интерес представляют побочные продукты (особенно густые маслянистые остатки процесса очистки), илы, образующиеся при очистке стоков, и др. Концентрации ПХДД/ПХДФ могут значительно варьировать от нг ТЭ/кг до мг ТЭ/кг. Обобщающих факторов эмиссии установить не представляется возможным.

Важно проводить сбор информации о производимых остатках в местах химического производства. Также было бы полезным отмечать, как остатки перерабатывают и удаляют.

Остатки также могут возникать при применении продукта или рецептурной смеси. Иногда возможно оценить количества загрязненного продукта, поступающего в остаток.

### 6.7.2.1 Пентахлорфенол (ПХФ) и пентахлорфенолят натрия (ПХФ-Na)

Пентахлорфенол (ПХФ) и пентахлорфенолят натрия (ПХФ-Na) являются пестицидами и используются в качестве консервантов, например, для древесины (внутри помещений и снаружи), кожи, текстиля (включая хлопок и шерсть). Пентахлорфенол (ПХФ) является хлорированным углеводородным инсектицидом и фунгицидом. Он используется, в основном, для защиты древесины от грибковой гнили и насекомых-вредителей. ПХФ продукты очень токсичны для растений, они используются в качестве дефолиантов перед сбором урожая и гербицидов общего действия. Технические смеси, содержащие ПХФ или ПХФ-Na, выпускают на рынок под многочисленными торговыми наименованиями.

По крайней мере, до середины 80-х годов преобладающим видом использования ПХФ было его применение для пропитки древесины. В США 95-98% американского производства ПХФ применялось, прямо или косвенно, для пропитки древесины. Данные из Канады (95%) и Германии (61%) подтверждают основное применение ПХФ для пропитки древесины. Однако в Германии в 1983 году значительные количества ПХФ использовались в текстильной (13%), кожевенной (5%) промышленности, при производстве минеральных масел (6%) и клея (6%) (WHO, 1987).

Натриевая соль пентахлорфенола (ПХФ-Na) применяется, в основном, в виде водного раствора. Он используется как антигрибковое и антибактериальное средство в следующих областях:

- Для пропитки древесины (фунгицид и средство против посинения древесины);
- Реагент для пропитки промышленного текстиля (фунгицид);
- Бактерицид при дублении и в целлюлозно-бумажной промышленности;
- Моллюскоцид при обработке промышленной воды, в частности охладителя;

И иногда как

- Стерилизирующее вещество.

Вследствие своей токсичности ПХФ подвергался различным видам ограничений в более чем тридцати странах.

Пентахлорфенол содержит опасные примеси, включая 0,1% полихлордибензодиоксинов/полихлордибензофуранов и 1-5% полихлорированных феноксифенолов. ПХДД/ПХДФ поступают в окружающую среду, когда на продукты, обработанные ПХФ, воздействует солнечное излучение, и когда их сжигают без соблюдения соответствующих правил в конце срока их эксплуатации. ПХФ в канализационном иле также представляет собой источник ПХДД/ПХДФ (ЕС, 1996).

Для промышленного производства пентахлорфенола используются три основных процесса (НАТО/ССМС, 1992а):

- (1) Наиболее общепринятым методом является прямое хлорирование фенола газообразным хлором в присутствии катализатора. В результате реакции образуются побочные продукты, такие как водород, хлористый водород и ПХДД/ПХДФ.
- (2) Гидролиз гексахлорбензола гидроксидом натрия. ПХДД/ПХДФ образуются как нежелательные побочные продукты. Процесс применялся только в Германии.
- (3) В Китае ПХФ производили термоллизом гексахлорциклогексана (ГХЦГ) (Wu, 1999).

В целом, существует два процесса производства ПХФ-Na:

(1) Гидролиз гексахлорбензола (ГХБ) гидроксидом натрия. Процесс применялся в Германии до 1984 года (затем стал использоваться метод (2) с ПХФ в качестве сырья).

(2) Растворение ПХФ в гидроксиде натрия. После фильтрации раствор ПХФ-На концентрируют.

Как правило, загрязнение ПХФ-На ПХДД/ПХДФ меньше, чем ПХФ, так как часть загрязнителей задерживается при фильтровании.

Загрязнение ПХФ и ПХФ-На ПХДД/ПХДФ варьирует от нескольких мкг М-ТЭ/кг до 1-2 мг М-ТЭ/кг в зависимости от производственного процесса и самого соединения. Сегодня многие страны запретили использование пентахлорфенола и его натриевой соли. В ЕС Директивой 91/173/ЕЕС запрещены торговля и применение пентахлорфенола и его солей и эфиров в концентрациях, равных или превышающих 0,1% по массе вещества или препарата<sup>1</sup>. В любом случае, ПХФ, используемый непосредственно или в составе препаратов, должен иметь суммарное содержание С<sub>1</sub>ДД (гексахлордибензо-пара-диоксина) менее четырех частей на миллион (4 ppm). Остающимися преимущественными видами применения являются обработка под давлением (телефонных) столбов, железнодорожных шпал и деревянных заборов (см. Основную категорию 10, Раздел 6.10).

Значительный поток ПХФ в страну может идти в результате импорта самого химического вещества, а также обработанных ПХБ продуктов, например, древесины (включая мебель), текстиля и кожи. Отслеживать эти потоки может быть крайне сложно.

Установочный фактор эмиссии для ПХФ, производимого в соответствии с процессами (1) или (2), составляет 2000000 мкг ТЭ/т (200 мкг ТЭ/кг). На производственной линии в Китае фактор эмиссии составил 800000 мкг ТЭ/т.

Установочный фактор эмиссии для ПХФ-На равен 500 мкг ТЭ/т. Примечание: В 1992 году Santl и др. (1994) определили в пробе ПХФ-На из Франции 3400 мкг ТЭ/кг.

Эмиссии ПХДД/ПХДФ в воздух из материалов, обработанных ПХФ, трудно оценить количественно, они могут управляться специфическими для места факторами. Поступление ПХДД/ПХДФ при удалении ПХФ-содержащих материалов сжиганием, которое может привести к значительным их эмиссиям, здесь не может быть рассмотрено надлежащим образом. Однако влияние на факторы эмиссии сжигания древесины, загрязненной ПХФ, можно посмотреть в Разделе 6.3.4, и этот же процесс приводит к росту эмиссий при неконтролируемых процессах сжигания (см. Раздел 6.6.2).

#### 6.7.2.2 Полихлорированные бифенилы (ПХБ)

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) широко применялись в электрооборудовании (трансформаторы, конденсаторы), в качестве герметиков и в производстве копировальной бумаги с безугольным слоем. С 1995 года мировое производство ПХБ, как нам кажется, было прекращено, однако до сих пор используется много ПХБ-

<sup>1</sup> Однако приведено четыре исключения. Использование пентахлорфенола и его соединений в промышленных установках разрешается:

- (а) для обработки древесины;
- (б) для пропитки волокон и текстиля, применяющихся в тяжелых условиях работ;
- (в) в качестве синтезирующего и/или перерабатывающего реагента в промышленных процессах;
- (г) для обработки на местах зданий, представляющих культурный и исторический интерес (подпадает под юрисдикцию заинтересованной страны-участницы).

содержащего оборудования, а материалы и отходы, содержащие ПХБ, либо находятся в применении, либо ожидают удаления.

ПХБ промышленно производились последовательным хлорированием бифенила в присутствии подходящего катализатора, например, хлорида железа. В зависимости от условий реакции, степень хлорирования колебалась от 21% до 68% (вес сырого вещества). В результате реакции всегда образовывалась смесь различных родственных соединений и изомеров, которая в дальнейшем подвергалась очистке фильтрованием или дистилляцией. В целом, коммерческие ПХБ содержали примеси, в основном, полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) в диапазоне концентраций от мкг/кг до мг/кг, но не полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД). Хотя возможно существование 209 различных ПХБ, в коммерческих смесях обычно присутствуют лишь около 130 соединений этого класса (ЕНС, 1993; Fiedler, 1998).

ПХБ загрязняются ПХДФ исключительно во время производственного процесса. При термической нагрузке (высоких температурах) уровни ПХДФ в коммерческих ПХБ возрастают. Примечание: ПХДД не образуются. В зависимости от степени хлорирования загрязнение неиспользованных продуктов варьирует от нескольких до многих мкг М-ТЭ/кг.

Насколько известно ЮНЕП, в настоящее время ПХБ нигде в мире не производятся, поэтому для их производства фактор эмиссии не установлен.

Выбросы ПХДФ будут происходить при использовании ПХБ или процессов рециркуляции, при которых ПХБ удаляются из оборудования, хранятся или удаляются. Места, где используют ПХБ, где хранят ПХБ-содержащее оборудование, где его демонтируют или удаляют, могут стать источником местного загрязнения и потенциальной "горячей точкой" (см. Основную категорию 9, Раздел 6.9.5 и 10, Раздел 6.10.6).

В качестве первого шага для оценки поступления ПХДФ, связанного с применением ПХБ-содержащего оборудования, следует составить реестр ПХБ-оборудования, имеющегося в стране. Вопрос составления подобного реестра обсужден в отдельном документе ЮНЕП (ЮНЕП, 2000) и выходит за рамки настоящего Руководства. Находясь в фазе использования, ПХБ-оборудование может подтекать, а старое, более не используемое оборудование, которое хранится и обслуживается не лучшим образом, может стать источником поступления ПХБ и ПХДФ в воздух, воду и почву. ПХБ могут поступать из ПХБ-содержащего оборудования путем испарения и потери жидкости из нормально эксплуатирующегося ПХБ-содержащего оборудования. Общая оценка размеров утечек была проведена в США. Реестр ПХБ должен уточнить оценки размеров потенциальных утечек путем рассмотрения состояния заводских изделий.

ПХБ, вытекающие из оборудования, могут испаряться (поступление в воздух), собираться в соответствующую защитную оболочку и удаляться, или они могут поступать в воду или в почву. В Руководстве приведены примеры концентраций, которые могут быть использованы для оценки скорости поступления ПХДФ через утечки, выявленные или оцененные. Конечная судьба потерянных ПХБ и ПХДФ будет определяться местными обстоятельствами (поступление в воздух, воду, почву или удаление/уничтожение).

Жидкость ПХБ при применении неправильной очистки также может поступить с металлоломом в металлургию. Выбросы могут происходить при испарении с поверхности загрязненного металлолома, с эмиссиями металлургических процессов и в

результате утечек из мест захоронения отходов. Оценки для этих поступлений не были сделаны.

ПХБ могут служить индикатором 2,3,7,8-замещенных ПХДФ, поскольку ПХБ, особенно с высокой степенью хлорирования, демонстрируют сходное поведение в окружающей среде (в частности, стабильность и подвижность).

Концентрации ПХДФ в ПХБ-продуктах сгруппированы по содержанию хлора и представлены в Таблице 58.

Таблица 58: Концентрации ПХДФ в ПХБ-продуктах

Тип ПХБ	Новые ПХБ (мкг ТЭ/т)	Использованные ПХБ (мкг ТЭ/т)
Низкохлорированные, например, Клофен А30, Ароклор 1242	15000	Численных значений не имеется, но они предполагаются выше, чем в новых продуктах
Среднехлорированные, например, Клофен А40, Ароклор 1248	70000	
Среднехлорированные, например, Клофен А50, Ароклор 1254	300000	
Высокохлорированные, например, Клофен А60, Ароклор 1260	1500000	

Аппета и др. (1995) использовали данные США для оценки нижеследующих объемов утечек из конденсаторов и трансформаторов, заполненных ПХБ (Таблица 59).

Таблица 59: Статистика по утечкам для оборудования, содержащего ПХБ

	Частота утечек (% от установленного оборудования)	Среднее вытекшее количество (на установку, в год)	Средние потери через утечки заполняющей жидкости, в год
Трансформаторы	2%	30 кг	0,06%
Конденсаторы	3%	8 кг	1,6%

Поскольку новых ПХБ не производится, в реестре диоксинов не будет представлено данных об эмиссиях из новых продуктов. Однако эмиссии из продуктов могут быть оценены для ПХБ, содержащихся в существующем оборудовании, таким образом, как это описано выше. Выбросы также могут происходить при неправильном удалении использованного ПХБ-содержащего оборудования. Они не могут быть оценены количественно без последовательной оценки отдельных случаев, и фактор эмиссии не может быть представлен. Поступления ПХДФ, вызванные утечками из оборудования, зависят от местных условий и подпадают под оценку и контроль в соответствии с регламентом в отношении опасных отходов или токсичных химических веществ.

### 6.7.2.3 2,4,5-Трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т), 2,4,5-Трихлорфенол и другие хлорфенольные производные

Производные хлорфенола, которые, как известно, загрязнены ПХДД и ПХДФ, включают следующие соединения:

- 2,4-Д=2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и 2,4-ДБ=2,4-дихлорфеноксимасляная кислота;
- Сесон=2-(2,4-дихлорфенокси)этилсульфат натрия;
- ДМФА=0-(2,4-дихлорфенил) 0-метил изопропилфосфорамидотиолат;
- 2,4,5-Т=трихлорфеноксиуксусная кислота;
- Силвекс (кислота)=2-(2,4,5-трихлорфенокси)пропионовая кислота (также известная как Фенопроп, 2,4,5-ТП; 2,4,5-ТХФПК);
- Эрбон=2,2-дихлорпропаноивой кислоты 2-(2,4,5-трихлорфенокси)этиловый эфир;
- Роннель=0,0-диметил 0-(2,4,5-трихлорфенил)фосфоат (также Фенхлорфос).

2,4,5-Трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т) является гербицидом с преимущественным применением в качестве дефолианта. Большие количества бутиловых эфиров 50:50 смеси 2,4,5-Т и 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты) - известные как Агент Оранж - были распылены над Вьетнамом во время Вьетнамской войны. В настоящее время существует лишь несколько мест, где производят 2,4,5-Т. Было обнаружено, что 2,4,5-Т очень сильно загрязнена 2,4,7,8-С<sub>14</sub>ДД; других соединений ряда ПХДД и ПХДФ выявлено не было. Наивысшие концентрации в продукте были обнаружены в Германии – 7000 нг М-ТЭ/кг 2,4,5-Т<sup>1</sup>. 2,4,5-трихлорфенол применялся, в основном, в качестве промежуточного продукта производства 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты и гексахлорфена. Единственное проведенное измерение дало 680000 нг М-ТЭ/кг.

2,4,5-Т является наиболее важным производным 2,4,5-трихлорфенола (2,4,5-ТХФ). Коммерческий продукт получают взаимодействием 2,4,5-трихлорфенола с хлоруксусной кислотой в щелочных условиях. При последующем добавлении серной кислоты образуется 2,4,5-Т, из которой затем при реакции с различными спиртами или аминами получают эфиры 2,4,5-Т и соли амина. Хотя производителей 2,4,5-Т и не так уж много, имеется множество компаний, торгующих более чем 400 рецептурными смесями пестицидов, содержащими 2,4,5-Т (Esposito и др., 1980).

"Горячие точки" в почве могут существовать на местах бывшего производства 2,4,5-Т и там, где осуществлялись операции с этим веществом.

Фактор эмиссии для коммерческого (технического) продукта 2,4,5-Т составляет 7000 мкг ТЭ/т.

Фактор эмиссии для 2,4,6-трихлорфенола равен 700 мкг ТЭ/т.

Фактор эмиссии для дихлорпропа – 1000 мкг ТЭ/т.

Фактор эмиссии для 2,4-Д составил 700 мкг ТЭ/т (US-EPA, 1998а, стр.8-74). Концентрации могут значительно варьировать: в случайно отобранных образцах американского производства они составили 3 мкг ТЭ/т, а азиатского и российского – около 200 мкг ТЭ/т (US-EPA, 1998а, стр.8-77). Конечная судьба ПХДД/ПХДФ в этих продуктах будет определяться их использованием и местными условиями.

---

<sup>1</sup> В виде 2,3,7,8-С<sub>14</sub>ДД.

#### 6.7.2.4 Хлоранил

2,3,5,6-Тетрахлор-2,5-циклогексадиен-1,4-дион (п-хлоранил) - исходное вещество для производства диоксазиновых красителей<sup>1</sup> (для хлопка, кожи и синтетических материалов) и других химических соединений (например, протравливателей семян и фунгицидов). п-Хлоранил может быть сильно загрязнен ПХДД/ПХДФ, что зависит от производственного процесса.

Известно два производственных процесса:

(1) Старый процесс Хехст АГ через хлорирование фенола (использовался до 1990 года в Германии). При использовании этого старого процесса п-хлоранил был загрязнен ПХДД/ПХДФ (в основном, ПХДФ) в концентрациях порядка нескольких сотен мкг М-ТЭ/кг. Загрязнение орто-соединения было гораздо ниже (около 60 мкг М-ТЭ/кг).

(2) Процесс, разработанный компанией Рон-Пуленк Шими (Rhone-Poulenc Chimie) и используемый в настоящее время, например, компанией Клариант (Германия), методом хлорирования гидрохинона (с применением HCl). В этом процессе получают гораздо менее загрязненные продукты (п-хлоранил: около 7 мкг М-ТЭ/кг)<sup>2</sup>.

В США хлоранил использовался в качестве фунгицида и протравливателя семян с 1937 до 1977 года. После 1977 года все виды применения хлоранила в сельском хозяйстве были запрещены. В Европе хлоранил не использовался ни как фунгицид, ни как протравливатель семян. В Африке хлоранил использовался в качестве фунгицида и для протравливания семян, по крайней мере, до 1984 года.

Из приблизительно 400 тонн хлоранила, производимого ежегодно до 1989 года, 300 тонн/год перерабатывались в пигменты и 100 т/год в красители (BUA, 1992). В последний год производства (1990 год) Хехст АГ произвел 300 тонн/год. До 1989 года 150-220 т/год экспортировалось, а приблизительно 50-100 т/год Хехст АГ импортировала из Индии. Известно, что в Индии тот же процесс производства хлоранила использовался до середины 90-х годов. Последующий импорт в Германию составлял, по оценкам, около 50-100 т/год (BUA, 1992). С 1990 года единственным западноевропейским производителем и, вероятно, крупнейшим производителем хлоранила в мире является компания Рон-Пуленк Шими, Франция. Меньшие производства хлоранила остаются в Индии, которые, возможно все еще применяют традиционный фенольный процесс. Информации о производственных мощностях в Восточной Европе и в Российской Федерации не имеется. Однако, известно, что в Российской Федерации хлоранил производится, а также импортируется. Внутреннего производства хлоранила в Соединенных Штатах нет (BUA, 1992).

Загрязнение ПХДД/ПХДФ конечных продуктов, полученных из хлоранила, таких как красители и пигменты, в конце концов, переходит в отходы полимеров/пластиков, тканей и упаковочных материалов (бумагу, консервные банки и др.), удаляемых как бытовые твердые отходы или возвращающихся в процесс для рециркуляции. В случае переработки макулатуры и окрашивания тканей ПХДД/ПХДФ попадают в воду, и могут быть обнаружены в илах.

<sup>1</sup> Синтез пигментов осуществляется при взаимодействии хлоранила (или других галогенированных бензохинонов) с ароматическими аминами с образованием диариламинохлорхинонов и окислительной циклизации в высококипящих растворителях, например, о-дихлорбензоле, в присутствии ацилхлорида или серной кислоты.

<sup>2</sup> Такое же качество получают в Токоуама Soda (Япония).

Наиболее важным диоксазиновым пигментом является пигмент Фиолетовый 23 (C.I.Pigment Violet 23, производство Хехст АГ), который применяется в лаках, полимерах и печатных красках. Подобное же применение имеет пигмент Фиолетовый 37 (C.I.Pigment Violet 37, производство Ciba Geigy AG).

Фактор эмиссии для п-хлоранила, произведенного по старому процессу Хехст Фарбен, равен 400000 мкг ТЭ/т. Фактор эмиссии для о-хлоранила составляет 60000 мкг ТЭ/т. Красители на основе хлоранила, полученного по этому старому процессу, могут содержать концентрации 1200 мкг ТЭ/т.

Фактор эмиссии при использовании гидрохинонового процесса производства п-хлоранила – 100 мкг ТЭ/т.

Концентрации в диоксазиновых красителях и пигментах, полученных в старом процессе, составляют от 20000 до 57000 мкг ТЭ/т (для Голубого 106) и от 1000 до 19000 мкг ТЭ/т (для Фиолетового 23) (Williams, 1992). В США концентрации в хлораниле составили от 263000 мкг ТЭ/т до 3065000 мкг ТЭ/т. Концентрация в карбазоле фиолетовом (красителе-пигменте) составляла 211000 мкг ТЭ/т.

Количественная информация по выбросам ПХДД/ПХДФ в окружающую среду не может быть представлена из-за отсутствия надежных аналитических данных. Поступление в гидросферу ожидается от предприятий в конце цикла, например, производящих красители, ведущих крашение тканей в ваннах с растворами красителей, и перерабатывающих макулатуру (BUA, 1992). Сообщалось, что при использовании процесса Хехст на тонну продукта образуется 20 м<sup>3</sup> сточных вод, однако данные о концентрациях ПХДД/ПХДФ в стоках не опубликованы. Синтез диоксазиновых пигментов проводят в закрытых системах, т.е. обычно стоки не сбрасываются. Загрязняющие ПХДД/ПХДФ могут растворяться в растворителе, например, дихлорбензоле, и концентрироваться в остатках дистилляции. Следует сообщать о судьбе этих твердых остатков (например, если они были захоронены или сожжены).

Более того, активированный уголь, использующийся при производстве красителей, может содержать ПХДД/ПХДФ (в Германии, удаление сжиганием как опасного отхода в ротационных печах) (BUA, 1992).

#### 6.7.2.5 2,4,6-Трихлорфенил-4'-нитрофениловый эфир (ХНФ)

2,4,6-Трихлорфенил-4'-нитрофениловый эфир (ХНФ), или хлорнитрофен, использовался как альтернатива пентахлорфенолу при интенсивном применении на рисовых полях Японии. Было обнаружено, что ХНФ содержит высокие концентрации ПХДД и ПХДФ. Особенно загрязнены были его партии, произведенные в 70-х и начале 80-х годов, с диапазоном загрязнения от 240 до 540 мкг ТЭ/кг; в более поздней продукции уровень концентраций был ниже, порядка 400 мкг ТЭ/кг (Masunaga и Nakanishi, 1999). Более подробной информации о синтезе и том, что могло вызвать снижение уровня загрязнения в более поздних партиях продукта, не имеется.

Фактор эмиссии для ХНФ составляет 300000 мкг ТЭ/т при использовании старых технологий и 400 мкг ТЭ/т при использовании новых.

#### 6.7.2.6 Хлорбензолы

Образование ПХДД/ПХДФ связано только с трихлорбензолом, при производстве его с помощью специфического процесса, сегодня более не применяющегося (Источник: EUROCHLOR). Моно- и дихлорбензолы производятся коммерчески прямым хлорированием бензола в жидкой фазе в присутствии катализатора Льюиса, такого как

хлорид железа ( $\text{FeCl}_3$ ) или оксихлорированием бензола соляной кислотой в присутствии кислорода (НАТО/ССМС, 1990; ЕНС, 1991).

Образование ПХДД/ПХДФ нельзя объяснить упоминающимися механизмами реакции, но оно, вероятно, происходит во время очистки, когда часто используют щелочные условия.

Загрязнение хлорбензолов ПХДД/ПХДФ относительно небольшое. Поскольку данных измерений специфического анализа не обнаружено, факторов эмиссии не может быть представлено.

#### 6.7.2.7 Производство хлора

Газообразный хлор производят, пропуская электрический ток через рассолы (обычно водные растворы солей). Важными побочными продуктами являются каустическая сода (гидроксид натрия,  $\text{NaOH}$ ) и водород ( $\text{H}_2$ ). В настоящее время используются три основных процесса: ртутный процесс, диафрагменный процесс и мембранный процесс. ПХДФ могут образоваться в электролизерах для производства хлора; концентрации ПХДД очень низки.

Образование ПХДД и ПХДФ происходит там, где используются графитовые аноды. Многие промышленно развитые страны в начале 70-х годов провели замену графитовых анодов; однако старые процессы, в которых используются графитовые аноды, могут быть существенными источниками ПХДД/ПХДФ. Из-за низкой стоимости и простоты применения графитовые электроды широко применяются в Китае, второй крупнейшей в мире стране по производству хлора щелочным методом (Wu, 2000). В историческом аспекте производство по этому методу может привести к возникновению "горячих точек" (см. Раздел 6.10). Ограниченные данные показывают, что ПХДФ также могут присутствовать там, где используются титановые аноды. Источником органического углерода могут быть резиновые прокладочные кольца, используемые в процессе.

В литературе имеются данные (Kannan и др., 1997) о том, что для смазки электродов применяют коммерческую смесь Ароклор 1268.

##### 6.7.2.7.1 Поступление в воздух

Поступления ПХДД/ПХДФ в воздух в результате процесса не ожидается.

##### 6.7.2.7.2. Поступление в воду

Поступление ПХДД/ПХДФ в воду будет зависеть от применяемой очистки стоков. ПХДД/ПХДФ обычно тесно связываются с твердыми частицами, и эффективность их улавливания, безусловно, влияет на поступление ПХДД/ПХДФ в воду. Общего фактора эмиссии не может быть представлено. Следует проводить сбор информации об источниках, количествах и применяемых способах очистки стоков.

##### 6.7.2.7.3. Поступление в продукты

Газообразный хлор не содержит ПХДД/ПХДФ. Следовательно, фактор эмиссии для хлора равен нулю.

##### 6.7.2.7.4. Поступление в отатки

В основном, загрязнение ПХДД/ПХДФ обнаруживают в остатках. Для целей настоящего Руководства, а также в качестве первого этапа, оценка этого источника ограничивается выявлением мест производства хлора с применением графитовых электродов. Там, где они используются, следует отслеживать судьбу остатков с тем,

чтобы выявить потенциальные "горячие точки". Для этого пути поступления нельзя представить фактора эмиссии, а для дальнейшей оценки необходимо проведение исследований на местах (см. Раздел 6.10.2). В осадке, образующемся на графитовых электродах, по сообщениям, наблюдались концентрации от 13500 до 30000 мкг ТЭ/т ила.

#### 6.7.2.8 Этилендихлорид, или 1,2-дихлорэтан (ЭДХ)

Этилендихлорид (ЭДХ) является важным промежуточным продуктом в производстве ПВХ. В США более 90% суммарного производства ЭДХ поступает для производства мономера винилхлорида. Производство ПВХ, большей частью, идет с применением дегидрохлорирования (крекинга) этилендихлорида (ЭДХ).

##### Производство ЭДХ (два различных метода)

а) **Прямое хлорирование** этилена хлором в присутствии катализатора<sup>1</sup>. Скорость химической реакции в процессе высока. Как правило, прямое хлорирование идет в жидкофазном реакторе при температурах от 50°C до 70°C и давлении около 400-500 кПа. Образующаяся в процессе HCl может быть рециркулирована в процесс оксихлорирования.

б) **Оксихлорирование** этилена хлористоводородной кислотой (HCl), а также воздухом или кислородом происходит в присутствии катализатора (обычно меди) в реакторе с неподвижным слоем или в реакторе с псевдоожиженным слоем. Температуры не должны превышать 325°C, поскольку более высокие температуры вызовут образование побочных продуктов (в основном хлорированных C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>-соединений). Первым этапом процесса очистки ЭДХ является тушение (быстрое охлаждение) водой с последующей каустической очисткой. Вода возвращается в процесс или очищается парообразованием перед сбросом (см. фактор эмиссии для сточных вод).

##### Производство мономера винилхлорида (ВХМ)

Мономер винилхлорида производят из ЭДХ путем термического дехлорирования. Так называемая крекинг-печь обычно работает при давлении около 2000 кПа и температурах от 450°C до 650°C. Непрореагировавшие материалы возвращаются обратно в процесс. Мономер винилхлорид (точка кипения : -13°C) отделяется от побочных продуктов дистилляцией. Высококипящие материалы могут содержать различные продукты конденсации, включая ПХДД/ПХДФ. Эти материалы обычно термически разлагаются; в некоторых случаях HCl из процесса регенируют и возвращают обратно в процесс.

##### Производство ПВХ

Для производства полимера ПВХ используются следующие процессы:

- Суспендирование;
- Диспергирование (эмульгирование);
- Насыпание (массовое);
- Растворение.

В производстве ЭДХ/ВХМ/ПВХ наиболее критичным этапом с точки зрения образования ПХДД/ПХДФ является производство ЭДХ оксихлорированием этилена. Образование ПХДД/ПХДФ в процессе пиролиза ВХМ маловероятно, вследствие

<sup>1</sup> Хлоридов железа, алюминия, меди, сурьмы.

низкой концентрации кислорода. Химических условий для образования ПХДД/ПХДФ при полимеризации ПВХ не имеется.

Потоки, которые могут содержать ПХДД/ПХДФ, включают любые потоки, образующиеся в процессе сжигания, включая потоки камер сгорания на жидком, газообразном топливе или на выпускных газах. Кроме того, часть ПХДД/ПХДФ может осесть на катализаторах. Поступление этого материала различается в зависимости от вида производственного процесса.

Катализ в псевдооживленном слое сопровождается распределением катализатора по размеру его частиц. Небольшие частицы могут захватываться парами продукта и вымываться водой при тушении. Замена катализатора в системах с неподвижным слоем происходит, как правило, ежегодно. В результате частицы в системах с жидким слоем обычно изолируются в твердом материале при очистке сточных вод. Использованный катализатор систем с неподвижным слоем при его списании представляет собой явный поток отходов.

Факторы эмиссии для отрасли, производящей ЭДХ/ВХМ и ПВХ представлены в Таблице 60. Выделены два класса факторов эмиссии для старых и современных технологий. Как можно заметить, для старых технологий в настоящее время не имеется факторов эмиссии для поступления в воздух.

Таблица 60: Факторы эмиссии для производства ЭДХ/ВХМ/ПВХ

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т (продукта)			
	Воздух	Вода	Продукт	Остаток [1]
1. Старая технология, ЭДХ/ВХМ, ПВХ	НО	1	НО	3
2. Современные предприятия:				
ЭДХ/ВХМ (исключительно)	0,91 [2]	0,015	0,03	2
ЭДХ/ВХМ (жидкости и выходных газы)	0,66 [2]			
ПВХ (исключительно) (сжигание выходных газов)	0,00084 [3]	0,03	0,1 [3]	0,02

[1] включая илы использованного катализатора и очистки сточных вод

[2] на тонну ЭДХ

[3] на тонну ПВХ продукта

#### 6.7.2.8.1 Поступление в воздух

Поступление в воздух в результате этих процессов происходит, в основном, при сжигании. Сжигание применяют для контроля выходящих газов на различных стадиях процесса с использованием различных типов печей, таких как термические окислители, ротационные печи, установки для сжигания отходов с жидкостным впрыском и печи с псевдооживленным слоем. В связи с присутствием в выходящих газах HCl, ожидается, что для нейтрализации HCl все установки для сжигания оснащены, по крайней мере, системой охлаждения и каустическим тушением.

В обзоре, подготовленном в США по предприятиям, производящим ЭДХ/ВХМ и ПВХ (US-EPA, 2000; Vinyl Institute, 1998), проведена оценка результатов данных, полученных в этой отрасли для 22 установок по сжиганию. Эмиссии были минимальны для выпускных газов установок по сжиганию, расположенных на предприятиях, производящих только ПВХ (примечание: отсутствие потоков жидких остатков). Факторы эмиссии для сжигания выходных газов и жидких отходов/выходных газов значительно варьировали, их колебания для сходных установок по сжиганию составляли четыре порядка. В Руководстве для расчета факторов эмиссии для производства ЭДХ при сжигании только выходных газов, а также выходных газов и жидкостей были взяты средние величины эмиссий, как показано в Таблице 60.

Данные в Таблице 60 основаны на данных о производстве ЭДХ и ПВХ в промышленности США: лучшей оценкой была величина, равная 0,00135 г ТЭ/год при производстве 5215000 тонн ПВХ, что дало фактор эмиссии 0,00027 мкг ТЭ/т ПВХ продукта. Производство ЭДХ в 11115000 тонн привело к общим эмиссиям в воздух 10,6 г ТЭ/год. Это соответствует фактору эмиссии 0,95 мкг ТЭ/т ЭДХ (US-EPA, 2000; Vinyl Institute, 1998).

Альтернативным подходом является применение факторов эмиссии, основанных на количестве загружаемых отходов. Также и в этом случае эмиссии установок по сжиганию выходных газов и сочетания жидких отходов/выходных газов заводов, совместно производящих ЭДХ и ВХМ, показали варьирующие значения, находящиеся в диапазоне от 1,3 до 14 мкг ТЭ/т загружаемых отходов.

Поскольку наиболее критичным в этом случае является строение установки по сжиганию и режим ее работы, предложено проводить оценку количества сожженных отходов и рассматривать этот случай как сжигание опасных отходов – см. Раздел 6.1.2.8.1.

#### 6.7.2.8.2 Поступление в воду

В процессе производства ЭДХ/ВХМ и ПВХ используются значительные количества технологической воды, которая либо выходит за пределы предприятия, либо по возможности рециркулируется, поступая обратно в процесс производства ЭДХ/ВХМ/ПВХ. Технологическая вода, которая не может быть рециркулирована, может сбрасываться без последующей очистки или направляться в процесс очистки сточных вод<sup>1</sup>.

На современных предприятиях США, выпускающих исключительно ПВХ, концентрации ПХДД/ПХДФ в сточных водах были близки к пределу обнаружения. Общие средние концентрации составили 0,88 пг М-ТЭ/л (НО=0) и 4,7 пг М-ТЭ/л (НО=1/2 предела обнаружения). На предприятиях, производящих ЭДХ/ВХМ, во всех пробах были обнаружены количественно выражаемые концентрации со средним значением 0,42 пг ТЭ/л (НО=0) и 4,4 пг ТЭ/л (НО=1/2 предела обнаружения). Для сточных вод современных предприятий, производящих ПВХ, был установлен фактор эмиссии 0,03 мкг ТЭ/т ПВХ, а для стоков предприятий, производящих ЭДХ/ВХМ, - 0,015 мкг ТЭ/т ЭДХ (US-EPA, 2000; Vinyl Institute, 1998).

В старых и плохо контролируемых системах образование ПХДД/ПХДФ может быть повышенным, а поступление в воду будет зависеть от эффективности работы систем

---

<sup>1</sup> При котором, как правило, снижаются БПК (биологическая потребность в кислороде) и общее количество взвешенных твердых частиц, а также рН приводится в соответствие с рекомендованными нормами для воды.

очистки стоков. Для первичной оценки этих предприятий, не проводящих удаление твердых частиц, следует применять первичный фактор эмиссии 1 мкг ТЭ/т ЭДХ.

#### 6.7.2.8.3 Поступление в продукты

Концентрации ПХДД/ПХДФ в продуктах низки; в большинстве проб уровни ПХДД/ПХДФ были ниже предела обнаружения. В Руководстве для применения взята общая средняя концентрация в 0,3 нг М-ТЭ/кг. В ЭДХ лишь в одной пробе была обнаружена концентрация 0,03 нг М-ТЭ/кг (НО=0). Факторы эмиссии для старых ПВХ и ЭДХ продуктов не могут быть представлены в связи с отсутствием подлинных образцов.

#### 6.7.2.8.4 Поступление в отходы

Основными остатками, представляющими интерес, являются: тяжелые остатки процесса очистки ЭДХ, использованный катализатор (предприятий, применяющих технологии с неподвижным слоем) и илы, образующиеся при очистке сточных вод. Каждый из этих остатков может перерабатываться и удаляться с применением ряда методов, которые будут влиять на выбросы в окружающую среду.

Для предприятий, совместно выпускающих ЭДХ и ВХМ, концентрации в илах, образовавшихся при очистке сточных вод, варьировали от 100 до 5900 мкг М-ТЭ/т продукта (VI, 1998). На производствах, где используется технология с неподвижным слоем, они были, как правило, ниже, но на этих производствах образуются отходы в виде использованного катализатора (в процессах с псевдооживленным слоем он поступает вместе с водой и собирается в иле, образующемся при очистке сточных вод). Общие средние факторы эмиссии составили приблизительно 2 мкг М-ТЭ/т (производство ЭДХ). Для предприятий, использующих технологию неподвижного слоя, большая часть ПХДД/ПХДФ, как ожидается, будет связана с использованным катализатором.

Для старых предприятий и предприятий, не применяющих лицензионную технологию, первичной оценкой поступления в ил системы очистки стоков и в использованный катализатор будет величина в 3 мкг М-ТЭ/т ЭДХ.

Для илов предприятий, производящих исключительно ПВХ, фактор эмиссии составляет 0,02 мкг ТЭ/т ПВХ. Твердые эмиссии, такие как использованный катализатор и твердый остаток, получаемый при очистке стоков, взятые вместе на предприятиях, производящих ЭДХ и производящих совместно ЭДХ и ПВХ, составляют около 2,0 мкг ТЭ/т продукта (US-EPA, 2000; Vinyl Institute, 1998).

Концентрации ПХДД/ПХДФ могут быть значительно выше в некоторых потоках остатков, таких как тяжелые остатки процесса очистки ЭДХ. Например, Stringer и др. (1995) сообщали о концентрациях в отходах производства ПВХ от 3000 нг ТЭ/кг до 5000000 нг ТЭ/кг. Ясно, что потенциал подобных выбросов зависит от того, как с материалами обращаются и как их удаляют. Когда возможно следует проводить оценку количества остатка. Во многих случаях подобные остатки сжигают на месте или на коммерческой установке по сжиганию опасных отходов; для проведения оценки поступления при этом виде деятельности см. Раздел 6.1.2.1 – "Сжигание опасных отходов". В некоторых случаях остатки удаляют в подземные захоронения (Dyke и др.), а иногда используют как сырье для производства растворителей.

Если остатки удаляют захоронением или используют как сырье в другом процессе, это следует указывать. Данные из Великобритании показывают, что галоген-органические остатки содержали 100 мкг М-ТЭ/т (выражено на единицу производства ЭДХ). Этот

фактор может применяться для первичной оценки количеств ПХДД/ПХДФ в этих потоках – судьба потоков остатков должна быть выявлена.

#### 6.7.2.9 Хлорированные алифатические соединения

Во многих процессах, производящих хлорированные алифатические соединения, производятся незначительные количества ПХДД/ПХДФ, или они не производятся вовсе (недавние измерения перхлорэтилена дали результаты ниже предела обнаружения). Однако, если в качестве сырья используются остатки из других процессов, например, производства ЭДХ (см. выше) или другие смешанные остатки, то это может привести к образованию ПХДД/ПХДФ и их поступлению в окружающую среду.

Одно время остатки производства ЭДХ в Великобритании поступали в качестве сырья в установку по оксихлорированию для производства пер- и трихлорэтилена (растворителей). В ходе процесса в потоке остатков образовались значительные количества ПХДД/ПХДФ (350-630 г ТЭ в остатках производства 130000 тонн три- и перхлорэтилена, приблизительно 4000 мкг М-ТЭ/т продукта – Дукс и др., 1997). Обращение с этими остатками и их судьба будут определять фактическое поступление в окружающую среду. Фактор эмиссии для остатков не может быть представлен. При появлении этих остатков при производстве химической продукции и при их рециркуляции (например, в процессе оксихлорирования) они будут выявлены в остатках процесса оксихлорирования.

#### 6.7.2.10 Резюме

В этой подотрасли химической промышленности наиболее опасным процессом с точки зрения эмиссий ПХДД/ПХДФ является процесс оксихлорирования в производстве этилендихлорида (ЭДХ), который, как правило, является частью процессов производства хлорированных органических веществ.

В некоторых местах могут существовать отдельно расположенные производства, которые рециркулируют HCl обратно в Cl<sub>2</sub>. Однако этот процесс гораздо дороже по сравнению с электролизом KCl, NaCl или рассола. Если выявлены подобные производства, требуется проведение оценки каждого конкретного случая с тем, чтобы оценить потенциальное образование ПХДД/ПХДФ и их выбросы.

Наиболее критичным процессом в химической промышленности является оксихлорирование этилена для получения ЭДХ. Далее вниз по производственной цепочке производства каких-либо хлорированных или нехлорированных химических веществ, таких серьезных эмиссий не происходит.

В 1995 году Европейский Совет производителей винила (European Council of Vinyl Manufacturers, ECVM) установил добровольные целевые величины эмиссий в качестве средства, способствующего работе предприятий в согласии с окружающей средой. Хартия ECVM, являющаяся формой саморегулирования, включает руководство по эмиссиям диоксинов, основанное на наилучшей из имеющихся технологий. Для эмиссий в атмосферу выходных газов ECVM рекомендует величину для диоксиноподобных составляющих 0,1 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup><sup>1</sup> и 1 мкг М-ТЭ/т ЭДХ для сточных вод. Эти величины могут быть взяты в качестве грубой оценки для расчета выбросов ПХДД/ПХДФ современных предприятий, производящих ЭДХ/ВХМ.

<sup>1</sup> (Европейские) нормальные условия: 11% O<sub>2</sub>; 0°C; 103,1 гПа

### 6.7.3 Нефтяная промышленность

Сырая нефть является смесью многих различных углеводородов и небольшого количества примесей. Состав сырой нефти может значительно варьировать в зависимости от ее источника. Нефтеперерабатывающие заводы представляют собой сложную многооперационную систему, а операции, используемые на конкретном нефтеперерабатывающем предприятии, зависят от свойств перерабатываемой нефти и желаемых продуктов.

До настоящего времени сообщалось лишь об одном потенциальном источнике ПХДД/ПХДФ в нефтеперерабатывающей промышленности: регенерация катализатора, применяющегося при каталитическом расщеплении больших молекул углеводородов до менее крупных, легких молекул (Beard и др., 1993).

Сырьем для процессов каталитического реформинга обычно служит низкооктановая нефтя. В каталитическом гидрореформинге используют катализаторы на платиновой основе. При непрерывном процессе старый катализатор постоянно удаляют со дна реактора и направляют в регенератор, где из катализатора раскаленным воздухом/паром выжигают углерод. Для поддержания каталитической активности к нему добавляют промотер, обычно органическое хлорсодержащее вещество, например, три- или перхлорэтилен. Влагу удаляют, и регенерированный катализатор возвращается в первый слой реформинг-установки. В циклических или полу-регенерирующих установках восстановление катализатора происходит периодически, в результате так же происходят соответствующие эмиссии. В этом процессе обнаружены ПХДД/ПХДФ.

ПХДД/ПХДФ могут поступать в воздух или улавливаться системами очистки и переходить в стоки. Конечные эмиссии будут зависеть от принимаемых мер контроля загрязнения и от обращения с остатками. Из-за отсутствия данных факторы эмиссии не могут быть представлены. Для этой подкатегории срочно требуются данные измерений.

#### *6.7.3.1 Поступление в воздух*

Данных для расчета факторов эмиссии не имеется.

#### *6.7.3.2 Поступление в воду*

Количество стоков, образующихся в процессе каталитического реформинга, составляет около 190 кг/т сырья. Стоки содержат высокие уровни нефти и взвешенных твердых частиц. Эмиссии ПХДД/ПХДФ в воду могут происходить при сбросе сточных вод. Однако в настоящее время данных не имеется. Всякий сброс стоков следует отмечать.

#### *6.7.3.3 Поступление в остатки*

Мелкие частицы отработанного катализатора могут накапливаться в системах очистки тонких частиц. В год на нефтеперерабатывающем предприятии производительностью 5 млн.тонн/год нарабатывается около 20-25 тонн отработанного катализатора. Обычно отработанный катализатор направляют обратно для рециркуляции или восстановления.

При очистке стоков могут образоваться илы. Данных о присутствии в них ПХДД/ПХДФ не имеется; однако были обнаружены концентрации пирена и бензо(а)пирена порядка нескольких мг/кг (BREF, 2000b).

### 6.7.4 Производство текстильных изделий

Текстильная промышленность состоит из разнообразных отдельных групп производств, производящих и/или перерабатывающих продукты, относящиеся к текстилю, которые включают волокна, пряжу, ткани, с целью дальнейшей их

переработки в готовые изделия. Они могут варьировать от небольших предприятий "на задворках" с практическим отсутствием контроля до крупных сложных промышленных производств с всесторонним контролем загрязнения. Процесс переработки сырьевых волокон в готовые текстильные изделия очень сложен; следовательно, большая часть текстильных фабрик является специализированными предприятиями (ЕРА, 1997). Текстильная промышленность выделена как потенциальный источник ПХДД/ПХДФ по следующим причинам:

- Пестициды, такие как пентахлорфенол, которые, как известно, загрязнены ПХДД/ПХДФ, могут попасть на предприятие с сырьем, например, хлопком, обработанным ПХФ.
- Красители на основе хлоранила могут применяться для окрашивания текстиля.
- В отделочных процессах могут использоваться хлорированные химические вещества, загрязненные ПХДД/ПХДФ, а процессы промывки в щелочной среде являются составной частью процессов окончательной отделки текстильных изделий.
- Большие объемы стоков поступают в окружающую среду.

Плетеное и трикотажное полотно не может быть превращено в готовые изделия без прохождения полотном нескольких мокрых процессов обработки (известных также как отделочные процессы), в которых используются большие количества воды, таких как подготовка волокна, крашение, набивка и отделка. Естественные волокна требуют прохождения большего числа стадий, чем искусственные. Образуются относительно большие объемы сточных вод, содержащие широкий набор загрязняющих веществ, которые до своего удаления должны быть очищены. Для подогрева и охлаждения ванн для химической обработки и сушки волокна и пряжи необходимы большие затраты энергии.

Подготовка ткани требует расклихтовки<sup>1</sup>, промывки<sup>2</sup> и отбеливания, а также опаливания<sup>3</sup> и мерсеризации<sup>4</sup>. Операции крашения используются на разных стадиях производства с тем, чтобы добавить цвет и разнообразие текстильным изделиям, для увеличения их ценности в качестве продукта. Красители, используемые в текстильной промышленности, в большинстве своем, синтетические. Отделка включает в себя химическую или механическую обработку.

До настоящего времени самый большой поток отходов из текстильной промышленности уходил со сточными водами. Большие объемы отходов включают промывочные воды процессов подготовки и непрерывного крашения, щелочные отходы подготовки и партии отходов красителей, содержащие большие количества соли, кислоты или щелочи.

Из 635000 метрических тонн красителей, ежегодно производимых во всем мире, около 10-15% удаляется в стоки процессов крашения. Однако красители в стоках могут быть

---

<sup>1</sup> Для удаления аппретирующих материалов перед ткачеством.

<sup>2</sup> Процесс очистки, удаляющий примеси из волокон, пряжи или полотна путем промывания. Обычно в процессе применяются щелочные растворы.

<sup>3</sup> Удаляет нежелательные окрашенные субстраты из волокна, пряжи или полотна. Наиболее распространенными отбеливающими средствами являются перекись водорода, гипохлорит натрия, хлорит натрия и газообразный диоксид серы. Перекись водорода - наиболее распространенное средство отбеливания хлопка и хлопкосодержащих материалов.

<sup>4</sup> Процесс разработан для химического или механического изменения волокна путем пропускания его через 15-20% раствор каустической соды.

химически связаны с волокнами тканей. Средняя наработка стоков для крупного централизованного промышленного предприятия в США оценивается от 3,8 до 7,5 миллионов литров в день (один и два миллиона галлонов в день). Процессы крашения и ополаскивания при дисперсном крашении дают около 100-140 литров стоков на кг продукта (12-17 галлонов сточных вод на фунт). Сходные процессы при химически активном и прямом окрашивании приводят к образованию еще больших количеств стоков, около 125-170 л стоков на кг продукта (15-20 галлонов на фунт продукта) (EPA, 1997).

Основываясь на анализе 16 проб из Германии, было сделано заключение о том, что концентрация ПХДД/ПХДФ при этих отделочных процессах значительно не возрастает: средние концентрации, обнаруженные в готовом хлопке, составили  $0,21 \pm 0,10$  нг М-ТЭ/кг с медианой 0,20 нг М-ТЭ/кг (Horstmann, 1994). Эти результаты были подтверждены при случайном анализе проб хлопка-сырца и предварительно обработанного хлопка, прибывающего в гавань Гамбурга, который содержал 0,03-0,2 нг М-ТЭ/кг ПХДД/ПХДФ (Hutzinger и др., 1995; FNN, 1995).

Источники ПХДД/ПХДФ в готовых продуктах могут возникать в результате:

- Применения хлорированных химических веществ, особенно ПХФ, для защиты сырья (хлопка, шерсти и других волокон, кожи и др.);
- Применения красителей, загрязненных диоксинами;
- Образования ПХДД/ПХДФ при отделочной обработке.

В то время как имеется много данных по концентрациям ПХДД/ПХДФ в готовых изделиях (текстильных), нет данных по остаткам и сточным водам. Следовательно, факторы эмиссии могут быть представлены только как верхние и нижние границы для готового продукта.

Таблица 61: Фактор эмиссии для текстильной промышленности

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т текстильных изделий				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Верхний предел	НП	НО	НП	100	НО
2. Нижний предел	НП	НО	НП	0,1	НО

#### 6.7.4.1 Поступление в воздух

Нет свидетельств тому, что в результате работы текстильных предприятий происходит поступление ПХДД/ПХДФ в воздух; следовательно, фактор эмиссии не установлен. Эмиссии при производстве пара и электроэнергии следует рассматривать в соответствии с Разделом 6.3.

#### 6.7.4.2 Поступление в воду

Данных не имеется, факторы эмиссии не могут быть рассчитаны. При изучении отделочных процессах в Германии концентраций, поддающихся количественному определению, не обнаружено.

Поступление в воду будет зависеть от материалов и химических веществ, применяемых в процессе или наносимых на сырьевые материалы, а также от использующейся очистки стоков. Очевидно, что возможны выбросы ПХДД/ПХДФ там, где плохо

контролируются стоки, и присутствуют большие количества определенных химических веществ.

#### 6.7.4.3 Поступление в продукты

Выявить загрязненные диоксинами волокна, шерсть или текстильные изделия с помощью простого индикатора не представляется возможным. В то время как в большинстве образцов необработанного текстиля были обнаружены концентрации ниже 1 нг М-ТЭ/кг (средние значения около 0,2 нг М-ТЭ/кг), встречались также образцы с высокими уровнями загрязнения. Например, концентрация 244 нг М-ТЭ/кг была обнаружена в отбеленном полиэстере, 370 нг М-ТЭ/кг - в подсиненном хлопке (Horstmann, 1994) и 86 нг М-ТЭ/кг - в шерсти (Mayer, 1998). В гомологических профилях всех сильно загрязненных образцов доминировали высокохлорированные ПХДД и ПХДФ (С<sub>17</sub> и С<sub>18</sub>). Они являются индикаторами биоцидного пентахлорфенола и красителей на основе хлоранила, как источников загрязнения. Однако, как подтверждают несколько проведенных анализов, корреляции между ПХФ и концентрациями ПХДД/ПХДФ в текстильных изделиях нет, хотя и конфигурация диоксинов четко показывает на ПХФ как на источник загрязнения. Эти результаты объяснимы, так как пентахлорфенол является водорастворимым соединением и удаляется из процессов отделки и конечной промывки, в то время как ПХДД/ПХДФ адсорбируются на волокна и остаются в текстильных изделиях (Horstmann и McLachan, 1995b; Klasmeier и McLachan, 1998).

#### 6.7.4.4 Поступление в остатки

В зависимости от описанных выше факторов, илы, образующиеся при очистке стоков или на технологических этапах процесса, могут содержать ПХДД/ПХДФ. В настоящее время результатов измерений не имеется.

#### 6.7.5 Обработка кожи

До сих пор сообщений о загрязнении ПХДД/ПХДФ на кожевенных предприятиях или вблизи них не поступало. Однако сообщалось о загрязнении коммерческих кожаных продуктов, и, основываясь на конфигурации профиля ПХДД/ПХДФ, можно предположить, что источником загрязнения является ПХФ. Это предположение подчеркивает тот факт, что со времени запрета ПХФ в Германии в 1989 году<sup>1</sup> концентрации ПХДД/ПХДФ в товарах из кожи снизились.

В отличие от текстильных изделий, ПХФ, однажды примененный для кожи, не может быть легко удален в процессе промывки. В кожаных нагрудных кошельках наблюдались концентрации ПХДД/ПХДФ до 430 нг М-ТЭ/кг, в кожаных ботинках до 6400 нг М-ТЭ/кг (Malisch, 1994b). Хотя во многих странах применение ПХФ снизилось, по крайней мере, в обуви концентрации ПХДД/ПХДФ не уменьшились: в Германии в 1991 году были обнаружены максимальные концентрации 2100 и 3000 нг М-ТЭ/кг, соответственно, в кожаных туфлях, купленных в 1991 году. В 1996 году продолжали встречаться чрезвычайно повышенные концентрации (Klasmeier и McLachan, 1997). Для кожаных изделий концентрации ПХФ коррелируют с концентрациями ПХДД/ПХДФ, по крайней мере, качественно. Гомологические и структурные профили и конфигурации явно показывают, что источником загрязнения диоксинами является ПХФ.

<sup>1</sup> установившего максимальную концентрацию в конечном продукте 5 мг ПХФ/кг конечного продукта.

В Руководстве на настоящий момент представлены факторы эмиссии только для конечного продукта. Данных по стокам или отходам не имеется. Ожидается, что эмиссии в воздух незначительны. Поступление в воду и с остатками может быть значительным.

Таблица 62: Факторы эмиссии для кожевенной промышленности

Классификация	Факторы эмиссии – мкг ТЭ/т				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Верхний предел	НП	НО	НП	1000	НО
Нижний предел	НП	НО	НП	10	НО

## 6.8 Основная категория 8 –Разное

Эта категория включает восемь процессов, которые не могут быть отнесены к другим основным категориям источников. Рассматриваемые подкатегории показаны в Таблице 63.

В этот Раздел также включены два процесса (сушка зеленого корма и коптильни), которые можно рассматривать как процессы сжигания, например, сжигание отходов древесины – Раздел 6.1.6 или отопление жилища и приготовление пищи – Раздел 6.3.4). Они рассматриваются в настоящем Разделе, поскольку сушка зеленого корма может оказать существенное влияние на концентрации ПХДД/ПХДФ в кормах и продуктах питания, а следовательно, оказать воздействие на человека, как это было недавно продемонстрировано в Германии. Также, несмотря на то, что этот процесс хорошо не изучен, копчение мяса и рыбы может привести к высоким концентрациям ПХДД/ПХДФ в продуктах питания, а впоследствии непосредственно повлиять на их уровни в организме человека.

Таблица 63: Подкатегории Основной категории 8 - Разное

№	Основные категории и подкатегории	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
<b>8</b>	<b>Разное</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
a	Сушка биомассы (зеленый корм, древесная щепа)	x			x	
b	Крематории	x				X
c	Коптильни	x			x	X
d	Химическая чистка		x		x	x
e	Табакокурение	x				

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части III включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(g) Крематории	6.8.2

### 6.8.1 Сушка биомассы

Сушка биомассы, например, древесной щепы или зеленого корма, осуществляется в барабанах или на открытом воздухе. В отсутствие данных измерений копра и прочая биомасса, применяемая локально, очень часто на экспорт, будет включена в эту категорию в Подкатегию а.

В контролируемых условиях будет использоваться чистое топливо, например, древесина. В недавнем случае, происшедшем в Германии, когда в качестве топлива

применялась загрязненная древесина, результатом явились очень высокие концентрации ПХДД/ПХДФ в зеленой кормовой муке. Установлено три категории, как показано в Таблице 64.

Сушка зеленого корма с использованием некачественного топлива, например, пропитанной древесины, использованных текстильных изделий, ковров и др., может привести к загрязнению продукта. В результате загрязнение ПХДД/ПХДФ перейдет в корма и в пищевую цепочку человека. Загрузка надлежащего топлива в процесс является вопросом управления в целях недопущения загрязнения.

Таблица 64: Факторы эмиссии для сушки биомассы

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т продукта*				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Незагрязненная древесина	0,007	НП	НО	0,1	НО
2. Зеленый корм	0,1	НП	НО	0,1	НО
3. Биомасса, обработанная ПХФ или другим образом	10	НП	НО	0,5	НО

\*- после сушки

#### 6.8.1.1 Поступление в воздух

Измеренные концентрации в воздухе находились в диапазоне от 0,005 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> до 3,51 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> с медианой 0,16 нг М-ТЭ/Нм<sup>3</sup> (LUA, 1997). Очень высокие концентрации были обнаружены, когда в качестве топлива для сушки зеленого корма использовалась пропитанная ПХФ древесина.

#### 6.8.1.2 Поступление в продукты

Концентрации в продукте, например, чистой древесине, близки к пределу обнаружения (около 0,1 нг М-ТЭ/кг), и эта величина, как показали биологические наблюдения и исследования, проведенные на валлийском плевеле, может использоваться как показатель концентрации в кормах. Концентрации, обнаруженные в высушенном продукте при использовании загрязненной древесины, составляли от 0,3 до 0,8 нг М-ТЭ/кг сухого вещества. Следует применять фактор эмиссии 0,5 мкг М-ТЭ/т, если в качестве топлива применялась пропитанная ПХФ древесина, и 0,1 мкг М-ТЭ/т, если использовалось незагрязненное топливо.

#### 6.8.2 Крематории

Кремация является обычной практикой удаления усопших сжиганием во многих обществах. Основными составляющими для кремации являются механизм загрузки гроба (и тела), основная камера сгорания, иногда досжигательная камера, в некоторых случаях пылеуловитель или более сложная система очистки газов. В конечном счете, газы выводятся через трубу. Большинство печей работают на природной нефти или природном газе, некоторые работают на электричестве. Крематории обычно расположены в городах и близко к населенным районам, а трубы, как правило, относительно низки. Оба этих фактора приводят к сравнительно быстрому действию на окружающую среду и человека.

Установки могут совсем не иметь систем очистки дымовых газов, более передовые установки имеют вторичные досжигательные камеры для обеспечения хорошего выгорания газов и могут быть оснащены системами пылеулавливания (циклонами,

электростатическими осадителями). В современных крематориях имеется сложное оборудование контроля загрязнения воздуха, например, проводится вдувание адсорбента или катализаторов для удаления или уничтожения ПХДД/ПХДФ. С таким оборудованием может быть соблюдена концентрация эмиссий в  $0,1 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$  (законодательно установленная в Германии предельная величина, 27<sup>th</sup> BImSchV). Эмиссии крематориев без какого-либо контроля загрязнения воздуха могут быть до  $50 \text{ нг М-ТЭ/Нм}^3$  (11%O<sub>2</sub>). Производительность варьирует от 2 до 70 кремаций в день. В среднем, для одной кремации необходимо 70 минут. Объемы дымовых газов колеблются в диапазоне приблизительно от  $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Сообщалось о концентрациях в зольной пыли мультициклона или пыли, уловленной фильтрами, в диапазоне от 1000 до 2500 нг М-ТЭ/кг (LUA, 1997; бельгийские данные). По данным из Голландии, за одну кремацию образуется 75 г летучей зольной пыли с концентрацией 35000 нг ТЭ/кг.

В рамках проекта по отбору проб и проведению анализа в Таиланде были измерены концентрации в дымовых газах и золе крематория, который состоял из первичной камеры с огнеупорной футеровкой и вторичной камерой с досжигателем. Обе камеры работали на легком нефтяном топливе. Газы направлялись в высланный огнеупорным материалом газопровод, который шел через подземный кирпичный газовый канал и выходил в футерованную кирпичом трубу, которая находилась приблизительно в пятнадцати метрах от печи (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

Таблица 65: Факторы эмиссии для крематориев

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ на кремацию				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Отсутствие контроля	90	НП	НП	НП	НО
2. Контроль среднего уровня	10	НП	НП	НП	2,5
3. Оптимальный контроль	0,4	НП	НП	НП	2,5

### 6.8.2.1 Поступление в воздух

Следует выбирать факторы эмиссии для класса 1, если условия горения плохие (например, температуры ниже  $850^\circ\text{C}$ , неконтролируемый поток воздуха для горения и др.), если пластмассы или другие декоративные материалы сжигают вместе с гробом, древесина, из которой сделан гроб, пропитана защитными средствами, или если на месте нет системы очистки дымовых газов. Факторы эмиссии для класса 2 следует применять, если условия горения лучше – температуры устойчиво выше  $850^\circ\text{C}$ , поток воздуха для горения контролируется, отсутствуют пластмассы и другие проблемные материалы, а также на месте проводится какое-либо пылеулавливание. Факторы эмиссии для класса 3 следует применять при наличии функционирующей современной системы контроля загрязнения воздуха.

Концентрации ПХДД/ПХДФ в трубе крематория в Таиланде варьировали от 10,5 до  $28,6 \text{ нг М-ТЭ/м}^3$  со средней величиной в  $17,6 \text{ нг ТЭ/м}^3$  (при 11% O<sub>2</sub>). Эти концентрации дали фактор эмиссии 18 мкг ТЭ/на единицу кремированных останков. Поскольку крематорий был оснащен досжигателем, он был отнесен к классу 2 с фактором эмиссии в 10 мкг ТЭ/единицу кремированных останков; следовательно, он попадал в установленный диапазон эмиссий. Фактически измеренный фактор эмиссии был несколько выше, чем ожидалось, что можно объяснить тем, что длинный подземный

газоход крематория способствовал повторному образованию ПХДД/ПХДФ в "температурном окне", что, таким образом, приводило к повышению концентраций ПХДД/ПХДФ в дымовом газе (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002).

#### 6.8.2.2 Поступление в воду

Как правило, в крематориях не используются мокрые скрубберы или тушение водой, а следовательно, сбросов в воду не происходит. Если используются мокрые скрубберы, то сточные воды могут попасть в местные канализационные системы или быть сброшены без предварительного сбора. Примеры из Западной Европы показывают, что, как правило, применяются системы контроля загрязнения без образования стоков, в которых происходит испарение стоков внутри установки.

#### 6.8.2.3 Поступление в почву

Поступления в почву не происходит.

#### 6.8.2.4 Поступление в продукты

Продуктов не образуется.

#### 6.8.2.5 Поступление в остатки

Плохие условия горения приводят к неполному сгоранию органического углерода и к повышенным концентрациям в летучей зольной пыли и печной золе. Концентрации ПХДД/ПХДФ в печной золе, собранной в крематории в Таиланде, составили 44 и 48 нг М-ТЭ/кг золы (UNEP, 2001; Fiedler и др., 2002). Однако недостаточные данные не позволяют установить фактор эмиссии.

### 6.8.3 Коптильни

Копчение продуктов питания для сохранения мяса и рыбы является обычной практикой во многих странах. Поскольку коптильни обычно представляют собой небольшие установки, условия горения могут не быть оптимальными, а топливо – в большинстве случаев древесина – может послужить причиной образования диоксинов.

Таблица 66: Факторы эмиссии для коптилен

Классификация	Факторы эмиссии				
	Воздух мкг/т	Вода	Почва	Продукт нг ТЭ/кг	Остаток мкг ТЭ/т остатка
1. Пропитанная древесина в качестве топлива	50	НП	НП	НО	Аналогично сжиганию древесины
2. Чистое топливо, отсутствие досжигателя	6	НП	НП	НО	
3. Чистое топливо, наличие досжигателя	0,6	НП	НП	НО	

#### 6.8.3.1 Поступление в воздух

Данные о концентрациях ПХДД/ПХДФ в отходящих газах коптилен были опубликованы в Германии (LAI, 1993). Обычная камера, в которой происходит

обработка дымом, выделяет около 300 м<sup>3</sup>/час, а ее производительность составляет 50 кг продукта в час. Объем дымовых газов составляет 6000 м<sup>3</sup>/т продукта. С данными измерений 1,02 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для коптильни без термического досжигания и 0,1 нг ТЭ/м<sup>3</sup> для коптильни с термическим досжиганием были разработаны факторы эмиссии для классов 2 и 3. Фактор эмиссии для класса 1 следует применять в случае, если используется пропитанная древесина. Фактор эмиссии для класса 2 следует применять, если используется чистая древесина.

#### 6.8.3.2 Поступление в воду

Как правило, в коптильнях не применяются мокрые скрубберы, следовательно, сбросов в воду не происходит.

#### 6.8.3.3 Поступление в почву

Поступления в почву не происходит.

#### 6.8.3.4 Поступление в продукты

Проводятся систематические измерения уровней в копченном мясе и копченой рыбе. В нескольких случаях результаты измерений показали увеличение концентраций диоксинов в продуктах питания. Однако концентрация в продукте питания определяется его происхождением (более высокие концентрации в говядине и баранине, меньшие в свинине, очень различные, до крайне высоких, в рыбе).

#### 6.8.3.5 Поступление в отатки

Факторы эмиссии такие же, как и для сжигания древесины.

### 6.8.4 Химическая чистка

ПХДД/ПХДФ были обнаружены в остатках дистилляции после химической чистки (чистки текстильных изделий растворителями, а не стиркой их в воде). При загрязнении текстильных изделий ПХДД/ПХДФ источником загрязнения было признано использование ПХФ в качестве биоцида для защиты текстильного изделия или сырья (шерсти, хлопка и др.) или использование красителей. В самом процессе химической чистки никаких ПХДД/ПХДФ не образуется. Во время процесса химической чистки загрязнение ПХДД/ПХДФ удаляется из текстильных изделий и переходит в растворитель. Для восстановления и повторного применения растворитель подвергают процессу дистилляции, а ПХДД/ПХДФ концентрируются в остатках дистилляции, которые обычно удаляют. Подробное исследование показало, что на концентрации ПХДД/ПХДФ в остатках дистилляции не влияет вид примененного в процессе химической чистки растворителя. Следовательно, выбор растворителя влияет незначительно; обычными растворителями являются перхлорэтилен, бензин и фторуглероды.

Таблица 67: Факторы эмиссии для остатков химической чистки

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т остатка дистилляции				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Тяжелые текстильные изделия, обработанные ПХФ, др.	НП	НП	НО	НО	3000
2. Обычный текстиль	НП	НП	НО	НО	50

#### 6.8.4.1 Поступление в воду

Поступления в воду не ожидается.

#### 6.8.4.2 Поступление в почву

Поступления в почву не ожидается.

#### 6.8.4.3 Поступление в продукты

Продуктов не образуется (беспокойство вызывают только остатки дистилляции).

#### 6.8.4.4 Поступление в остатки

Фактор эмиссии для класса 1 следует применять, если процессу чистки подвергается тяжелый текстиль, например, ковры или тяжелые занавески, которые, как подозревается, были обработаны ПХФ (на это может указать страна происхождения) или спецодежда рабочих с производств, где присутствует загрязнение диоксинами. Фактор эмиссии для класса 2 следует применять, если химической чистке в системе подвергаются обычные текстильные изделия.

Следует отмечать очистку остатков.

### 6.8.5 Табакокурение

Как и любой другой термический процесс, "сжигание" сигарет и сигар приводит к образованию ПХДД/ПХДФ. Исследования десяти наиболее популярных в Германии марок показали "эмиссии" в 0,1 пг М-ТЭ на сигарету. Результатов по сигарам не имеется. Рассматривается только поступление в воздух, все прочие поступления незначительны.

Таблица 68: Факторы эмиссии для табакокурения

Классификация	Факторы эмиссии - пг М-ТЭ на сигару или сигарету				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Сигара	0,3	НП	НП	НП	НП
2. Сигарета	0,1	НП	НП	НП	НП

#### 6.8.5.1 Поступление в воздух

Факторы эмиссии говорят сами за себя. Фактор эмиссии для сигар определяется большим количеством выкуренного табака. Количество табака в сигаре может быть в 2-20 раз больше количества табака в сигарете.

#### 6.8.5.2 Поступление в воду

Не существенно.

#### 6.8.5.3 Поступление в почву

Не существенно.

#### 6.8.5.4 Поступление в продукты

Продуктов не производится.

*6.8.5.5 Поступление в остатки*

Не относится к рассматриваемому вопросу.

## 6.9 Основная категория 9 – Удаление/Захоронение

То, каким образом обращаются с отходами и как их захоранивают, может серьезно влиять на образование и выбросы ПХДД/ПХДФ. В предыдущих Разделах было описано множество процессов, которые приводят к образованию остатков, содержащих ПХДД/ПХДФ. Судьба этих остатков, например, их захоронение в безопасные хранилища, уничтожение (термическим методом или химическим обеззараживанием) или выброс в окружающую среду, например, простой сброс стоков в реки, озера или океаны, может привести к поступлению этих загрязнителей в окружающую среду в количествах от незначительных до существенных. Всякое удаление диоксин-содержащих остатков следует указывать. В экстремальных случаях неправильное обращение с остатками может привести к высоким уровням воздействия ПХДД/ПХДФ. Среди недавних примеров - случай с бельгийскими цыплятами, когда небольшое количество масла ПХБ (загрязненное ПХДФ) было рециркулировано для последующего использования в жирах при производстве кормов, или использование загрязненного известняка в производстве кормов для животных (EU SCAN, 2000).

В этом Разделе рассматриваются некоторые возможности удаления, отличные от сжигания или термической рециркуляции. Причиной присутствия ПХДД/ПХДФ является то, что диоксины и фураны, образовавшиеся в других процессах, были сконцентрированы или рассеяны в результате хозяйственных операций, описанных в Таблице 69. Примеры продуктов, загрязненных ПХДД/ПХДФ, рассматривались ранее, особенно в Разделе 6.7. Присутствие ПХДД/ПХДФ в окружающей человека среде в виде потребительских товаров и остатков, включая домашнюю пыль, приводит к тому, что "нормальные" бытовые отходы содержат ПХДД/ПХДФ. Данных о концентрациях ПХДД/ПХДФ в твердых бытовых отходах имеется мало: величины варьируют от относительно низких концентраций порядка нескольких нг М-ТЭ/кг до концентраций свыше 100 нг М-ТЭ/кг, с максимальными концентрациями еще на несколько порядков выше (особенно, если присутствует пылевая фракция). В Германии в начале 90-х годов была измерена средняя концентрация 50 нг М-ТЭ/кг, а в Великобритании в середине 90-х годов средняя величина измерений составила 6 нг М-ТЭ/кг. Поскольку состав отходов значительно варьирует по странам и в течение года (с более высокими количествами растительного материала летом), а эмиссии или применение продукта меняются, следует учитывать колебания значений во времени. Временные тенденции претерпевают изменения при модификации планов организационной деятельности в отношении отходов, например, при установке системы переработки макулатуры и картона (газет, офисных бумаг, упаковочной бумаги) или стекла, консервных банок и др., или при развитии компостирования для удаления компостируемых фракций из отходов, подлежащих захоронению или отправлению на свалку. С другой стороны, с экономическим развитием увеличивается количество пластмассовых материалов различных видов и композитных материалов, которые должны быть удалены в конце срока своей службы. Наконец, очень сложно или практически невозможно произвести отбор характерной пробы и определить в ней концентрацию ПХДД/ПХДФ.

Таблица 69: Подкатегории Основной категории 9 – Удаление

№	Основные категории и подкатегории	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
9	Удаление		X	X	X	
a	Захоронения и свалки отходов		x			
b	Канализация/ переработка канализационных стоков	(x)	x	x	x	x
c	Сброс в открытые водоемы (например, в реки, озера и океаны)		x			
d	Компостирование			x	x	
e	Очистка отработанного масла (не термическая)	x	x	x	x	x

### Значимость вопроса в соответствии со Статьей 5, Приложением С Стокгольмской конвенции

В соответствии с положениями Статьи 5, источники в данной категории могут классифицироваться следующим образом:

#### Категории источников Приложения С Части III включают:

Категория источника	Раздел в руководстве
(g) Предприятия по переработке отработанных масел	6.9.4

### 6.9.1 Захоронения и свалки отходов

В Руководстве под захоронениями и свалками отходов подразумеваются места, где отходы удаляют захоронением в землю или складированием на поверхности. В Руководстве под захоронением понимают контролируемый инженерно оснащенный участок хранения отходов при учете поступления/типов отходов, мест расположения различных типов отходов и управления (сбор газов и вод и др.), в то время как свалка, как правило, не подпадает под регламентирование, обычно содержит смешанные отходы, удаляемые без применения какого-либо оборудования по предотвращению загрязнения.

Разрушение органических материалов происходит на захоронении и на свалке, что приводит к образованию газов (с основным компонентом в виде метана). Просачивание воды через отходы приводит к образованию фильтрата. Когда системы сбора не установлены, газы и фильтрат бесконтрольно выходят с места захоронения.

Следует с осторожностью подходить к расчету эмиссий горящих захоронений и свалок. В Руководстве различают использование газа из отходов (метана, образующегося при разложении отходов) для целей производства энергии, и горения на захоронении, вызванного воспламенением. В первом случае, когда газы собирают и сжигают в факеле или в простом устройстве, сжигание газа из отходов считается производством

энергии и, следовательно, попадает в Подкатеорию 6.3.3. Для целей Руководство не имеет значения, используется ли такая "энергия" или нет. Горение на захоронениях или свалках в подкатегории 6.6.2 относится к ситуации, когда горят сами отходы. В этом контексте не имеет значения, начался пожар самовозгоранием метана и др. (=самопроизвольное горение в местах захоронения), или участок захоронения был преднамеренно подожжен, например, для создания свободного пространства для вновь поступающих отходов. Уровень эмиссий будет определяться длительностью горения отходов и количеством горящих отходов.

Таблица 70: Факторы эмиссии для захоронений и свалок

Классификация	Факторы эмиссии - пг ТЭ/л выходящих вод или выходящего фильтрата				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Опасные отходы	0	200	НП	НП	НП
2. Неопасные отходы	0	30	НП	НП	НП

### 6.9.1.1 Поступление в воздух

В среднем, одна тонна обычных бытовых отходов на захоронении дает 150 м<sup>3</sup> газа (европейские отходы) за период в 10-20 лет (или даже больше). Образование газов в наибольших объемах происходит в течение первых нескольких лет после удаления отходов. Измерения газов из мест захоронений не дали каких-либо концентраций ПХДД/ПХДФ, поддающихся количественному выражению. Концентрации ПХДД/ПХДФ были обнаружены при сжигании в факелах и при работе газовых моторов (см. Главу 6.3.3). В неочищенном газе из мест захоронений ПХДД/ПХДФ количественно не определялись. От подобного рода деятельности не ожидается поступления в воздух измеримых количеств ПХДД/ПХДФ.

### 6.9.1.2 Поступление в воду

Фильтрат или воды, просочившиеся из мест захоронений и свалок, могут содержать ПХДД/ПХДФ. Имеются ограниченные данные о концентрациях ПХДД/ПХДФ в фильтрате. ПХДД/ПХДФ, скорее всего, будут сконцентрированы в маслянистой фазе фильтрата; маслянистая фаза находится сверху или снизу водной фазы. До сих пор анализ водной фазы просочившейся воды не показал каких-либо ПХДД/ПХДФ в водах ни из мест бытовых и смешанных захоронений, ни из мест захоронения опасных отходов.

Данные пяти захоронений в Новой Зеландии находились в диапазоне от 7,5 до 221 пг М-ТЭ/л. В новозеландском реестре (NZ, 2000) диапазон подразделяют на 14-48,3 пг М-ТЭ/л для небольших и средних захоронений до 7,5-221 пг М-ТЭ/л для крупных захоронений. Наивысшие концентрации были зарегистрированы на захоронении, значительную часть которого составляли промышленные и потенциально опасные отходы.

В Руководстве предложены две категории: класс 1 с фактором эмиссии 200 пг М-ТЭ/л для захоронений, которые могут содержать опасные отходы, и класс 2 с фактором эмиссии 30 пг М-ТЭ/л для захоронений, состоящих из неопасных бытовых отходов.

### 6.9.1.3 Поступление в почву

Загрязнение почвы может произойти на плохо контролируемых свалках и захоронениях.

### 6.9.1.4 Поступление в продукты

Продукта не образуется.

### 6.9.1.5 Поступление в остатки

В целом, остатка не образуется. ПХДД/ПХДФ, присутствующие в захоронениях, служат как хранилище и потенциальный источник в будущем. Количества ПХДД/ПХДФ, присутствующие в местах захоронения отходов и на свалках, будут определяться уровнем выброса диоксинов в стране. Странам, нарабатывающим мало диоксинов, следует применять фактор эмиссии в 6 мкг ТЭ/т бытовых отходов, удаляемых на захоронение, в то время как для стран, обладающих значимыми источниками ПХДД/ПХДФ, следует применять фактор эмиссии в 50 мкг ТЭ/т бытовых отходов. В этой подкатегории может быть количественно оценена только историческая загрузка.

## 6.9.2 Канализация и переработка канализационных стоков

В данный раздел включают водные сбросы, собираемые в центральной системе. Окончательный сброс может идти с очисткой этих стоков или без нее, с наработкой илов или без таковой. Прямой сброс в окружающую среду рассматривается в разделе 6.9.3.

Канализационный ил, который здесь рассматривается, представляет собой твердый остаток очистки сточных вод – особенно вод, образующихся при удалении нечистот и бытовых стоков. Сточные воды могут включать отходы жизнедеятельности человека (канализация), воду, образующуюся при мытье людей и стирке белья, в некоторых случаях паводковые стоки и стоки промышленных предприятий, поступающие в канализацию. Поскольку, по большей части, загрязнение ила вызвано иными процессами или продуктами<sup>1</sup>, канализационные илы могут рассматриваться как отстойники ПХДД/ПХДФ, образовавшихся ранее и поступивших из других источников. Однако определенное обращение с илами может привести к выбросам ПХДД/ПХДФ. Концентрации в канализационном иле исследовали в нескольких странах. Такие страны, как Германия и Австрия, обладающие действующим законодательством, проводят регулярный анализ канализационного ила на наличие в нем ПХДД/ПХДФ. В этом Разделе рассматриваются только илы бытовой канализации. Илы из производственных процессов, например, целлюлозно-бумажной промышленности представлены в соответствующих подкатегориях (в основном, в Разделе 6.7.1).

Количества ПХДД/ПХДФ, поступающих в канализационную систему или на станции очистки, зависят от источников стоков. Системы очистки стоков имеют различное устройство, от простого направления стока на свалку (возможно, в море) без какой-либо очистки, простого удаления больших твердых частиц (в прудах-отстойниках или

---

<sup>1</sup> Мы знаем о том, что некоторые авторы сообщали о биогенном образовании ПХДД/ПХДФ в канализационном иле. Однако доля биологического образования очень мала и не может быть количественно выражена посредством факторов эмиссии. Кроме того, также не рассматривается вопрос биодеградации ПХДД/ПХДФ во время ферментации. ПХДД/ПХДФ также могут образоваться там, где ил термически высушивается.

при грубом просеивании) до биологической очистки и осаждения. В некоторых случаях могут применяться последующие стадии очистки.

Количество ПХДД/ПХДФ, поступающих в канализационную систему или на очистную станцию, зависит от источников стоков. Стоки, поступающие в канализацию, могут сильно различаться, а, следовательно, какие-либо оценки затруднены. Самые низкие концентрации ожидаются в районах, где отсутствует промышленность и в удаленных областях или областях с неразвитой инфраструктурой. В подобных случаях концентрации ПХДД/ПХДФ в стоке малы (без атмосферного привноса). Низкие концентрации можно ожидать также в странах со строгим контролем сброса промышленных предприятий в канализацию и эффективным контролем ПХФ и др. в текстильных изделиях, а также при отсутствии применения отбеленной хлором туалетной бумаги. Повышенные уровни можно ожидать в городах со смешанной промышленностью и использованием диоксин-содержащих потребительских товаров. Иногда прямые сбросы промышленных стоков (см. Раздел 6.7.2) без какой-либо очистки могут привести к очень высоким уровням ПХДД/ПХДФ в канализационном иле.

При более передовых способах очистки, таких как биологическая очистка, когда производятся илы, большая часть ПХДД/ПХДФ, очевидно, концентрируется в них. На количество ПХДД/ПХДФ в стоках влияет количество взвешенных твердых частиц, остающихся в стоках.

Концентрации ПХДД/ПХДФ в канализационном иле измеряются с конца 1980-х годов, когда Hagenmaier вывел среднюю величину в 200 нг ТЭ/кг с.в. по данным с 43 немецких заводов, перерабатывающих канализационный ил (Hagenmaier, 1988). В последующем было исследовано около 300 заводов; средняя величина по ним составила 50-60 нг ТЭ/кг с.в. (Butzkamm-Erker и Mach, 1990). Для 30-ти швейцарских предприятий, перерабатывающих канализационный ил, Rappe и др. (1994) обнаружил концентрации между 6 и 4100 нг ТЭ/кг с.в., а четыре пробы содержали более 1000 нг М-ТЭ/кг с.в. Как правило, в промышленно развитых странах имеется тенденция к снижению концентраций в канализационном иле вследствие контроля источников образования ПХДД/ПХДФ.

Потенциальные источники ПХДД/ПХДФ в канализационном иле могут включать микробиологическую фракцию, ливневые стоки с городских и сельских площадей, загрязненных использованным продуктом или отложениями предшествующих эмиссий в воздух, бытовые стоки, промышленные стоки и др. Однако в ряде исследований было показано, что стоки, вырабатываемые при стирке и мытье, могут являться важным источником для многих, если не всех, заводов по переработке канализационных илов, которые ведут очистку канализации из мест проживания населения (резюме и ссылки см. US-EPA, 2000).

Концентрации ПХДД/ПХДФ в бытовых стоках варьировали между 0,8 пг М-ТЭ/л и 15 пг М-ТЭ/л. Некоторые фракции, такие как стоки стиральных машин, имеют более высокие концентрации (17-25 пг М-ТЭ/л); прочие стоки, такие как стоки из ванн и душевых кабин содержали более низкие концентрации (2-16 пг М-ТЭ/л) (Horstmann и McLachlan, 1995; Horstmann и др., 1993с)

Таблица 71: Факторы эмиссии для канализационного ила

(Примечание: факторы эмиссии приведены в пг М-ТЭ/л канализационных стоков и в мкг М-ТЭ на тонну наработанного канализационного ила (с.в.=сухого вещества))

Классификация	Факторы эмиссии
---------------	-----------------

	Воздух	Вода пг М- ТЭ/л	Почва	Продукт = Остаток мкг ТЭ/т с.в.
1. Смешанные бытовые и промышленные стоки (с учетом хлора)	НП	5 <sup>а</sup>	НП	1000
	НП	0,5 <sup>б</sup>	НП	1000
2. Городская среда	НП	2 <sup>а</sup>	НП	100
	НП	0,5 <sup>б</sup>	НП	100
3. Отдаленные районы или при контроле поступающих стоков (и действующие на месте системы очистки)	НП	0,1	НП	10

а=без удаления ила; б=с удалением ила

### 6.9.2.1 Поступление в воздух

Поступление в воздух при отсутствии сжигания канализационного ила или другой его термической переработки несущественно.

### 6.9.2.2 Поступление в воду

Стоки очистных станций обычно очень незначительны, а удаление частиц приводит практически к полной ликвидации ПХДД/ПХДФ, поскольку диоксины и фураны тесно связываются с органическим углеродом частиц ила. Фактор эмиссии для высшего класса 1 следует применять там, где наработки ила не происходит, а фактор эмиссии для класса 2 – там, где ведется удаление ила.

### 6.9.2.3 Поступление в почву

Ил, образующийся при очистке, может быть внесен в почву для улучшения ее качества. Если это так, то следует использовать концентрации в продукте.

### 6.9.2.4 Поступление в продукты

Ил можно рассматривать как продукт там, где он вносится в почву в целях улучшения ее свойств. В этих случаях можно говорить о поступлении в почву (см. выше). Ил, удаленный иным образом, является остатком.

Здесь канализационный ил является продуктом, и остатков не образуется. Концентрации для класса 1 следует применять, если помимо обычных бытовых отходов в те же канализационные коллекторы собираются промышленные стоки с потенциальным содержанием диоксинов и фуранов, или если на эту же очистную станцию поступают стоки с крыш и ограниченных территорий с большим количеством тонких частиц. Факторы для класса 2 следует применять для городских, промышленных территорий, а факторы для класса 3 следует использовать для отдаленных территорий с отсутствием поблизости какого-либо известного источника диоксинов (Parre и др., 1996). Факторы эмиссии для класса 3 следует выбирать также в регионах/странах, где действуют регламенты, препятствующие поступлению загрязненных стоков на очистные сооружения (этим объясняется то, почему в крупных европейских городах в илах обнаруживают относительно низкие концентрации).

### 6.9.2.5 Поступление в остатки

Остатком является канализационный ил (образующийся при биологической очистке или в прудах-отстойниках) и грубый материал, удаляемый отстаиванием. Остатка не образуется, если никакой очистки не проводится. В случае если ил вносят в почву, это следует рассматривать как поступление в почву. Если ил сбрасывают в море, то это необходимо указывать.

Одна из азиатских стран провела расчет выбросов ПХДД/ПХДФ в илы, имея в виду то, что наработка ила на заводе по переработке сточных вод обычно составляет 0,4% сырого ила в воде стоков. Стоки, как правило, содержат 3% сухого вещества. Следует применять более высокий или более низкий фактор эмиссии в зависимости от степени индустриализации и присутствия потребительских товаров, загрязненных ПХДД/ПХДФ, а также объемов поступления потенциально загрязненных стоков на завод (Asia Toolkit Workshop, 2002).

### 6.9.3 Сброс в открытые водоемы

Сброс в открытые водоемы является практикой обращения с отходами или стоками и заключительной стадией ряда промышленных или бытовых видов хозяйственной деятельности. В данном разделе рассматриваются только стоки или прочие отходы, сбрасываемые непосредственно в окружающую среду. В большинстве случаев сброс происходит в водные объекты, т.е. реки, озера или океаны.

Так же, как и в предыдущем разделе 6.9.2, в данном разделе 6.9.3 промышленные стоки не отражены, они рассматриваются в разделах для соответствующих отраслей. Следовательно, будет применяться та же классификация сточных вод в зависимости от поступающих концентраций ПХДД/ПХДФ. Здесь, так же как и в разделе 6.9.2, делается попытка охарактеризовать и количественно описать бытовые стоки, офисные стоки, стоки небольших предприятий, а также ливневые стоки с ограниченных пространств, например, автостоянок, улиц и др.

Таблица 72: Факторы эмиссии для сброса в открытые водоемы

Классификация	Факторы эмиссии - пг ТЭ/л				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Смешанные бытовые и промышленные стоки	НП	5	НП	НП	НП
2. Городские стоки	НП	0,5	НП	НП	НП
3. Удаленные от источников загрязнения участки или контроль на поступлении	НП	0,1	НП	НП	НП

#### 6.9.3.1 Поступление в воздух

Не имеет существенного значения.

#### 6.9.3.2 Поступление в воду

Концентрации ПХДД/ПХДФ в бытовых стоках варьируют от 0,8 пг М-ТЭ/л до 15 пг М-ТЭ/л. Некоторые составляющие, например, стоки стиральных машин, характеризуются

более высокими концентрациями (17-25 пг М-ТЭ/л), другие – такие как стоки душевых и ванн – более низкими (2-16 пг М-ТЭ/л).

#### 6.9.3.3 Поступление в почву

Не имеет существенного значения.

#### 6.9.3.4 Поступление в продукты

Не имеет существенного значения, поскольку продукта не образуется.

#### 6.9.3.5 Поступление в остатки

Не имеет существенного значения.

### 6.9.4 Компостирование

Компостирование является распространенным методом удаления отходов, образующихся на кухне, в саду, в парках и других общественных/частных территориях, в сельском и лесном хозяйстве. В принципе, любой органический материал может быть компостирован, и этот процесс удаления хорошо воспринимается общественностью. Процесс компостирования приводит к потере около 50% веса исходного материала. Среднее содержание воды в компосте составляет 30%.

Данные из Европы показывают, что загрязнение компоста ПХДД/ПХДФ может быть высоким, если компостируется без отбора вся органическая фракция. Фракции компостирования с потенциально высокими концентрациями ПХДД/ПХДФ могут включать такие материалы, как содержимое пылесосов или любые тонкие частицы (например, домашнюю пыль), почву с загрязненных участков, вносимую вместе с остатками овощных и других растений, листву с аллеи, подверженную воздействию транспорта, работающего на этилированном бензине, зеленые ветви с кладбищ или другие обработанные пестицидами органические остатки. Эта практика приводит к недопустимому загрязнению конечного продукта, не пригодного для использования в садоводстве. В таких компостах были обнаружены концентрации свыше 100 нг М-ТЭ/кг.

Таблица 73: Факторы эмиссии для компостирования

Классификация	Факторы эмиссии – мкг ТЭ/т сухого вещества			
	Воздух	Вода	Почва	Продукт = Остаток
1. Фракция органических отходов, не подвергшихся отбору	НП	НП	НП	100
2. Кухонные отходы и отходы садоводства	НП	НП	НП	15
3. Растительные материалы из незагрязненных областей	НП	НП	НП	5

#### 6.9.4.1 Поступление в воздух

Эмиссии в воздух очень малы (немного пг на м<sup>3</sup>) и несущественны.

#### 6.9.4.2 Поступление в воду

В процессе компостирования образуется вода. Однако обычно концентрации очень малы и вода в процессе рециркулируется в компост.

#### 6.9.4.3 Поступление в почву

Обычным видом применения компоста является его внесение в почву, следовательно, следует использовать концентрации в продукте.

#### 6.9.4.4 Поступление в продукты

В случае компоста продукт совпадает с остатком. Концентрации для класса 1 следует применять, когда компостируют всю, без отбора, органическую фракцию и включают содержимое пылесосов, копать из труб и печную золу, а также золу, остающуюся после приготовления шашлыка/барбекю. Фактор эмиссии для класса 2 следует применять, если компостируют кухонные и садовые отходы вместе с листвой или хвоей елей из парков и др. Фактор эмиссии для класса 3 следует применять в случаях компостирования остатков овощей и других растений, не обрабатывавшихся хлорированными пестицидами и не имеющими включения тонких твердых частиц.

#### 6.9.5 Удаление отработанного масла (не термическое)

Оценка удаления отработанных масел для реестра диоксинов может быть затруднена по ряду причин. Во-первых, четкого определения "использованных" масел, или "отработанных" масел, нет. Маслянистая или жировая фракция, собранная в масляные фильтры из кафе, ресторанов, различных коммерческих предприятий и др. может собираться и рециркулироваться. Машинные, моторные и др. масла представляют другую категорию, и, наконец, также следует рассматривать масла трансформаторов, которые могут содержать ПХБ. Так как последние обсуждаются в Основной категории 10 (см. Раздел 6.10.6), масла двух первых видов применения рассматриваются в настоящем Разделе.

Первая трудность возникает при получении данных о хозяйственной деятельности, данных о том, как много отработанных масел собирается и перерабатывается в стране. Можно предположить, что нелегальная часть этой деятельности составляет большую долю (и остается неизвестной). Некоторые отработанные масла могут использоваться в качестве альтернативного топлива в других процессах и должны учитываться при рассмотрении последних, например, при производстве асфальта, в цементных печах, на кирпичных заводах и др., некоторые могут смешиваться с тяжелым нефтяным топливом (мазутом) – с предшествующей очисткой или без нее - и применяться в двигателях, например, на судах. В Руководстве подобные виды использования рассматриваются в Разделе 6.5.4; также там приведены некоторые из имеющихся концентраций эмиссий.

Управление в области масел, загрязненных ПХДД, ПХДФ или ПХБ, может привести к воздействию их на персонал, занимающийся их сбором или какими-либо другими работами с ними. Во время хранения и работы с ними могут произойти диффузные эмиссии. Загрязнение окружающей среды может произойти в результате утечек загрязненных масел. Остатки процессов рециркуляции могут содержать высокие концентрации ПХДД/ПХДФ. Неправильное удаление может привести к загрязнению почвы или воды. Можно предположить, что следует провести их оценку с учетом особенностей мест их локализации или конкретного процесса.

В настоящее время не представляется возможным привести фактор эмиссии для какой-либо среды поступления.

## 6.10 Основная категория 10 – "Горячие точки"

В этом Разделе представлен характеристический список видов хозяйственной деятельности, которые могут привести к загрязнению почв или отложений ПХДД/ПХДФ. Если один из приведенных ниже видов деятельности имел место или существует на настоящий момент, имеется большая вероятность определить загрязнение ПХДД/ПХДФ. Количественные значения не могут быть приведены, но во многих случаях концентрации на несколько порядков превышают фоновые. Каждая из таких потенциальных "горячих точек" требует проведения на месте специфической оценки, начинающейся с исторического анализа видов деятельности, которые имели место в прошлом или ведутся в настоящее время, и которые могли бы вызвать загрязнение. В этой связи важно оценить порядок величин, например, произведенных или используемых химических веществ, временных рамок деятельности (месяцы, годы, декады).

### 6.10.1 Места производства хлорированных органических соединений

Существует высокая вероятность загрязнения зданий и почвы на местах, где ведется или велось производство хлорированных органических соединений. Самые высокие концентрации ПХДД/ПХДФ, как ожидается, связаны с производством хлорированных фенолов и их производных. Если осуществлялся сток в водоемы, отложения ниже выпускной трубы могут быть загрязнены ПХДД и ПХДФ. Если сточные воды осаждаются в прудах, их отложения или илы могут содержать высокие концентрации ПХДД/ПХДФ.

### 6.10.2 Места производства хлора

Производство хлора с использованием электролизеров в ртутном процессе и графитовых анодов приводит к загрязнению ПХДД/ПХДФ остатков. Обнаруживалось загрязнение до 30 мг ТЭ/кг остатка. Графитовые аноды до своей замены в 70-х годах металлическими анодами использовались исключительно в производстве хлора. Графитовые аноды состояли из различных типов частиц кокса, смешанного с вяжущей смолой. На анодах вместе с хлором высвобождался кислород, который вступал в реакцию с графитом с образованием монооксида углерода и диоксида углерода. Этот электродный износ был причиной потребления около 2 кг графита на тонну хлора, произведенного из хлорида натрия, и 3-4 кг на тонну хлора при его производстве из хлорида калия. Образованный графитовый остаток был загрязнен соединениями ПХДД/ПХДФ, в основном, в результате реакции между хлором и вяжущей смолой, содержащей полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) (Ullmann, 1996).

Фактор эмиссии для ПХДД/ПХДФ на этих участках не может быть установлен, требуется проведение индивидуальной оценки для каждого места. Начальным объектом исследования будет почва, а если происходит выщелачивание, то и соседние среды, включая отложения соседних рек, которые также могут быть загрязнены. Эффективным индикатором загрязнения ПХДД/ПХДФ будут высокие концентрации ртути, которая сама по себе вызывает беспокойство. К сожалению, коэффициент корреляции между концентрациями ртути и ПХДД/ПХДФ не может быть установлен.

### 6.10.3 Места приготовления рецептурных смесей с хлорированными фенолами

Таковыми являются места, где хлорированные фенолы смешивались согласно рецептурам с получением, например, пестицидов для сельскохозяйственного или иного применения. Обычно загрязнение обнаруживается в зданиях, где хлорированные

фенолы хранились или смешивались. В результате существует большая потенциальная возможность загрязнения почвы.

#### 6.10.4 Места применения хлорированных фенолов

Эти места включают участки, на которые наносились химические вещества, например, пестициды. В соответствии со схемой применения, диоксин-содержащие гербициды, такие как 2,3,4-Т, 2,4-Д и другие (см. разделы 6.7.2.3, 6.7.2.5 или 6.7.2.6) применялись в сельском хозяйстве и на полосах отвода. Помимо использования, указанного в Разделе 6.10.5, загрязнение пентахлорфенолом и его солями может произойти на рисовых полях или пахотных землях, где используются обработанные ПХФ столбы для огораживающих поля заборов, или вокруг телефонных столбов и др.

#### 6.10.5 Места заготовки и обработки древесины

Лесопилки и деревообрабатывающие предприятия часто связаны с применением пентахлорфенола. Почва и отложения могут быть загрязнены ПХДД/ПХДФ, поскольку в этих производствах используется много воды, и они часто расположены на реках. Поскольку ПХФ и ПХФ-На имеют большую растворимость в воде и более короткий период полусуществования, то концентрация ПХФ в почвах или отложениях не могут дать ничего, кроме указания на загрязнение ПХДД/ПХДФ. Количественная корреляция между концентрациями ПХФ и ПХДД/ПХДФ не может быть установлена, поскольку эти классы соединений обладают различными физическими, химическими свойствами, и судьба их в условиях окружающей среды различна.

#### 6.10.6 Трансформаторы и конденсаторы, заполненные ПХБ

Где бы ни был обнаружен трансформатор или конденсатор, загрязненный ПХБ, там обязательно будут присутствовать ПХДФ, поскольку загрязнение ПХДФ происходит через процесс производства ПХБ (хлорирование бифенила газообразным хлором в присутствии катализатора). С течением времени и с увеличением срока эксплуатации трансформатора, концентрации ПХДФ в его наполнителе будут возрастать. Пока трансформаторы и конденсаторы находятся в хорошем состоянии – без протечек – поступления ПХДФ (и ПХБ) в окружающую среду не происходит. Как только происходит утечка, ПХДФ, вместе с ПХБ, будут впоследствии поступать в окружающие среды, например, в почву, на поверхности, в отложения. ПХБ могут служить индикатором, поскольку особенно высокохлорированные ПХБ ведут себя в окружающей среде так же, как 2,3,4,7,8-замещенные ПХДФ (особенно, это касается их стабильности и подвижности).

В этом разделе и для целей реестра диоксинов/фуранов будут оценены выбросы ПХДФ (в виде ТЭ). Следует отметить, что при выбросе коммерческой смеси ПХБ также происходит выброс диоксиноподобных ПХБ и недоксиноподобных ПХБ. Однако последние две группы СОЗ не рассматриваются в настоящем Руководстве (см. Главу 1 – Введение). За более подробной информацией о диоксиноподобных ПХБ в коммерческих смесях ПХБ следует обратиться к Schmitz и др., 1996.

Факторы эмиссии для ПХБ продуктов будут сгруппированы по содержанию в продуктах хлора, как это показано в Таблице 74. Известно, что при термическом напряжении ПХБ переходят в ПХДФ, и таким образом происходит рост ТЭ. Корреляции не может быть установлено, но можно предположить, что в использованных ПХБ концентрации ПХДФ выше, чем в новых ПХБ. В настоящее время все ПХБ, обнаруживаемые в каком-либо оборудовании, считаются

"использованными" ПХБ, а нижеприведенные концентрации должны считаться нижним пределом.

Таблица 74: Факторы эмиссии для ПХБ

Тип ПХБ	Новые ПХБ (мкг ТЭ/т)
Низкохлорированные, например, Клофен А30, Ароклор 1242	15000
Среднехлорированные, например, Клофен А40, Ароклор 1248	70000
Среднехлорированные, например, Клофен А50, Ароклор 1254	300000
Высокохлорированные, например, Клофен А60, Ароклор 1260	1500000

Соответствующие регламенты в отношении ПХБ действуют во многих странах, ПХБ-содержащее оборудование должно подвергнуться какой-либо инвентаризации и рассматриваться как опасные отходы (при удалении). Подобные действия помогут выявить ПХБ для реестров диоксинов, а также выявить потенциальные "горячие точки", где ПХБ могут поступать в окружающую среду в результате утечек.

#### 6.10.7 Свалки отходов/Остатки из категорий 1-9

Где бы то ни было, при удалении продуктов и остатков, содержащих ПХДД/ПХДФ, имеется вероятность того, что эти загрязнители поступят в окружающую среду. Местом накопления является непосредственно свалка или захоронение. На подобных свалках ПХДД/ПХДФ относительно неподвижны до тех пор, пока не произойдет просачивание воды, способное придать ПХДД/ПХДФ подвижность. Поступив однажды в окружающую среду, ПХДД/ПХДФ концентрируются в масляных слоях (органической фазе в смеси вода/органическая фаза). Для целей анализа, следует проводить анализ на ПХДД/ПХДФ только органической фазы. Весь предшествующий опыт показывает, что водные фазы содержат неопределяемые концентрации ПХДД/ПХДФ.

Регистрационная информация об удалении следующих видов отходов (одного или нескольких) может служить индикатором присутствия на свалке ПХДД/ПХДФ:

- Остатки химического производства, особенно хлорфенолы;
- Остатки процессов сжигания, например, летучая зольная пыль;
- ПХБ-содержащее оборудование (например, конденсаторы, трансформаторы или другие приборы);
- Илы целлюлозно-бумажных предприятий, использующих для отбеливания газообразный хлор (свободный хлор);
- Деревообрабатывающая промышленность, где применяется ПХФ или другие хлорированные ароматические консерванты древесины.

Кроме того, горячие точки могут возникать, когда

- на земле сжигают покрытые пластиковой оболочкой медные кабели;
- происходят случайные или аварийные пожары в местах захоронения отходов.

### 6.10.8 Места соответствующих аварий

Происшествия, такие как пожары, могут явиться источником сажи и остатков с повышенными концентрациями ПХДД/ПХДФ (см. также Раздел 6.6.2). Подобное часто бывает при пожарах, например, возгорания на ПХБ-трансформаторах, пожары в хранилищах, зданиях (особенно, если горят пропитанная древесина, пластмассы, ковры или бромированные антипирены). Обычно загрязнение ПХДД/ПХДФ приурочено к саже. Сажу следует собирать и удалять надлежащим образом, как опасные отходы.

### 6.10.9 Выемка грунта, землечерпательные работы

Отложения из гаваней, а также отложения, полученные при выемке грунта под промышленными трубопроводами или образованные в результате какого-либо из описанных выше видов промышленной деятельности, могут быть загрязнены ПХДД/ПХДФ. Очень часто для поддержания условий для судоходства эти отложения вычерпывают и складывают на земле. Этот вид деятельности ни что иное, как перемещение загрязнения ПХДД/ПХДФ одного и того же уровня с исходного места на другое, перемещение его из водной среды в другие среды с возникновением источника потенциального воздействия (на почвы мест проживания населения или сельскохозяйственные земли). Следовательно, требуется осторожность при принятии решения о лучшем пути обращения с загрязненными отложениями для того, чтобы снизить какой-либо риск непреднамеренного воздействия.

### 6.10.10 Места добычи/переработки каолинита или комовой глины

В последние годы все большее количество наблюдений показывает, что ПХДД/ПХДФ могли присутствовать в окружающей среде еще до начала развития хлорной промышленности, и в действительности могли образоваться не в результате антропогенной деятельности. Высокие концентрации, преимущественно ПХДД, были обнаружены в добытой в США комовой глине, в каолините из Германии, в образцах почв, взятых с большой глубины в Великобритании, в датированном керне морских отложений Квинсленда/Австралия и в антропогенных озерных отложениях из Миссисипи/США. Характерным для всех образцов было полное отсутствие ПХДФ и практически идентичное распределение видов соединений/изомеров ПХДД во всех географических регионах. Все исследования ясно показали образование ПХДД/ПХДФ в результате природных процессов. Эти наблюдения должны дать толчок проведению детальных исследований для оценки этого явления, широты распространения ПХДД/ПХДФ естественного происхождения и, возможно, изучения механизма образования, который мог бы объяснить подобные случаи. В настоящее время нет индикаторов для выявления подобных участков. Следует сообщать о любых результатах в этой области.

## 7. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Annema J.A., J.E.M. Beurskens и С.W.M. Bodar (1995): Evaluation of PCB Fluxes in the Environment, RIVM, Bilthoven, The Netherlands (Оценка потоков ПХБ в окружающей среде, Нидерланды)

Beard A., K.P. Naikwadi и F.W. Karasek (1993): Formation of Polychlorinated Dibenzofurans by Chlorination and *de novo* Reaction with FeCl<sub>3</sub> in Petroleum Refining Industry. Environ. Sci. Technol. 27, 1505-1512 (Образование полихлорированных дибензофуранов хлорированием и реакция *de novo* с FeCl<sub>3</sub> в нефтеперерабатывающей промышленности)

BImSchV (1990): 17. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 23.1.1990 (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV). Bundesgesetzblatt Teil I, Jahrgang 1990, 2832. (Указ о сжигании в печах, Германия)

BImSchV (1997): 27. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV) vom 19. März 1997. BGBI. I, S. 545. (Указ по крематориям)

Bramley M. (1998): Dioxins and Hexachlorobenzene Releases from Magnesium Production in North America: Lessons from Noranda's Magnola Project in Asbestos, Quebec. Greenpeace, Canada (Выбросы диоксинов и гексахлорбензола при производстве магния в Северной Америке, Канада)

BREF (2001): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries. December 2001. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain (Комплексные предупреждение и контроль загрязнения, Справочный документ по наилучшим имеющимся методам в цветной металлургии, Европейское Бюро IPPC, Испания)

BREF (2000a): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. July 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain (Комплексные предупреждение и контроль загрязнения, Справочный документ по наилучшим имеющимся методам в целлюлозно-бумажной промышленности, Европейское Бюро IPPC, Испания)

BREF (2000b): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries. Draft dated February 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain (Комплексные предупреждение и контроль загрязнения, Справочный документ по наилучшим имеющимся методам на предприятиях переработке минеральных масел и газа, Европейское Бюро IPPC, Испания)

BREF (2000c): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel. March 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain (Комплексные предупреждение и контроль загрязнения, Справочный документ по наилучшим имеющимся методам при производстве железа и стали, Европейское Бюро IPPC, Испания)

BREF (2000d): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. March 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain (Комплексные предупреждение и контроль загрязнения, Справочный документ по наилучшим имеющимся методам при производстве цемента и извести, Европейское Бюро IPPC, Испания)

Bremmer H.J., L.M. Troost, G. Kuipers, J. de Konig и A.A. Sein (1994): Emissions of Dioxins in the Netherlands, RIVM/TNO, The Netherlands (Эмиссии диоксинов в Нидерландах, Нидерланды)

Broker G., P. Bruckmann и H. Gliwa (1999): Study of Dioxin Sources in North Rhine-Westphalia. Chemosphere 38, 1913-1924 (Исследование источников диоксинов в земле Северный Рейн-Вестфалия)

BSE (2002): personal communication by Dr. J. Apfel, Badische Stahlwerke Engineering GmbH, Kehl, Germany (данные д-ра J. Apfel, Германия)

Buckley-Golder D., P. Coleman, M. Davies, K. King, A. Petersen, J. Watterson, M. Woodfield, H. Fiedler, and A. Hanberg (1999): Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Report produced for European Commission DG Environment and UK Department of the Environment Transport and the Regions (DETR), October 1999; URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/dioxin/download.htm#Identification%20of%20relevant%20industrial%20sources%20of%20dioxins%20and%20furans> (Компиляция по воздействию диоксинов в ЕС и данным здравоохранения)

Butzkamm-Erker R. and R.E. Mach (1990): Neuere Daten über Dioxingehalte in Klärschlamm. Korrespondenz Abwasser 37, 161-163

CARB (1987): Determination of PCDD and PCDF Emissions from Motor Vehicles. California Air Resources Board). Draft report, October 1987. Test Report No. C-86-029 (Определение эмиссий ПХДД и ПХДФ от моторных транспортных средств, проект отчета, Совет по атмосферным ресурсам Калифорнии)

Carroll W.F. (1996): Is PVC in House Fires the Great Unknown Source of Dioxin? Fire and Materials 20, 161 (Являются ли пожары в жилых зданиях большим неизвестным источником диоксинов?)

Charles Napier (1998): PCDD and PCDF Emission Inventory, Prevention and Control Technologies in the Iron and Steel Sector, Environment Canada (Napier C.E. и Co, CC Doiron Associates) (Реестр выбросов ПХДД и ПХДФ, технологии предупреждения и контроля в черной металлургии, Канада)

DEPR (2003): Department of Environment, Parks and Recreation of the Ministry of Development, Brunei Darussalam, in: UNEP 2003b (Департамент окружающей среды, парков и рекреации Министерства развития Брунея Даруссалама)

DINAMA (2002): Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos – Uruguay 2000. UNEP and DINAMA, Uruguay, Marzo, 2002. Dirección Nacional de Medio Ambiente of Ministerio de Vivenda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay

Dumler-Gradl R., H. Thoma и O. Vierle (1995): Research Program on Dioxin/Furan Concentration in Chimney Soot from House Heating Systems in the Bavarian Area. Organohalogen Compd. 24, 115-118 (Программа исследований концентраций диоксинов/фуранов в саже труб систем отопления домов в Баварии)

Dyke P.H., M.J. Wenbora, P.J. Coleman, M.J. Woodfield и C.L. Rose (1997): A Review of Dioxin Releases to Land and Water in the UK, Environment Agency, R&D Publication 3, Environment Agency, UK (Обзор выбросов диоксинов в почву и в воду в Великобритании, Великобритания)

ЕАА (2003): personal communication, European Aluminium Association, Brussels, Belgium (информация из Европейской ассоциации алюминия, Бельгия)

ЕС (1999): Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe. Report for Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Germany on behalf of European Commission, CD Environment, Brussels, Belgium, September 1999 (Выбросы диоксинов и фуранов в почву и в воду в Европе, Отчет Германии от имени Европейской Комиссии, Бельгия)

ЕС (1996): 96/211/EC: Commission Decision of 26 February 1996 concerning the prohibition of pentachlorophenol (PCP) notified by Denmark (Text with EEA relevance). Official Journal No. L 068 , 19/03/1996 P. 0032-0040 (Решение Комиссии от 26 февраля 1996 года о запрещении пентахлорфенола, уведомление из Дании; текст с релевантностью ЕЕА; силу имеет оригинал на датском языке)

ЕМЕР (2002): ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 3rd edition October 2002 UPDATE, Technical report No 30, EEA – European Environment Agency, Copenhagen (Руководство по реестру эмиссий ЕМЕР/CORINAIR, Копенгаген)

ЕМЕР (1999): Emission Inventory Guidebook. September 1999 (Руководство по реестрам эмиссий ЕМЕР)

Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force (1999): Dioxins and Furans and Hexachlorobenzene. Inventory of Releases. Prepared by Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force on Dioxins and Furans for the Federal Provincial Advisory Committee for the Canadian Environmental Protection Act (CEPA-FPAC), January 1999 (Диоксины и фураны и гексахлорбензол, Реестр выбросов, подготовлен Охраной окружающей среды Канады и федеральной/провинциальной Целевой группой по диоксинам и фуранам для федерального провинциального Консультационного комитета для Закона по охране окружающей среды Канады)

Essers U., O. Hutzinger и H. Hagenmaier (1992): Untersuchungen zur Emission halogenierter Dibenzodioxine und Dibenzofurane aus Verbrennungsmotoren beim Betrieb mit handelsüblichen Betriebsstoffen. Bericht an das GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit München, PT Umwelt und Klimaforschung

EU (2000): Directive 2000/76/EC of the European Parliament and the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste. EN Official Journal of the European Communities 28.12.2000 L 332/91-111 (Директива 2000/76/ЕС Европейского парламента и Совета от 4 декабря 2000 года по сжиганию отходов, Официальная газета Европейского сообщества)

EU (1999): Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe. Final Report by M. Wenborn, K. King, D. Buckley-Golder, and J. Gascon, produced for Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Germany on behalf of the European Commission DG Environment, September 1999 (Выбросы диоксинов и фуранов в почву и воду в Европе, Отчет ЕС, Германия)

EU SCAN (2000): Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin Contamination of Feedingstuffs and their Contribution to the Contamination of Food of Animal Origin. European Commission, & Consumer Protection Directorate-General, Directorate C – Scientific Opinions, C3 – Management of scientific committees II; scientific

co-operation and networks. Brussels, Belgium (Заключение Научного Комитета по кормлению животных о загрязнении кормов диоксинами и их роли в загрязнении продуктов питания животного происхождения, Европейская комиссия, Брюссель, Бельгия)

Fiedler H. (2003): Dioxins and Furans; *in*: The Handbook of Environmental Chemistry, Vol.3, Part O, Persistent Organic Pollutants, pp 125-201. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg 2003 (Диоксины и фураны; В : Справочник по экологической химии, Берлин-Гейдельберг)

Fiedler H., P. Chareonsong, J. Mayer, and H.-U. Hartenstein (2001): PCDD/PCDF Emissions from Stationary Sources – First Results from Thailand. *Organohalogen Compd.* 59, 211-214 (Эмиссии ПХДД/ПХДФ из стационарных источников – Первые результаты из Таиланда)

Fiedler H., H. Rottler, L. Peichl, G. Knetsch, and A. Basler (2000): Concentrations of PCDD/PCDF in Atmospheric Samples in Germany. *Organohalogen Compd.* 45, 264-268 (Концентрации ПХДД/ПХДФ в пробах атмосферного воздуха в Германии)

Fiedler H., O. Hutzinger, G. Gaßner, and C. Lau (1996): Ergebnisse und Bewertung der Analysen auf organische und anorganische Verbindungen. *In*: Ökosystemares Biomonitoring-Programm in der Region Biebesheim 1992-1994, pp 134-182, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Heft 193, November 1996 (ISSN 0933-2391, ISBN 3-89026-203-1)

Fiedler H. (1998): Thermal Formation of PCDD/PCDF – A Survey. *Environ. Eng. Sci.* 15/1, 49-58 (Образование ПХДД/ПХДФ в результате термических процессов – Обзор)

Fiedler H., O. Hutzinger и C.W. Timms (1990): Dioxins: Sources of Environmental Load and Human Exposure. *Toxicol. Environ. Chem.* 29, 157-234 (Диоксины, источники нагрузки на окружающую среду и воздействия на человека)

Gullett B. and A. Touati (2003): PCDD/F from Agricultural Field Burning. *Organohalogen Compd.* 56, 135-138 (ПХДД/ПХДФ в результате сжигания на сельскохозяйственных полях)

Gullett B.K., P.M. Lemieux, C.C. Lutes, C.K. Winterrowd и D.L. Winters (1999): PCDD/F Emissions from Uncontrolled Domestic Waste Burning. *Organohalogen Compd.* 41, 27-30 (и 157-160) (Эмиссии ПХДД/ПХДФ при неконтролируемом сжигании бытовых отходов)

Gullett B.K. and J.V. Ryan (1997): On-road Sampling of Diesel Engine Emissions of Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxin and Polychlorinated Dibenzofuran. *Organohalogen Compd.* 32, 451-456 (Отбор проб эмиссий дизельных двигателей на полихлорированные дибезо-*p*-диоксины и полихлорированные дибензофураны на дорогах)

Hagenmaier H., P. Krauß, J. Vatter und M. Walczok (1995): Bedeutung der Dioxin-Eintrage durch Automobilabgase und Hausfeuerungen. *Organohalogen Compd.* 22, 49-54

Hagenmaier H., N. Dawidowsky, U.B. Weber, O. Hutzinger, K.H. Schwind, H.Thoma, U. Essers, B. Bühler, and R. Greiner (1990): Emission of Polyhalogenated Dibenzodioxins and Dibenzofurans from Combustion Engines. *Organohalogen Compd.* 2, 329-334 (Эмиссии полигалогенированных дибензодиоксинов и дибензофуранов от двигателей внутреннего сгорания)

Hagenmaier H. (1988): Untersuchungen der Gehalte an polychlorierten Dibenzodioxinen, polychlorierten Dibenzofuranen und ausgewählten Chlorkohlenwasserstoffen in Klärschlämmen. Universität Tübingen, Febuar 1988. Report prepared for Federal

Environment Agency, Germany, Report No. 103 03 305 (Отчет, подготовленный для Федерального агентства по окружающей среде Германии)

HMIP (1995): A Review of Dioxin Emissions in the UK, Her Majesty's Inspectorate of Pollution, DOE/HMIP/RR/95/004, UK (Обзор эмиссий диоксинов в Великобритании, Великобритания)

Horstmann M. and M.S. McLachlan (1995): Concentrations of Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxins (PCDD) and Dibenzofurans (PCDF) in Urban Runoff and Household Wastewaters. *Chemosphere* 31, 2887-2896 (Концентрации полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов (ПХДД) и дибензофуранов (ПХДФ) в ливневом городском стоке и в бытовых стоках)

Horstmann M., M.S. McLachlan, M. Reissinger и M. Morgenroth (1993a): An Investigation of PCDD/F Formation during Textile Production and Finishing. *Organohalogen Compd.* 11, 417-420 (Исследование образования ПХДД/Ф в производстве текстиля и при его обработке)

Horstmann, M., M.S. McLachlan und M. Reissinger (1993b): Further Investigations of the Sources of PCDD/F in Municipal Sewage Sludge. *Organohalogen Compd.* 11, 293-296 (Дальнейшие исследования источников ПХДД/Ф в бытовом канализационном иле)

Horstmann M., M.S. McLachlan и M. Reissinger (1993c): Investigations of the Origin of PCDD/F in Municipal Sewage Sludge. *Chemosphere* 27,113-120 (Исследования происхождения ПХДД/Ф в бытовом канализационном иле)

Hutzinger O., H. Fiedler, C. Lau, G. Rippen, U. Blotenberg, H. Wesp, S. Sievers, P. Friesel, B. Gras, T. Reich, U. Schacht и R. Schwörer (1995): Dioxin-Bilanz für Hamburg. *Hamburger Umweltberichte* 51/95. Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde (eds.), Hamburg September 1995, ISSN 0179-8510

Hutzinger O., U. Essers, and H. Hagenmaier (1992): Untersuchungen zur Emission halogenierter Dibenzodioxine und Dibenzofurane aus Verbrennungsmotoren beim Betrieb mit handelsüblichen Betriebsstoffen. Universities of Bayreuth, Stuttgart and Tübingen, Germany. GSF-Forschungszentrum, Munich, Germany, ISSN 0937-9932

Ifeu (1998): Ermittlung von Emissionen und Minderungsmaßnahmen für persistente organische Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Stoffband A: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH). Ifeu-Institut, Heidelberg, März 1998. Forschungsvorhaben Nr. 104 02 365. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin

Ikeguchi T. и M. Tanaka (1999): Experimental Study of Dioxin Emission from Open Burning Simulation of Selected Wastes. *Organohalogen Compd.* 41, 507-510 (Экспериментальное исследование эмиссий диоксинов в модельном открытом сжигании отобранных отходов)

ITDI (2003): Industrial Technology Development Institute of the Department of Science and Technology, the Philippines, *in*: UNEP 2003b (Институт развития промышленных технологий Департамента науки и технологии Филиппин, ЮНЕП)

Klasmeier J. and M.S. McLachlan (1997): Dioxine und Furane in Textilien und Leder. *Materialien* 124, Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU), München

Kutz F.W., D.G. Bames, E.W. Bretthauer, D.P. Bottimore, H. Greim (1990): The International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method for Estimating Risks Associated with Exposures to Complex Mixtures of Dioxins and Related Compounds. *Toxicol. Environ.*

Chem. 26, 99-110 (Международные токсические эквивалентные факторы (М-ТЭФ). Метод оценки риска, связанного с воздействием сложных смесей диоксинов и родственных соединений)

Lassen C., E. Hansen, A.A. Jensen, K. Olendrynski, W. Kolsut, J. Zurek, I. Kargulewics, B. Debski, J. Skoskiewicz, M. Holtzer, A. Grochowalski, E. Brante, H. Poltimae, T. Kallste, and J. Kapturauskas (2003): Survey of Dioxin Sources in the Baltic Region – Extended Summary. Environ. Sci. & Pollut. Res. 10, 49-56 (Обзор источников диоксинов в Балтийском регионе – Развернутое резюме)

Lemieux P., B.K. Gullett, C.C. Lutes, C.K. Winterrowd, and D.L. Winters (2003): Variables Affecting Emissions of PCDDs/Fs from Uncontrolled Combustion of Household Waste in Barrels. J. Air & Waste Manage. Assoc. 53, *in press* (Переменные условия, влияющие на эмиссии ПХДД/Ф при неконтролируемом сжигании бытовых отходов в бочках, *в печати*)

LUA (2000): LUA (2000) The European Dioxin Emission Inventory – Stage II. Final Report December 2000. Materialien No. 59, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Germany, 2001 (Европейский реестр эмиссий диоксинов, Германия)

LUA (1997): Identification of Relevant Industrial Sources of Dioxins and Furans in Europe. Materialien No. 43. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, 1997 (Выявление соответствующих промышленных источников диоксинов и фуранов в Европе, Германия)

Mahnke K. и P. Krauss (1996): Burning of Biomass - An Important Source for Global PCDD/F Emission? Organoholgen Compd. 27, 167-170 (Сжигание биотоплива - важный источник глобальных эмиссий ПХДД/Ф?)

Marklund S., C. Rappe, M. Tysklind, and K.E. Egeback (1987): Identification of Polychlorinated Dibenzofurans and Dioxins in Exhausts from Cars Run on Leaded Gasoline. Chemosphere 16, 29-36 (Выявление полихлорированных дибензофуранов и диоксинов в выхлопах автомобилей, работающих на этилированном бензине)

Merk M., K.-W. Schramm, D. Lenoir, B. Henkelmann и A. Kettrup (1995): Determination of the PCDD/F Concentration in the Fumes from a PVC Fire. Organoholgen Compd. 23, 491-494 (Определение концентраций ПХДД/Ф в дыме пожара с ПВХ)

MoE Jordan (2003): Ministry of Environment, Jordan, *in*: UNEP 2003b (Министерство окружающей среды Иордании, ЮНЕП)

MoE Lebanon (2003): Ministry of Environment Lebanon, *in*: UNEP 2003b (Министерство окружающей среды Ливана, ЮНЕП)

Musdalslien U.I., P.H. Nokleby и O. Wallevik (1998): Formation of dioxins from carbonaceous materials in production of anhydrous magnesium chloride. Organoholgen Compd. 36, 81-84 (Образование диоксинов из углеродсодержащих материалов при производстве безводного хлорида магния)

Napier C.E. и Co, CC Doiron Associates (1998): PCDD and PCDF Emission Inventory, Prevention and Control Technologies in the Iron and Steel Sector, Environment Canada (Реестр эмиссий ПХДД/ПХДФ, Технологии предупреждения и контроля в черной металлургии, Охрана окружающей среды Канады)

NATO/CCMS (1992a): Dioxin Perspectives – A Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds; Chapter 3.1: Formation of Dioxins and Related Compounds in Combustion Processes. Edited by E.W. Bretthauer, H.W. Kraus, and

A. di Domenico; coordinating editors: F.W. Kutz, D.P. Bottimore, O. Hutzinger, H. Fiedler, and A.E. Radwan. NATO/CCMS Volume 16, 1992 (Пилотное исследование по международному обмену информацией по диоксинам и сходным соединениям. Глава 3.1: Образование диоксинов и сходных соединений в процессах сжигания)

и

Hutzinger O. and H. Fiedler (1988): Emissions of Dioxins and Related Compounds from Combustion and Incineration Sources. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, NATO/CCMS Report No. 172 (Эмиссии диоксинов и подобных соединений из источников сжигания и горения. Пилотное исследование по международному обмену информацией о диоксинах и подобных соединениях)

NATO/CCMS (1992b): Dioxin Perspectives – A Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds; Chapter 3.3: Formation of Dioxins and Related Compounds in Industrial Processes. Edited by E.W. Bretthauer, H.W. Kraus, and A. di Domenico; coordinating editors: F.W. Kutz, D.P. Bottimore, O. Hutzinger, H. Fiedler, and A.E. Radwan. NATO/CCMS Volume 16, 1992 (Пилотное исследование по международному обмену информацией по диоксинам и сходным соединениям. Глава 3.3: Образование диоксинов и сходных соединений в промышленных процессах)

и

Hutzinger O. and H. Fiedler (1988): Formation of Dioxins and Related Compounds in Industrial Processes. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, NATO/CCMS Report No. 173 (Образование диоксинов и сходных соединений в промышленных процессах. Пилотное исследование по международному обмену информацией по диоксинам и сходным соединениям)

NATO/CCMS (1988): International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method of Risk Assessment for Complex Mixtures of Dioxins and Related Compounds. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, Report Number 176, August 1988, North Atlantic Treaty Organization, Committee on Challenges of Modern Society (Международный токсический эквивалентный фактор (М-ТЭФ); Метод оценки риска для сложных смесей диоксинов и родственных соединений; Пилотное исследование международного обмена информацией по диоксинам и родственными соединениям, Отчет 176, НАТО/CCMS)

Nordsieck H., R. Peche, and A. Buekens (2001): Modelling PCDD/PCDF Formation in the Effluent Gas of a Sinter Plant. *Organohalogen Compd.* 50, 323-327 and further publications from the EU MINIDIP Project by Stieglitz *et al.*, Buekens *et al.*, Louw *et al.* (Моделирование образования ПХДД/ПХДФ в дымовых газах агломерационной установки)

NZ (2000): New Zealand Inventory of Dioxin Emissions to Air, Land and Water, and Reservoir Sources. S.J. Buckland, H.K. Ellis и P.H. Dyke. Organochlorines Programme, Ministry for the Environment, Wellington, NZ, March 2000 (Новозеландский Реестр эмиссий диоксинов в воздух, почву, воду и источники хранения, Министерство окружающей среды, Новая Зеландия)

Oehme M., S. Mano и B. Vjerke (1989): Formation of PCDF and PCDD by Production Processes for Magnesium and Refined Nickel. *Chemosphere* 18, 1379 (Образование ПХДД и ПХДФ в процессах производства магния и рафинированного никеля)

Rappe C., R. Andersson, M. Bonner, K. Cooper, H. Fiedler, F. Howell и C. Lau (1996): PCDDs and PCDFs in Samples of Sewage Sludge and Effluent from the State of Mississippi.

Organohalogen Compd. 28, 105-110 (ПХДД и ПХДФ в пробах канализационного ила и в стоках в штате Миссисипи)

Rappe C., R. Andersson, G. Karlaganis, and R. Bonjour (1994): PCDDs and PCDFs in Samples of Sewage Sludge from Various Areas in Switzerland. Organohalogen Compd. 20, 79-84 (ПХДД и ПХДФ в пробах канализационного ила из различных районов Швейцарии)

SC (2001): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). UNEP Chemicals, Geneva. Text for download at <http://www.pops.int> (Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам, Женева)

SCEP (1994): Determination of Requirements to Limit Emissions of Dioxins and Furans - Report of the Working Group of the Subcommittee Air/Technology of the State Committee for Emission Protection (SCEP) – Germany (Определение требований к предельным миссиям диоксинов и фуранов – Отчет Рабочей группы Подкомитета по воздуху/технологиям Государственного комитета защиты эмиссий (SCEP), Германия)

Schatowitz B., G. Brandt, F. Gamer, E. Schlumpf, R. Buhler, P. Hasler и Т. Nussbaumer (1994): Dioxin Emissions from Wood Combustion. Chemosphere 29, 2005-2013 (Эмиссии диоксинов при сжигании древесины)

Schmitz H.-J., P. Behnisch, A. Hagenmaier, H. Hagenmaier, K.W. Bock, and D. Schrenck (1996): CYP1A1-Inducing Potency in H4IIE Cells and Chemical Composition of Technical Mixtures of Polychlorinated Biphenyls. Environ. Toxicol. Pharmacol. 1, 73-79 (Потенциал наведения CYP1A1 в клетках H4IIE и химический состав технических смесей полихлорированных бифенилов)

Schwind K.-H., H. Thoma, O. Hutzinger, N Dawidowsky, U. Weberuss, and H. Hagenmaier, U. Buehler, R. Greiner, U. Essers, and E. Bessey (1991): Emission halogenierter Dibenzodioxine (PXDD) und Dibenzofurane (PXDF) aus Verbrennungsmotoren. UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 3, 291-298

Smit A., T.H.P. Leuweink, A.L.J. van der Panne, W. Gebert, H. Lanzerstorfer, H. Riepi и К. Hofstadler (1999): Reduction of Dioxin Emissions from Hoogovens Sinter Plant with the AIRFINE System. Organohalogen Compd. 40, 441-444 (Снижение эмиссий диоксинов на агломерационном заводе в Хуговенсе с помощью системы AIRFINE)

Stringer R., P. Costner и P.A. Johnston (1995): PVC Manufacture as a Source of PCDD/Fs. Organohalogen Compd. 24, 119-123 (Производство ПВХ как источник ПХДД/Ф)

UBA (1997): The European Atmospheric Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990. TNO Institute of Environmental Sciences, Energy and Process Innovation. Forschungsbericht 10402672/03 im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Germany, June 1997 (Европейский реестр атмосферных эмиссий тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей на 1990 год, Германия)

UBAVIE (2000): Stage of the Art in the Production of Secondary Aluminium with Regard to the EPPC-Directive. Zusammenfassung Monographien. Band 120, Umweltbundesamt Wien, Austria (Состояние дел в производстве вторичного алюминия в связи с Директивой ЕРРС, Австрия)

Ullmann (1996): Chlorine - Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A 6, 399-481. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940 Weinheim, Germany (Энциклопедия промышленной химии Ульмана, Германия)

UNEP (2003a): Formation of PCDD and PCDF – an overview. Report prepared by the Interim Secretariat of the Stockholm Convention on POPs for the First session of the Expert Group on BAT and BEP, March 10-14, 2003 (Образование ПХДД и ПХДФ – обзор. Отчет, подготовленный временным секретариатом Стокгольмской конвенции по СОЗ для Первой сессии Группы экспертов по БАТ и БЕП)

UNEP (2003b): Asia Dioxin Toolkit Project – National PCDD/PCVDF Release Inventories from Brunei Darussalam, Jordan, Lebanon, Philippines, and Vietnam. UNEP Chemicals, Geneva (Проект Руководства по диоксинам Азии - Национальные реестры выбросов ПХДД/ПХДФ Брунея Даруссалама, Иордании, Ливана, Филиппин и Вьетнама, Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам, Женева)

UNEP/PCD/BMZ/BMU/UBA/GTZ (2002): Presentation of the PCD/UNEP/GTZ Inventory in Thailand by Ms. Mingquan Wichayarangsaridh, Thailand, pp. 78-85. *In*: National action on measures to reduce or eliminate the releases of by-products from unintentional production as requested by the Stockholm Convention on POPs (Article 5 and Annex C) Proceedings of the Regional Workshop, March 13-15, 2002, Bangkok, Thailand; prepared jointly by Government of the Kingdom of Thailand, UNEP Chemicals, Government of the Federal Republic of Germany (Представление Реестра PCD/UNEP/GTZ в Таиланде г-жой Mingquan Wichayarangsaridh; В: Национальный план по мерам по снижению или устранению выбросов побочных продуктов непреднамеренного производства в соответствии со Стокгольмской конвенцией о СОЗ, Материалы Регионального семинара, Бангкок, Таиланд)

UNEP (2001): Thailand Dioxin Sampling and Analysis Program. UNEP Chemicals, Geneva, September 2001. Full report for download at UNEP Chemicals's Web Page: <http://www.chem.unep.ch/pops/newlayout/repdocs.html> (Программа по отбору проб и проведению анализа в Таиланде, Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам, полностью может быть скачано с официального сайта Подпрограммы ЮНЕП по химическим веществам)

UNEP (1999): Dioxin and Furan Inventories, National and Regional Emissions of PCDD/F, UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland (Реестры диоксинов и фуранов, Национальные и региональные выбросы ПХДД/ПХДФ, Подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам, Женева, Швейцария)

US-EPA (2000): Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and Related Compounds. Part 1: Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds - Volume 2: Sources of Dioxin-Like Compounds in the United States. EPA/600/P-00/OOIBb, September 2000. Draft Final Report, [www.epa.gov/ncea](http://www.epa.gov/ncea), Washington, D.C., USA (Повторная оценка воздействия 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-п-диоксина и родственных соединений и здоровья человека. Часть 1: Оценка воздействия диоксиноподобных соединений – Том 2: Источники диоксиноподобных соединений в Соединенных Штатах, Проект итогового отчета, США)

US-EPA (1998a): The Inventory of Sources of Dioxin in the United States - REVIEW DRAFT - EPA/600/P-98/002Aa, Washington, D.C., USA (Реестр источников диоксинов в США, проект обзора, Агентство по охране окружающей среды, США)

US-EPA (1998b): EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Metal Casting Industry. October 1998. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA (Бюро Агентства по охране окружающей среды США по проекту сектора соблюдения выполнения. Профиль для литейного производства, Агентство по охране окружающей среды, США)

US-EPA (1997): Evaluation of Emissions from the Open Burning of Household Waste in Barrels - EPA/600/P-97/134a, Research Triangle Park, NC, USA (Оценка эмиссий при открытом сжигании в бочках бытовых отходов, Агентство по охране окружающей среды, США)

van Leeuwen F.X.R. и M. Younes (1998): WHO Revises the Tolerable Daily Intake (TDI) for Dioxins. *Organohalogen Compd.* 38, 295-298 (ВОЗ пересматривает переносимое суточное поступление для диоксинов)

Vikelsoe J и E. Johansen (2000): Estimation of Dioxin Emissions from Fires in Chemicals. *Chemosphere* 40, 165-175 (Оценка эмиссий диоксинов при пожарах химических веществ)

Wichmann, H., Lorenz, W и Bahadir, M (1995): Release of PCDD/F and PAH During Vehicle Fires in Traffic Tunnels. *Chemosphere* 31, 2755 (Выбросы ПХДД/Ф и ПАУ при пожарах транспортных средств в туннелях)

Wunderli S., M. Zennegg, I.S. Dolezal, D. Noger и P. Hasler (1996): Levels and Congener Pattern of PCDD/PCDF in Fly and Bottom Ash from Waste Wood and Natural Wood Burned in Small to Medium Sized Wood Firing Facilities in Switzerland. *Organohalogen Compd.* 27, 231-236 (Уровни и профили соединений ряда ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли и в золе при горении отходов древесины и природной древесины на предприятиях (от малых до средних), работающих на древесине)



## **8. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СВОДНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВСЕХ УСТАНОВОЧНЫХ ФАКТОРОВ ЭМИССИИ**

В данном приложении сведены все факторы эмиссии для десяти основных категорий источников и их подкатегорий. Эти таблицы также в формате EXCEL, чтобы их можно было использовать непосредственно для расчетов годовых выбросов через все среды.

В нижеследующих таблицах большинство факторов эмиссии приводится в мкг ТЭ на тонну загружаемого материала или продукта (соответственно). В нескольких исключениях, например, для остатков, образующихся в угольных печах при отоплении домов (подкатегория 3e), а также для воды и остатков (сточные воды и илы) в целлюлозно-бумажной промышленности (подкатегория 7a), годовые эмиссии оцениваются на основе производимых остатков.

Необходимо следить, чтобы годовые выбросы не были посчитаны дважды; например, остаток одного процесса может быть сырьем для другого процесса или вида деятельности. Примерами могут служить шлаки цветной и черной металлургии, которые могут использоваться во вторичных процессах. Кроме того, сточные воды промышленных процессов, как правило, должны рассматриваться в той отрасли, в которой они образовались. Однако иногда статистические данные могут относиться к месту удаления, например, может быть известно количество стоков, поступивших в какое-либо место (при сбросе в открытый водоем или стоках на станциях очистки). Следовательно, к внесению численных величин в таблицы (особенно для категории 9) надо относиться с особой осторожностью.

В нижеследующих таблицах:

"НП" указывает, что поступления через эту среду не ожидается;

"НО" указывает, что в настоящее время не имеется соответствующего фактора эмиссии. Это означает, что среда, через которую поступает загрязнение, может быть важна, и ее нужно указывать, но в настоящее время поступление через нее не может быть рассчитано.

## Факторы эмиссии для Категории 1 – Высокотемпературное сжигание отходов

Кат	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выброса (мкг ТЭ/т)					
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки Зольная пыль	Шлак
1	a	1	<b>Высокотемпературное сжигание отходов</b>						
			<b>Сжигание твердых быт.отходов</b>						
			Низкотехнолог.сжигание, без системы КЗВ	3500		НП	НП	0	75
			2 Контролир.сжигание, мин.КЗВ	350		НП	НП	500	15
	3 Конт.сжигание, хороший КЗВ	30		НП	НП	200	7		
	4 Высокотехнологичное сжигание, сложная система КЗВ	0,5		НП	НП	15	1,5		
	b	1	<b>Сжигание опасных отходов</b>						
			Низкотехнолог.сжигание, без системы КЗВ	35 000		НП	НП	9 000	
			2 Контролир.сжигание, мин.КЗВ	350		НП	НП	900	
			3 Конт.сжигание, хороший КЗВ	10		НП	НП	450	
	4 Высокотехнологичное сжигание, сложная система КЗВ	0,75		НП	НП	30			
	c	1	<b>Сжигание медицинских отходов</b>						
			Неконтрол.сжигание партиями, отсутствие КЗВ	40 000		НП	НП		200
			2 Контролир.сжигание партиями, отсутствие или минимальный КЗВ	3 000		НП	НП		20
			3 Контролир.сжигание партиями, хороший КЗВ	525		НП	НП	920	НО
	4 Высокотехнологичное непрерывн. сжигание, сложный КЗВ	1		НП	НП	150			
	d	1	<b>Сжигание легкой фракции измельченных отходов</b>						
			Неконтрол.сжигание партиями, отсутствие КЗВ	1 000		НП	НП	НО	НО
			2 Контролир.сжигание партиями, отсутствие или минимальный КЗВ	50		НП	НП	НО	НО
	3 Высокотехнологичное непрерывн. сжигание, сложный КЗВ	1		НП	НП	150			
	e	1	<b>Сжигание канализационного ила</b>						
			Старые печи, партиями, отсутствие или недостаточный КЗВ	50		НП	НП	23	
			2 Модернизир.предпр., непрерыв. цикл, некоторый КЗВ	4		НП	НП	0,5	
	3 Современные предпр., полный КЗВ	0,4		НП	НП	0,5			
	f	1	<b>Сжигание отходов древесины и биомассы</b>						
			Старые печи, сжигание партиями, отсутствие или недостаточный КЗВ	100		НП	НП	1 000	
			2 Модернизир.предпр., непрерыв. цикл, некоторый КЗВ	10		НП	НП	10	
	3 Современные предпр., полный КЗВ	1		НП	НП	0,2			
g	1	<b>Сжигание останков животных</b>							
		Старые печи, сжигание партиями, отсутствие или недостаточный КЗВ	500		НП	НП		НО	
		2 Модернизир.предпр., непрерыв. цикл, некоторый КЗВ	50		НП	НП		НО	
3 Современные предпр., полный КЗВ	5		НП	НП		НО			

**Факторы эмиссии для Категории 2 – Производство цветных и черных металлов**

Кат.	Подкат.	Класс	Категория источников	Потенциальные пути выброса (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>2</b>			<b>Производство черных и цветных металлов</b>					
	<b>a</b>		<b>Агломерация железной руды</b>					
		1	Использование отходов, вкл. загрязнен. маслами	20	НО	НО	НО	0,003
		2	Использование отходов хорошо контролир. предприятий	5	НО	НО	НО	0,003
		3	Высокотехнологичное предприят., снижение эмиссий	0,3	НО	НО	НО	0,003
	<b>b</b>		<b>Производство кокса</b>					
		1	Без очистки газов	3	0,06	НО	НО	НО
		2	Досжигатель/удаление пыли	0,3	0,06	НО	НО	НО
	<b>c</b>		<b>Предпр. черной металлургии, включая литейное пр-во. Производство чугуна и стали</b>					
		1	Загрязнен. лом, предварит. нагрев лома, ограниченный контроль	10	НО	НО	НП	15
		2	Чистые лом/железо, досжигатель, тканевый фильтр	3	НО	НО	НП	15
		3	Чистые лом/железо, конверторы	0,1	НО	НО	НП	1,5
		4	Доменные печи с КЗВ	0,01	НО	НО	НП	НО
			<b>Литейное производство</b>					
		1	Вагранки с хол.дутьем или ротацион. барабаном, без КЗВ	10	НО	НО	НО	НО
		2	Ротацион. Барабанные печи – тканевый фильтр	4,3	НО	НО	НО	0,2
		3	Вагранки с хол.дутьем или ротацион. барабаном, без КЗВ	1	НО	НО	НО	8
		4	Вагранки с горяч.дутьем или индукционные печи, тканевый фильтр	0,03	НО	НО	НО	0,5
	<b>d</b>		<b>Производство меди</b>					
		1	Вторичная медь –Базовая технология	800	НО	НО	НО	630
		2	Вторичная медь –хороший контроль	50	НО	НО	НО	630
		3	Вторичная медь –контроль, оптимизированный для ПХДД/ПХДФ	5	НО	НО	НО	300
		4	Плавление и разливка меди/сплавов меди	0,03	НО	НП	НП	НО
		5	Первичная медь – включая термические стадии	0,01	НО	НО	НО	НО
	<b>e</b>		<b>Производство алюминия (все вторичное)</b>					
		1	Переработка лома Al, минимальная очистка сырья, простое пылеудаление	150	НО	НО	НО	400
		2	Переработка лома, хороший контроль, хороший КЗВ	35	НО	НО	НО	400
		3	Сушка стружки/отходов	5	НП	НП	НП	НП
		4	Переработка лома, хороший контроль, тканевый фильтр, вдувание извести	4	НО	НО	НО	100
		5	Оптимизированный процесс, оптимизированная система КЗВ	0,5	НО	НО	НО	400
	<b>f</b>		<b>Производство свинца</b>					
		1	Вторичн.свинец из лома. ПВХ сепараторы в аккумуляторах	80	НО	НО	НО	НО
		2	Вторичн.свинец из лома без ПВХ/Cl2, фильтры	8	НО	НО	НО	НО
		3	Вторичн.свинец из лома без ПВХ/Cl2 в современных печах со скрубберами	0,5	НО	НО	НО	НО
	<b>g</b>		<b>Производство цинка</b>					
		1	Обжиговая печь, без контроля пыли	1,000	НО	НО	НО	НО
		2	Горячее брикетирование/ротац.печь, базовый контроль	100	НО	НО	НО	НО

		3	Всесторонний контроль	5	НО	НО	НО	НО
		4	Выплавка (исключительно)	0,3	НО	НО	НО	НО
	<b>h</b>		<b>Производство латуни и бронзы</b>					
		1	Простые плавильные печи	10	НО	НО	НО	НО
		2	Сложное оборудование, напр. индукционные печи с КЗВ	0,1	НО	НО	НО	НО
	<b>i</b>		<b>Производство магния</b>					
		1	Терм. переработка MgO/C в Cl <sub>2</sub> , без очистки стоков, плохая система КЗВ	250	9,000	НП	НО	0
		2	Термическая переработка MgO/C в Cl <sub>2</sub> , всесторонний контроль загрязнения	50	24	НП	НО	9,000
		3	Термическое восстановление	3	НО	НП	НП	НО
	<b>J</b>		<b>Термическое пр-во цветных металлов (напр. Ni)</b>					
		1	Загрязненный лом, простой контроль пыли или его отсутствие	100	НО	НО	НО	НО
		2	Чистый лом, хорошая система КЗВ	2	НО	НО	НО	НО
	<b>l</b>		<b>Измельчители</b>					
		1	Предприятия по измельчению металлов	0,2	НП	НП	НО	НО
	<b>m</b>		<b>Термическая регенерация металлов из кабеля</b>					
		1	Открытое сжигание кабеля	5,000	НО	НО	НО	НО
		2	Простая печь с досжигателем, мокрым скруббером	40	НО	НП	НО	НО
		3	Сжигание электромоторов, тормозных колодок, др., с досжигателем	3,3	НО	НП	НО	НО

**Факторы эмиссии для Категории 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии**

Кат.	Подкат.	Класс	Категория источников	Потенциальные пути выброса (мкг ТЭ/ТДж)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>3</b>			<b>Производство электроэнергии и тепловой энергии</b>					
	<b>a</b>		<b>Электростанции на ископаемом топливе</b>					
		1	Энергокотлы на ископаемом топливе+отходах	35	НО	НП	НП	НО
		2	Энергокотлы на угле	10	НО	НП	НП	14
		3	Энергокотлы на тяжелом топливе (мазуте)	2,5	НО	НП	НП	НО
		4	Энергокотлы на легком нефтяном топливе/природном газе	0,5	НО	НП	НП	НО
	<b>b</b>		<b>Электростанции на биотопливе</b>					
		1	Энергокотлы не на древесине	500	НО	НП	НП	НО
		2	Энергокотлы на древесине	50	НО	НП	НП	15
	<b>c</b>		<b>Сжигание газов из отходов органич. происхождения</b>					
		1	Котлы на биогазе, моторы/турбины и факелы	8	НО	НП	НП	НП
	<b>d</b>		<b>Отопление домов и приготовление пищи (биотопливо)</b>					
		1	Печи на загрязненной древесине/биотопливе	1500	НО	НП	НП	2000
		2	Печи на незагрязненной древесине/биотопливе	100	НО	НП	НП	20
	<b>e</b>		<b>Отопление домов – ископаемое топливо</b>					нг ТЭ/кг золы
		1	Топки на угле	70	НО	НП	НП	5000
		2	Топки на нефтяном топливе	10	НО	НП	НП	НО
		3	Топки на природном газе	1.5	НО	НП	НП	НО

**Факторы эмиссии для Категории 4 – Производство продукции из минерального сырья**

Кат.	Подкат.	Класс	Категория источников	Потенциальные пути выброса (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>4</b>			<b>Производство продукции из минерального сырья</b>					
	<b>a</b>		<b>Цементные печи</b>					
		1	Мокрый процесс, т-ра электрофильтра более 300°C	5	НП	НО	НО	1
		2	Мокрый процесс, т-ра электрофильтра/рукавн.фильтра 200- 300°C	0,6	НП	НО	НО	0,1
		3	То же, но тем-ра менее 200°C +все типы сухих печей	0,05	НП	НО	НО	0,003
	<b>b</b>		<b>Производство извести</b>					
		1	Циклон или отсутствие контроля пыли	10	НО	НО	НО	НО
		2	Хороший контроль пыли	0,07	НО	НО	НО	НО
	<b>c</b>		<b>Производство кирпича</b>					
		1	Циклон или отсутствие контроля пыли	0,2	НП	НО	НО	НО
		2	Хороший контроль пыли	0,02	НП	НО	НО	НО
	<b>d</b>		<b>Производство стекла</b>					
		1	Циклон или отсутствие контроля пыли	0,2	НП	НО	НО	НО
		2	Хороший контроль пыли	0,015	НП	НО	НО	НО
	<b>e</b>		<b>Производство керамики</b>					
		1	Циклон или отсутствие контроля пыли	0,2	НП	НО	НО	НО
		2	Хороший контроль пыли	0,02	НП	НО	НО	НО
	<b>f</b>		<b>Приготовление асфальтовых смесей</b>					
		1	Предприятия без очистки газов	0,07	НП	НО	НО	НО
		2	Предприятия, применяющие тканевый фильтр, мокрый скруббер	0,007	НП	НО	НО	0,06

**Факторы эмиссии для Категории 5 – Транспорт**

Кат.	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выбросов (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>5</b>			<b>Транспорт</b>					
	<b>a</b>		<b>Четырехтактные двигатели</b>					
		1	Этилированное топливо	2,2	НП	НП	НП	НО
		2	Неэтилиров. топливо без катализатора	0,1	НП	НП	НП	НО
		3	Неэтилиров. топливо с катализатором	0,00	НП	НП	НП	НП
	<b>b</b>		<b>Двухтактные двигатели</b>					
		1	Этилированное топливо	3,5	НП	НП	НП	НО
		2	Неэтилиров. топливо без катализатора	2,5	НП	НП	НП	НО
	<b>c</b>		<b>Дизельные двигатели</b>					
		1	Дизельные двигатели	0,1	НП	НП	НП	НО
	<b>d</b>		<b>Двигатели на тяжелом нефтяном топливе</b>					
		1	Все типы	4	НП	НП	НП	НО

**Факторы эмиссии для Категории 6 – Неконтролируемые процессы сжигания**

Кат.	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выбросов (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>6</b>	<b>6</b>		<b>Неконтролируемые процессы сжигания</b>					
	<b>a</b>		<b>Пожары/сжигание биомассы</b>					
		1	Лесные пожары	5	НО	4	НП	НО
		2	Лугопастбищные пожары	5	НО	4	НП	НО
		3	Сжигание с/х остатков в поле, без предшествующего воздействия загрязнителями	0,5	НО	10	НП	НО
		4	Сжигание с/х остатков в поле, с предшествующим воздействием загрязнителей плохие условия горения	30	НО	10	НП	НО
	<b>b</b>		<b>Пожары, горение отходов, пожары на свалках, пожары в промышленности и случайные пожары</b>					
		1	Пожары на свалках	1 000	НО	НП	НП	НО
		2	Случайные пожары в зданиях, на предприятиях (на одно происшествие)	400	НО	См.остатки	НП	400
		3	Неконтролируемое сгорание бытовых отходов	300	НО	См.остатки	НП	600
		4	Случайные пожары на транспорте (на единицу транспорта)	94	НО	См.остатки	НП	18
		5	Открытое сжигание древесины (строительство/разрушение зданий)	60	НО	НО	НП	10

### Факторы эмиссии для Категории 7 – Производство химических веществ и потребительских товаров

Кат.	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выбросов (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
7			<b>Производство химических веществ, потребительских товаров</b>					
	<b>a</b>		<b>Целлюлозно-бумажные заводы</b>					
		1	<i>Котлы (на тонну целлюлозы)</i> Котлы на черном щелоке, сжигание ила, древесины	0,07				1000
		2	Только котлы, сжигающие кору	0,4				1000
			<i>Илы</i>	Вода		Остаток		
				мкгТЭ/ADt	пгТЭ/л	мкгТЭ/ADt	мкгТЭ/т ила	
		1	Крафт-процесс, старая технология (C12)	4,5	70	4,5	100	
		2	Крафт-процесс, современная технология (C1O2)	0,06	2	0,2	10	
		3	Целлюлоза термомеханической варки					
		4	Рециркулированная целлюлоза					
			<i>Целлюлоза и бумага</i>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Крафт целлюлоза/бумага из первичного волокна, C12				8	
		2	Бумага из сульфитной целлюлозы, старая технология (C12)				1	
		3	Крафт-бумага, новая технология (C1O2, без C1), неотбеленная				0,5	
		4	Бумага из сульфитной целлюлозы, нов. технология (C1O2, без C1)				0,1	
		5	Рециркулированная бумага				10	
	<b>b</b>		<b>Химическая промышленность</b>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
			<i>ПХФ</i>					
		1	Производство в Европе, Америке (хлорирование фенола C12)				2 000 000	
		2	Производство в Китае (термолиз ГХЦГ)				800 000	
		3	ПХФ-Na				500	
			<i>ПХБ</i>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Низкохлорированные, напр., Клофен А30, Ароклор 1242				15 000	
		2	Среднехлорированные, напр., Клофен А40, Ароклор 1248				70 000	
		3	Среднехлорированные, напр., Клофен А50, Ароклор 1254				300 000	
		4	Высокохлорированные, напр., Клофен А60, Ароклор 1260				1 500 000	
			<i>Хлорированные пестициды</i>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Чистая 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т)				7 000	
		2	2,4,6-Трихлорфенол (2,4,6-ПХФ)				700	
		3	Дихлорпроп				1 000	
		4	2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д)				700	
		5	2,4,6-Трихлорфенил-4'-нитрофениловый эфир (хлорнитрофен)					
			Старая технология				300 000	
			Современная технология				400	
		6	Хлорбензолы				НО	НО
		7	Производство хлора с графитовыми анодами				НП	НО
			<i>Хлоранил</i>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	<i>n</i> -хлоранилI путем хлорирования фенола				400 000	
		2	<i>n</i> -хлоранил из гидрохинона				100	
		3	Красители на основе хлоранила (старый процесс, класс 1)				1 200	
		4	<i>o</i> -хлоранил путем хлорирования фенола				60 000	
			<i>ЭДХ/ВХМ/ПВХ</i>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Старая технология, ЭДХ/ВХМ, ПВХ		1			
		2	Современные предприятия ЭДХ/ВХМ и/или ЭДХ/ВХМ/ПВХ Только ПВХ	0,95 0,0003	0,015 0,03		0,03 0,1	2 0,2
	<b>c</b>		<b>Нефтеперерабатывающие предприятия</b>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Все типы	НО	НП	НП	НП	НО
	<b>d</b>		<b>Текстильные предприятия</b>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Верхний предел	НП	НО	НП	100	НО
		2	Нижний предел	НП	НО	НП	0,1	НО
	<b>e</b>		<b>Кожевенные предприятия</b>	Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
		1	Верхний предел	НП	НО	НП	1 000	НО
		2	Нижний предел	НП	НО	НП	10	НО

## Факторы эмиссии для Категории 8 – Разное

Кат.	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выбросов (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>8</b>			<b>Разное</b>					
	<b>a</b>		<b>Сушка биомассы</b>					
		1	Чистая древесина	0,007	НП	НО	0,1	НО
		2	Зеленый корм	0,1	НП	НО	0,1	НО
		3	Биомасса, обработанная ПХФ или др.	10	НП	НО	0,5	НО
	<b>b</b>		<b>Крематории</b>					
		1	Отсутствие контроля	90	НП	НП	НП	НО
		2	Средний уровень контроля	10	НП	НП	НП	2,5
		3	Оптимальный контроль	0,4	НП	НП	НП	2,5
	<b>c</b>		<b>Коптильни</b>					
		1	Пропитанная древесина, отработанные масла, используемые как топливо	50	НП	НО	НО	См. сжигание древесины
		2	Чистое топливо, без досжигателя	6	НП	НО	НО	
		3	Чистое топливо, с досжигателем	0,6	НП	НО	НО	
	<b>d</b>		<b>Химическая чистка</b>					
		1	Тяжелые текстильные изделия, обработанные ПХФ и др.	НП	НП	НП	НП	3 000
		2	Обычный текстиль	НП	НП	НП	НП	50
	<b>e</b>		<b>Табакокурение</b>					
		1	Сигара (на одну штуку)	0,3	НП	НП	НП	НП
		2	Сигарета (на одну штуку)	0,1	НП	НП	НП	НП

## Факторы эмиссии для Категории 9 – Удаление/Захоронение

Кат.	Подкат.	Класс	Категории источников	Потенциальный путь выбросов (мкг ТЭ/т)				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
<b>9</b>			<b>Удаление/Захоронение</b>					
	<b>a</b>		<b>Фильтрат со свалок</b>					
		1	Опасные отходы	НП	200	НП	НП	
		2	Неопасные отходы	НП	30	НП	НП	
	<b>b</b>		<b>Канализация/очистка канализационных стоков</b>					
		1	Промышленные, смешанные бытовые с CI					
			Без удаления ила		5	НП	НП	1000
			С удалением ила		0,5	НП	НП	1000
		2	Городская среда					
			Без удаления ила		2	НП	НП	100
			С удалением ила		0,5	НП	НП	100
		3	Отдаленные районы или современные системы очистки		0,1	НП	НП	10
	<b>c</b>		<b>Сброс в открытые водоемы</b>					
			Смешанные бытовые и промышленные стоки	НП	5	НП	НП	НП
			Городские стоки	НП	0,5	НП	НП	НП
			Удаленные территории или контролируемый сброс	НП	0,1	НП	НП	НП
	<b>d</b>		<b>Компостирование</b>					
		1	Все органические отходы, без отбора	НП	НО	НП	100	НП
		2	Кухонные отходы и отходы садоводства	НП	НО	НП	15	НП
		3	Растительные материалы из незагрязненных областей	НП	НО	НП	5	НП
	<b>e</b>		<b>Удаление отработанных масел</b>					
		1	Все категории	НО	НО	НО	НО	НО

## Факторы эмиссии для Категории 10 – Выявление горячих точек

Класс		Продукт (мкг ТЭ/т)	Встречаемость (т)	г ТЭ, выявленные в средах:				
				Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
	<b>Выявление горячих точек</b>			"x" указывает на необходимость проведения специфического исследования на месте				
	<b>Места производства хлорированных органических соединений</b>							
1	Хлорфенолы и производные ПХФ				x	x		
2	Другие хлорированные органические соединения					x		
	<b>Места производства хлора</b>							
1	С графитовыми электродами				x	x		
2	Без графитовых электродов				x	x		
	<b>Приготовление рецептурных смесей хлорированных фенолов/пестицидов</b>				x	x		
	<b>Места применения пестицидов, загрязненных диоксинами</b>					x		
	<b>Места производства древесины</b>							
1	С применением ПХФ и других диоксин-содержащих консервантов				x	x		
2	Без применения ПХФ, закрытые системы				x	x		
	<b>ПХБ-содержащее оборудование</b>		0				0	
	С низким содержанием хлора (напр. Клофен А30, Ароклор 1242)	15000					0	
	Со средним содержанием хлора (напр. Клофен А40, Ароклор 1248)	70000					0	
	Со средним содержанием хлора (напр. Клофен А50, Ароклор 1254)	300000					0	
	С высоким содержанием хлора (напр. Клофен А60, Ароклор 1260)	1500000					0	
1	С утечками				x	x		
2	Без утечек				x	x		
	Свалки отходов/остатки в категориях 1-9				x	x		
	Места соответствующих аварий				x	x		
	Выемка грунта (землечерпательные работы)				x	x		

## 9. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВОПРОСНИКИ

В настоящую главу включены примеры вопросников, которые могут быть использованы для представления специфических данных по предприятию, процессу или виду деятельности. Эти вопросники также могут быть скачаны в электронной форме со страницы ЮНЕП. Назначение вопросников и то, как с ними работать, объясняется в Главах 4.3 и 4.4.

Вопросники, относящиеся к определенным категориям, следует сопровождать письмом, в котором четко указывается отправитель (со всеми необходимыми координатами) и сопутствующая информация (например, год, на который приводятся данные и дата заполнения вопросника).

Вопросники разработаны для каждой категории (для некоторых категорий могут использоваться одинаковые вопросники).

Пример сопроводительного письма к вопроснику приведен ниже.

### **Реестр выбросов ПХДД/ПХДФ (диоксинов и фуранов)**

**Год, на который приводятся данные 20\_\_** (1 января – 31 декабря)

Запрос сделан: [Название организации, сделавшей запрос, с указанием ее адреса, контактного лица с номером телефона и факса; адрес электронной почты]

Адресат запроса: [Название организации с адресом и другими координатами]

---

**Пожалуйста, верните заполненный вопросник вышеназванной организации, пославшей запрос, не позднее чем \_\_\_\_\_ (дата).**

**Вопросник 1: Категория 1 – Высокотемпературное сжигание отходов**

Тип предприятия	Твердые бытовые отходы	[ ]	
	Промышленные отходы	[ ]	
	Медицинские отходы	[ ]	
	Измельченная легкая фракция	[ ]	
	Канализационный ил	[ ]	
	Отходы древесины и биомассы	[ ]	
	Останки животных	[ ]	
Название предприятия			
Месторасположение (город/район)			
Адрес			
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)			
Количество печей			
Тип эксплуатации	Партиями (например, 100 кг в партии)	[ ]	
	Прерывистый (например, 8 часов в сутки)	[ ]	
	Непрерывный (24 часа в сутки)	[ ]	
	Годовая эксплуатационная мощность/производительность (на каждую установку)	т/час (тонн в час)	
		ч/сут (часов в сутки)	
		д/неделю (дней в неделю)	
		т/сут (тонн в сутки)	
	д/год (дней в год)		
	ч/год (часов в год)		
	т/год (тонн в год)		
Годовая эксплуатационная мощность.производительность (суммарная)	т/час (тонн в час)		
	ч/сут (часов в сутки)		
	д/неделю (дней в неделю)		
	т/сут (тонн в сутки)		
	д/год (дней в год)		
	ч/год (часов в год)		
Тип печи	Массового сжигания/Водяная (решетка)		
	Псевдоожиженный слой		
	Механическая топка		
	Ротационная печь		
	Прочий тип (указать какой)		
Температура в печи	Основная печь (°C)		
	Досжигатель/вторая камера (°C)		
Тип системы контроля загрязнения воздуха (КЗВ)	Электрофильтр	[ ]	
	Циклон	[ ]	
	Рукавный фильтр	[ ]	
	Мокрый скруббер	[ ]	
	Сухой скруббер	[ ]	
	Вдувание извести	[ ]	
	Вдувание NaOH/щелочи	[ ]	
	Вдувание активированного угля/кокса	[ ]	
	Фильтр с активированным углем	[ ]	
	Каталитический нейтрализатор	[ ]	
	Индукционный/принудительный дымосос	[ ]	
	Прочий (указать какой)	[ ]	
Отсутствие системы	[ ]		

Система регенерации тепла	Да [ ]	Нет [ ]
Температура газов	На входе в систему КЗВ (°C) [ ]	На выходе из системы КЗВ (°C) [ ]
Поток исходящих газов	м <sup>3</sup> /час (сухой газ)	

Остатки	Удаление этих остатков		
Осаждение золы	т/год [ ]	Рециркуляция [ ]	Захоронение [ ]
Образование летучей зольной пыли	т/год [ ]	Рециркуляция [ ]	Захоронение [ ]
Образование (сточных)вод	т/год [ ]	Удаление	
Образование илов (по сухому веществу)	т/год [ ]	Рециркуляция [ ]	Захоронение [ ]

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

Класс	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки
Годовая производительность (т/год)	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

**Вопросник 2: Категория 2 – Производство черных и цветных металлов**

Тип предприятия	Агломерат	[ ]	
	Кокс	[ ]	
	Чугун/сталь	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Литье	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Медь	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Алюминий	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Свинец	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Цинк	[ ]	
	Латунь/бронза	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Магний	[ ]	
	Прочие цветные металлы	первичный [ ]	вторичный [ ]
	Измельчитель	[ ]	
Прочие	первичный [ ]	вторичный [ ]	
Адрес			
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)			
Количество печей			
Тип эксплуатации	Партиями (например, 100 кг в партии)	[ ]	
	Прерывистый (например, 8 часов в сутки)	[ ]	
	Непрерывный (24 часа в сутки)	[ ]	
Годовая эксплуатационная мощность/производительность (на каждую установку)	т/час (тонн в час)		
	ч/сут (часов в сутки)		
	д/неделю (дней в неделю)		
	т/сут (тонн в сутки)		
	д/год (дней в год)		
	ч/год (часов в год)		
Годовая эксплуатационная мощность/производительность (суммарная)	т/час (тонн в час)		
	ч/сут (часов в сутки)		
	д/неделю (дней в неделю)		
	т/сут (тонн в сутки)		
	д/год (дней в год)		
	ч/год (часов в год)		
Тип печи	Доменная печь		
	Индукционная печь		
	Электродуговая печь		
	Каупер		
	Ротационная печь		
	Отражательная печь		
Прочий тип (указать какой)			
Температура в печи	Основная печь (°C)		
	Вторая камера/досжигатель (°C)		
Первичное топливо	Тип		т/год
Вторичное/альтернативное топливо	Тип		т/год или %
Тип системы контроля	Электрофильтр		[ ]

загрязнения воздуха (КЗВ)	Циклон	[ ]
	Рукавный фильтр	[ ]
	Мокрый скруббер	[ ]
	Сухой скруббер	[ ]
	Вдувание извести	[ ]
	Вдувание NaOH/щелочи	[ ]
	Вдувание активированного угля/кокса	[ ]
	Фильтр с активированным углем	[ ]
	Каталитический нейтрализатор	[ ]
	Индукционный/принудительный дымосос	[ ]
	Прочий (указать какой) Отсутствие системы	[ ]
Система регенерации тепла	Да [ ]	Нет [ ]
Температура газов	На входе в систему КЗВ (°C) [ ]	На выходе из системы КЗВ (°C) [ ]
Поток исходящих газов	м <sup>3</sup> /час (сухой газ)	

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

Класс	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки
	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
Годовая производительность (т/год)	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

**Вопросник 3: Категория 3 – Производство электроэнергии и тепловой энергии**

Тип предприятия	Электростанции	
	на угле лигните битуминозных углях антраците прочих углях	[ ] [ ] [ ] [ ]
На природном газе	[ ]	
На древесине	[ ]	
На газе из органических отходов	[ ]	
На газе канализационных илов	[ ]	
На биомассе (указать какой именно)		
Промышленные установки (малые)		
На угле (указать каком) лигните битуминозных углях антраците прочих углях	[ ] [ ] [ ] [ ]	
На природной древесине	[ ]	
Сжигание других видов биомассы сахарного тростника тапиоки хлопчатника бамбука бананов остатков сбора урожая прочего (указать чего именно)	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Адрес		
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)		
Тип эксплуатации	Партиями (например, 100 кг в партии) Прерывистый (например, 8 часов в сутки) Непрерывный (24 часа в сутки)	[ ] [ ] [ ]
Годовая эксплуатационная мощность \ производительность (на каждую установку)	т/час (тонн в час) или ТДж/час ч/сут (часов в сутки) д/неделю (дней в неделю) т/сут (тонн в сутки) или ТДж/час д/год (дней в год) ч/год (часов в год) т/год (тонн в год) или ТДж/час	
Годовая эксплуатационная мощность/ производительность (суммарная)	д/год (дней в год) ч/год (часов в год) ТДж/час в год (тераджоулей в год)	
Тип печи/камеры сгорания	Бойлер Нагреватель Факел Турбина (внутренний газ) Двигатель внутреннего сгорания Прочий тип (указать какой)	
Температура в печи	Основная печь (°C)	

	Вторая камера/досжигатель (°C)	
Тип системы снижения загрязнения (СЗ)	Электрофильтр	[ ]
	Циклон	[ ]
	Рукавный фильтр	[ ]
	Мокрый скруббер	[ ]
	Сухой скруббер	[ ]
	Вдувание извести	[ ]
	Вдувание NaOH/щелочи	[ ]
	Вдувание активированного угля/кокса	[ ]
	Фильтр с активированным углем	[ ]
	Каталитический нейтрализатор	[ ]
Прочий (указать какой)	[ ]	
	Отсутствие системы	[ ]
Система регенерации тепла	Да [ ]	Нет [ ]
Температура газов	На входе в систему снижения загрязнения (°C) [ ]	На выходе из системы снижения загрязнения (°C) [ ]
Поток исходящих газов	м <sup>3</sup> /час (сухой газ)	

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

	<b>Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)</b>				
<b>Класс</b>	<b>Воздух</b>	<b>Вода</b>	<b>Почва</b>	<b>Продукт</b>	<b>Остатки</b>
	<b>Годовые выбросы (г ТЭ/год)</b>				
<b>Годовая производительность (т/год)</b>	<b>Воздух</b>	<b>Вода</b>	<b>Почва</b>	<b>Продукт</b>	<b>Остатки</b>

**Вопросник 4: Категория 4 – Производство продукции из минерального сырья**

Тип предприятия	Цемент Известь Кирпич Стекло Керамика Приготовление асфальтовых смесей	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
Адрес		
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)		
Количество печей		
Сырье (тип, количество в т/год)		
Первичное топливо (тип, количество в т/год)		
Вторичное/альтернативное топливо (тип, количество в т/год)		
Тип процесса	Сухой [ ]	Мокрый [ ]
Тип эксплуатации	Партиями (например, 100 кг в партии) Прерывистый (например, 8 часов в сутки) Непрерывный (24 часа в сутки)	[ ] [ ] [ ]
Годовая эксплуатационная мощность/производительность (на каждую установку)	т/час (тонн в час) ч/сут (часов в сутки) д/неделю (дней в неделю) т/сут (тонн в сутки) д/год (дней в год) ч/год (часов в год) т/год (тонн в год)	
Годовая эксплуатационная мощность/производительность(суммарная)	т/час (тонн в час) ч/сут (часов в сутки) д/неделю (дней в неделю) т/сут (тонн в сутки) д/год (дней в год) ч/год (часов в год) т/год (тонн в год)	
Тип печи	Ротационная печь Шахтная печь Туннельная печь Прочий тип (указать какой)	
Температура в печи	Основная печь (°C) Досжигатель/вторая камера (°C)	
Тип системы контроля загрязнения воздуха (КЗВ)	Электрофильтр Циклон Рукавный фильтр Мокрый скруббер Сухой скруббер Вдувание извести Вдувание NaOH/щелочи Вдувание активированного угля/кокса	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

	Фильтр с активированным углем	[ ]
	Каталитический нейтрализатор	[ ]
	Индукцированный/принудительный дымосос	[ ]
	Прочий (указать какой)	
	Отсутствие системы	[ ]
Система регенерации тепла	Да [ ]	Нет [ ]
Температура газов	На входе в систему КЗВ (°C) [ ]	На выходе из системы КЗВ (°C) [ ]
Поток исходящих газов	м <sup>3</sup> /час (сухой газ)	

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

Класс	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки
Годовая производительность (т/год)	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

**Вопросник 5: Категория 5 – Транспорт**

Регион/район/страна Адрес Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)			
<b>Тип топлива</b>	<b>Этилированный бензин</b>	<b>Неэтилированный бензин</b>	<b>Дизельное топливо/легкое дистиллятное топливо</b>
Годовое потребление топлива в стране (литры в год, л/год)			

**Пассажирский транспорт**

Количество автомобилей			
Годовой пробег транспортного средства (км/год)			
Потребление топлива (л/км, л/год)			
Годовое потребление (л/год)			
Наличие APCS* (да/нет)			

**Автобусы**

Количество автобусов			
Годовой пробег транспортного средства (км/год)			
Потребление топлива (л/км, л/год)			
Общее годовое потребление (л/год)			
Годовое потребление в тоннах по годам (т/год)			
Наличие APCS* (да/нет)			

**Автобусы и грузовики**

Количество машин			
Годовой пробег транспортного средства (км/год)			
Потребление топлива (л/км, л/год)			
Общее годовое потребление (л/год)			
Годовое потребление в тоннах по годам (т/год)			
Наличие APCS*			

**Суда**

Количество судов			
Расстояние, покрываемое транспортным средством в год (км/год)			
Потребление топлива (л/км, л/год)			
Общее годовое потребление (л/год)			
Общее годовое потребление в тоннах за год (т/год)			

Наличие АРС* (да/нет)			
-----------------------	--	--	--

**Поезда**

Количество поездов (использующих любой вид топлива, указанного ниже)			
Годовой пробег поезда по железной дороге (км/год)			
Потребление топлива (л/км, л/год)			
Общее годовое потребление (л/год)			
Годовое потребление в тоннах по годам (т/год)			
Наличие АРС* (да/нет)			

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

Класс	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки
	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
Годовая производительность (т/год)	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

\*АРС – наличие катализатора, обеспечивающего удаление нефтяной составляющей и частиц из выхлопов дизельного транспортного средства

**Вопросник 6: Категория 6 – Неконтролируемые процессы сжигания**

Регион/район/страна	
Адрес	
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)	

**Сжигание биомассы**

Тип биомассы, например, сосна, сахарный тростник, др.	Количество сожженной биомассы на гектар (т/га)	Площади, на которых проводилось сжигание в гектарах за год (га/год)	Количество сожженной биомассы в год (т/год)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
Всего			

**Открытое сжигание отходов и случайные пожары**

Общая статистика по отходам						
Наработка отходов (тонны)	На душу населения в сутки		На душу населения в год		По всей стране в год (т)	
Тип источника	Количество сожженных отходов на душу населения (т/год)		Количество жителей		Количество отходов, сжигаемых ежегодно (т/год)	
	(%)	(т/год)	(%)	(т/год)	(%)	(т/год)
1.) Пожары на свалках						
2.) Неконтролируемое сжигание бытовых отходов						
3.) Открытое сжигание древесины (строительство/снос зданий)						
Регион/район/по стране в целом						
	Количество домов, сгораемых за год (кол-во/год)		Количество транспортных средств, сгораемых за год (кол-во/год)			
4.) Случайные пожары в домах, на предприятиях						
5.) Случайные пожары на транспортных средствах						

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

Класс	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
Годовая производительность (т/год)	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

**Вопросник 7: Категория 7 – Производство и применение химических веществ и предметов потребления (выбросы в воздух и в воду)**

Химическая промышленность: Тип предприятия	Целлюлозно-бумажная промышленность: целлюлоза Целлюлозно-бумажная промышленность: бумага (первичное пр-во или пр-во из вторсырья) Целлюлозно-бумажная промышленность: в целом Производство хлорированных органических соединений Этилендихлорид ПВХ Пестицидов (ПХФ; 2,4,5-Т; 2,4Д) Производство газообразного хлора (графитовые электроды) Нефтеперерабатывающие предприятия	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
Адрес		
Контактное лицо (ФИО, должность, телефон и факс, электронная почта)		
Производительность: потребление сырья (тип, количество, т/год)		
Производительность: производство конечного продукта из сырья (тип, количество, т/год)		
Тип процесса	В неподвижном слое В псевдооживленном слое Прочий	[ ] [ ] [ ]
Тип эксплуатации	Партиями (например, 100 кг в партии) Прерывистый (например, 8 часов в сутки) Непрерывный (24 часа в сутки)	[ ] [ ] [ ]
Годовая производительность/ мощность (на установку)	т/час (тонн в час) ч/сут (часов в сутки) д/неделю (дней в неделю) т/сут (тонн в сутки) д/год (дней в год) ч/год (часов в год) т/год (тонн в год)	
Годовая производительность/ мощность (суммарная)	т/час (тонн в час) ч/сут (часов в сутки) д/неделю (дней в неделю) т/сут (тонн в сутки) д/год (дней в год) ч/год (часов в год) т/год (тонн в год)	
Температура при производстве/эксплуатации	(°C)	
Сброс воды (л/час, м <sup>3</sup> /год)		
Очистка воды	Пруды-отстойники Бассейны аэрации Вторичная очистка Третичная очистка Прочая (указать какая именно)	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
Наработка илов	т/год (тонны в год)	

Удаление илов	Захоронение (т/год) Применение на полях (т/год) На месте (т/год) Сжигание (т/год) Прочее (указать какое именно) (т/год)	
Тип системы контроля загрязнения воздуха (КЗВ)	Электрофильтр Циклон Рукавный фильтр Мокрый скруббер Сухой скруббер Вдувание извести Вдувание NaOH/щелочи Вдувание активированного угля/кокса Фильтр с активированным углем Каталитический нейтрализатор Индукционный/принудительный дымосос Прочий (указать какой) Отсутствие системы	[ ] [ ]
Температура газов	На входе в систему КЗВ (°C) [ ]	На выходе из системы КЗВ (°C) [ ]
Поток исходящих газов	м <sup>3</sup> /час (сухой газ)	

**Итоговая классификация и оценка** (заполняется лицом, производящим оценку данных)

	Фактор эмиссии (мкг ТЭ/т)				
Класс	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки
	Годовые выбросы (г ТЭ/год)				
Годовая производительность (т/год)	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки

## 10 ПРИЛОЖЕНИЕ 3: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЕСТРОВ

### 10.1 Примеры таблиц реестра

В Таблице 75 приведен пример с численными значениями, введенными в лист EXCEL, и данными о годовом поступлении, рассчитанными в системе электронных таблиц. В представленной гипотетической стране существуют предприятия по сжиганию бытовых, опасных и медицинских отходов, но нет предприятий по переработке измельченных отходов легкой фракции, канализационного ила, отходов древесины и останков животных. Но следует отметить, что в таблице указано отсутствие деятельности в этом секторе. Другими словами, в стране знают, что эти виды хозяйственной деятельности являются возможными источниками диоксинов и фуранов, в стране изучали эти источники и обнаружили, что их нет. Страна, указанная в таблице, отчасти передовая с технологической точки зрения, поскольку в ней нет предприятий, работающих по низким техническим стандартам. Основными средами выбросов являются воздух с общим поступлением 150 г ТЭ в год и остатки, составляющие 552 г ТЭ в год. Большинство ПХДД/ПХДФ в остатках образуется в результате загрязнения летучей зольной пыли. Данные о поступлении в воздух ясно показывают, что наибольшая часть в ежегодных выбросах приходится на выбросы, образующиеся при сжигании 250000 тонн бытовых отходов, сжигаемых на предприятии по сжиганию твердых бытовых отходов (возможно на единственном), на котором не используются современные технологии. Эта установка по сжиганию произвела 87,5 г ТЭ за отчетный год, в то время как эмиссии современной установки по сжиганию, на которой используются наилучшие из имеющихся технологий и которая сжигает в два раза больше отходов по массе (500000 т/год), составили за отчетный год всего 0,25 г ТЭ.

Конечным результатом выполнения всех этапов, указанных в Руководстве, будет итоговая таблица со всеми данными о выбросах, составленная на отчетный год для определенной страны. Подобные примеры представлены для стран, которые успешно применили методику Руководства, и отражены в Таблицах 76-85.

Таблица 75 Пример таблицы, составленной с помощью программы EXCEL, в которой показаны начальные и итоговые данные по выбросам в воздух, воду, землю, а также поступлению в продукты и остатки

Категории источников	Потенциальные пути выбросов (мкг ТЭ/т)						Производство т/год	Выбросы в год г ТЭ/год				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остатки							
Сжигание отходов	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Зольная пыль	Шлак		Воздух	Вода	Почва	Зольная пыль	Шлак
<b>Сжигание твердых бытовых отходов</b>							<b>2750000</b>	<b>147,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>532</b>	<b>18,5</b>
Низкотехнол.сжигание, без системы КЗВ	3500		НП	НП	0	75					0	
Контролир.сжигание, минимальный КЗВ	350		НП	НП	500	15	250000	87,5			125	3,75
Контролир.сжигание, хороший КЗВ	30		НП	НП	200	7	2000000	60			400	14
Высокотехнол.сжигание, сложный КЗВ	0,5		НП	НП	15	1,5	500000	0,25			7,5	0,75
<b>Сжигание опасных отходов</b>							<b>1000</b>	<b>0,075</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,414</b>	<b>0</b>
Низкотехнол.сжигание, без системы КЗВ	35000		НП	НП	9000		0	0			0	0
Контролир.сжигание, минимальный КЗВ	350		НП	НП	900		200	0,07			0,18	0
Контролир.сжигание, хороший КЗВ	10		НП	НП	450		500	0,005			0,225	0
Высокотехнол.сжигание, сложный КЗВ	0,75		НП	НП	30		300	0,000225			0,009	0
<b>Сжигание медицинских отходов</b>							<b>2000</b>	<b>2,026</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,995</b>	<b>0,01</b>
Неконтролир.сжигание партиями, без КЗВ	40000		НП	НП		200		0			0	0
Контрол., партиями, без или с миним. КЗВ	3000		НП	НП		20	500	1,5			0	0,01
Контрол., партиями, хороший КЗВ	525		НП	НП	920		1000	0,525			0,92	0
Высокотехнол., непрерывн., сложный КЗВ	1		НП	НП	150		500	0,0005			0,075	0
<b>Сжигание легкой фракции измельченных отходов*</b>							<b>0</b>					
<b>Сжигание канализационного ила*</b>							<b>0</b>					
<b>Сжигание отходов древесины*</b>							<b>0</b>					
<b>Сжигание остатков животных*</b>							<b>0</b>					
											<b>534</b>	<b>18,5</b>
<b>Сжигание отходов</b>							<b>2753000</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>552</b>	

\* в целях экономии места, подкатегории опущены

## 10.2 Национальные реестры ПХД/ПХДФ, составленные с применением Руководства

С момента выхода проекта Руководства в январе 2001 года, методология, предложенная в нем, применяется во многих странах. Некоторые из них уже завершили работу над составлением национальных реестров. Резюме полученных результатов приведено ниже, начиная с Таблицы 76 (пожалуйста, обратите внимание на различные единицы измерения!):

**Таблица 76: Реестр ПХД/ПХДФ Уругвая (DINAMA 2002)**

	Категория	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	4,8	0,0	0,0	0,0	0,03
2	Производство черных и цветных металлов	1,25	0,0	0,0	0,0	1,60
3	Производство энергии	1,14	0,0	0,0	0,0	0,15
4	Производство продукции из минерального сырья	0,91	0,0	0,0	0,0	0,12
5	Транспорт	1,36	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Неконтролируемое сжигание	7,65	0,0	1,8	0,0	6,10
7	Химическая/целлюлозная пр-ть	0,004	0,17	0,0	0,6	0,01
8	Разное	0,016	0,0	0,0	0,0	0,004
9	Удаление отходов	0,0	0,2	0,0	0,015	0,075
	<b>Всего</b>	<b>17,1</b>	<b>0,4</b>	<b>1,8</b>	<b>0,6</b>	<b>8,1</b>

**Таблица 77: Реестр ПХД/ПХДФ Иордании на 2000 год (MoE Jordan, 2003)**

	Категории источников	Выбросы в год (г ТЭ/год)					Всего
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки	
1	Высокотемпературное сжигание отходов	4,04	0,0	0,0	0,0	0,3	4,3
2	Производство черных и цветных металлов	0,79	0,0	0,0	0,0	1,9	2,7
3	Производство электроэнергии и тепла	0,46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
4	Производство продукции из минерального сырья	0,74	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8
5	Транспорт	0,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
6	Неконтролируемые процессы сжигания	46,8	0,0	0,0	0,0	3,1	49,9
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0,0	0,0	0,0	0,34	0,0	0,3
8	Разное	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001
9	Удаление отходов/Захоронение	0,014	0,64	0,0	0,0	11,2	11,9
	<b>Всего</b>	<b>53,6</b>	<b>0,64</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>16,5</b>	<b>71,1</b>

**Таблица 78: Реестр ПХД/ПХДФ Филиппин на 1999 год (ITDI, 2003)**

	Категории источников	Выбросы в год (г ТЭ/год)					Всего на сектор
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки	
1	Высокотемпературное сжигание отходов	37,8	0,0	0,0	0,0	3,72	41,6
2	Производство черных и цветных металлов	8,7	0,0	0,0	0,0	1,89	10,6
3	Производство энергии, приготовление пищи	142,8	0,0	0,0	0,0	14,39	157,2
4	Производство продукции из минерального сырья	2,5	0,0	0,0	0,0	0,04	2,6
5	Транспорт	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
6	Неконтролируемые процессы	135,5	0,0	46,9	0,0	4,73	187,1

	сжигания						
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0,0	0,605	0,0	77,6	13,32	91,6
8	Разное	0,23	0,0	0,0	0,0	0,001	0,23
9	Удаление отходов/Захоронение	0,0	43,20	0,0	0,0	0,0	43,2
10	Выявление горячих точек						
	<b>Всего</b>	<b>327,7</b>	<b>43,80</b>	<b>46,9</b>	<b>77,6</b>	<b>38,1</b>	<b>534,1</b>

Таблица 79: Реестр ПХД/ПХДФ Брунея Даруссалама на 2001 год (DEPR 2003)

	Категории источников	Выбросы в год (мг ТЭ/год)					
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки	Всего/все среды*
1	Высокотемпературное сжигание отходов	585,0	-	-	-	3,9	588,9
2	Производство черных и цветных металлов	0,09	0,002	0	0	0	0,09
3	Производство электроэнергии и тепла	23,0	-	-	-	-	23,0
4	Производство продукции из минерального сырья	18,9	-	-	42,80	-	61,7
5	Транспорт	67	-	-	-	-	67,0
6	Неконтролируемые процессы сжигания	48,5	-	30,9	-	0,8	80,2
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0	0	0	0	0	0
8	Разное	6,7	-	-	-	0,01	6,8
9	Удаление отходов/Захоронение	-	23,0	-	0,050	550,8	573,8
10	Выявление горячих точек						
<b>1-9</b>	<b>Всего</b>	<b>749,2</b>	<b>23,0</b>	<b>30,9</b>	<b>42,85</b>	<b>555,0</b>	<b>1401</b>

\* - суммарное значение для всех выбросов из каждой категории источников

Таблица 80: Реестр ПХД/ПХДФ Ливана на 1999/2001 годы (MoE Lebanon, 2003)

Кат.	Категории источников	Выбросы в год (г ТЭ/год)					
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки	Всего
1	Высокотемпературное сжигание отходов	11,6	0,0	0,0	0,0	0,1	11,6
2	Производство черных и цветных металлов	1,9	0,0	0,0	0,0	4,0	5,90
3	Производство электроэнергии и тепла	0,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,35
4	Производство продукции из минерального сырья	0,52	0,0	0,0	0,0	0,0	0,55
5	Транспорт	2,46	0,0	0,0	0,0	0,0	2,46
6	Неконтролируемые процессы сжигания	21,0	0,0	0,055	0,0	33,0	54,04
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0,70	0,0	0,0	0,024	0,0	0,75
8	Разное	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Удаление отходов/Захоронение	0,035	0,964	0,0	0,781	0,0	1,78
10	Выявление горячих точек						
<b>1-9</b>	<b>Всего</b>	<b>38,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>37,1</b>	<b>77,5</b>

Таблица 81: Реестр ПХД/ПХДФ Таиланда на 1999 год (PCD, 2002)

Кат.	Категория источника	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	247,2	0	0	0	30

2	Производство черных и цветных металлов	20,4	0	0	0	1
3	Производство электроэнергии и тепла	40,2	0	0	0	0
4	Производство продукции из минерального сырья	10,0	0	0	0	0,14
5	Транспорт	7,3	0	0	0	0
6	Неконтролируемые процессы сжигания	632,3	0	0	0	292
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0,4	1,35	0	8,4	382
8	Разное	27,2	0	0	0	0
9	Удаление отходов/Захоронение	0	0	0	0	0
1-9	Всего	985	1,4	0	8,4	705

Таблица 82: Реестр ПХДД/ПХДФ Польши на 2000 год\* \*\* (Lassen и др., 2003)

Кат.	Категория источника	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	140				86
2	Производство черных + цветных металлов	80	0,05?	?		140?
3	Производство электроэнергии и тепла	62		?	?	55
4	Производство продукции из минерального сырья	18				0,63?
5	Транспорт	3,6				?
6	Неконтролируемые процессы сжигания	180		6,6?		2101,1??
7	Производство химических веществ и потребительских товаров	0,07	0,04?		11	0,1?
8	Разное	1,7			0,14?	35
9	Удаление отходов/Захоронение	?	1,1?		0,03	?
1-9	Всего	490	1,2?	6,6?	11?	530?

\* - Большинство данных получено с применением Методических указаний; некоторые основаны на собственных результатах измерений

\*\* - приведены только медианные значения; первоисточник приводит диапазоны значений для воздуха, воды и продуктов; пустое поле означает, что путь поступления признан несущественным

? – вопросительный знак означает, что путь поступления может быть существенным, но значения фактора эмиссии не существует

? – вопросительный знак после числа означает, что число может быть занижено, поскольку некоторые подкатегории численно не оценивались

Таблица 83: Реестр ПХДД/ПХДФ Эстонии на 2000 год (Lassen и др., 2003)

Кат.	Категория источника	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	0,19				0,47
2	Производство черных и цветных металлов					
3	Производство электроэнергии и тепла	4,9				5,8
4	Производство продукции из минерального сырья	0,39			?	0,06?
5	Транспорт	0,04				?
6	Неконтролируемые процессы сжигания	8,1	?	0,12?		4,4?
7	Производство химических веществ, потребительских товаров	0,004?	0,15		0,03	0,6?
8	Разное	0,04			0,002	0,009?
9	Удаление отходов/Захоронение					3,9
10	Выявление горячих точек	?				
1-9	Всего	14?	0,15?	0,12?	0,03?	15?

\*- приведены только медианные значения; первоисточник приводит диапазоны значений для воздуха, воды и продуктов; пустое поле означает, что путь поступления признан несущественным

? – вопросительный знак означает, что путь поступления может быть существенным, но значения фактора эмиссии не существует

? – вопросительный знак после числа означает, что число может быть занижено, поскольку некоторые подкатегории численно не оценивались

**Таблица 84: Реестр ПХДД/ПХДФ Латвии на 2000 год (Lassen и др., 2003)**

Кат.	Категория источника	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	0,98				0,28
2	Производство черных + цветных металлов	1,5	?	?	?	7,0?
3	Производство электроэнергии и тепла	3,1				0,72
4	Производство продукции из минерального сырья	0,51	?	?	?	0,01?
5	Транспорт	0,05				?
6	Неконтролируемые процессы сжигания	16	?	0,24		22
7	Производство химических веществ, потребительских товаров					0,004
8	Разное	0,02		?		2,0
9	Удаление отходов/Захоронение		0,18			2,0
10	Выявление горячих точек	?	?	?		
1-9	Всего				?	32?

\*- приведены только медианные значения; первоисточник приводит диапазоны значений для воздуха, воды и продуктов; пустое поле означает, что путь поступления признан несущественным

? – вопросительный знак означает, что путь поступления может быть существенным, но значения фактора эмиссии не существует

? – вопросительный знак после числа означает, что число может быть занижено, поскольку некоторые подкатегории численно не оценивались

**Таблица 85: Реестр ПХДД/ПХДФ Литвы на 2000 год (Lassen и др., 2003)**

Кат.	Категория источника	Выбросы в год (г ТЭ/год)				
		Воздух	Вода	Почва	Продукты	Остатки
1	Высокотемпературное сжигание отходов	0,36?				
2	Производство черных + цветных металлов	0,09	?		?	
3	Производство электроэнергии и тепла	2,6				
4	Производство продукции из минерального сырья	0,38	?		?	
5	Транспорт	0,07				?
6	Неконтролируемые процессы сжигания	14	?	0,29?		
7	Производство химических веществ, потребительских товаров	?	?		0,42	?
8	Разное	0,08			0,00004?	
9	Удаление отходов/Захоронение		0,1?		0,02?	
10	Выявление горячих точек	?	?	?		
1-9	Всего	17?	0,1?	0,29?	0,43?	18?

\*- приведены только медианные значения; первоисточник приводит диапазоны значений для воздуха, воды и продуктов; пустое поле означает, что путь поступления признан несущественным

---

? – вопросительный знак означает, что путь поступления может быть существенным, но значения фактора эмиссии не существует

? – вопросительный знак после числа означает, что число может быть занижено, поскольку некоторые подкатегории численно не оценивались

## 11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

### 11.1 Токсические эквивалентные факторы (ТЭФ)

Многие регламентирующие учреждения для оценки риска сложных смесей ПХДД/ПХДФ разработали так называемые Токсические эквивалентные факторы (ТЭФ). ТЭФ основаны на величинах острой токсичности, полученных в исследованиях *in vivo* и *in vitro*. Этот подход основан на том очевидном факте, что эти соединения имеют общий механизм действия на рецепторы. Однако метод с применением ТЭФ, имеет свои ограничения вследствие допущения ряда упрощений. Хотя принимаемая научная основа не может рассматриваться как безусловно правильная, подход с применением ТЭФ развивается как инструмент практического использования, который позволяет переводить количественные аналитические данные для отдельных представителей группы ПХДД/ПХДФ в единый Токсический эквивалент (ТЭ). ТЭФ особенно полезны для выражения кумулятивной токсичности сложных смесей ПХДД/ПХДФ в виде одной единственной величины ТЭ. Следует отметить, что ТЭФ являются промежуточными величинами и управляющим инструментом только для оценки порядка величин. Они отражают современный уровень знаний, и их следует пересматривать по мере поступления новых данных.

В настоящее время применяют две схемы. По более старой схеме, ТЭФ устанавливаются Рабочей группой НАТО/ССМС по диоксинам и родственным им соединениям в виде Международных токсических эквивалентных факторов (М-ТЭФ) (НАТО/ССМС, 1998; Kutz и др., 1990). Более новая схема разработана Рабочей группой ВОЗ/МПБХВ, которая, пересмотрев М-ТЭФ, предложила новую схему. Две упомянутые схемы представлены в Таблице 86. Здесь представлены только ТЭФ для оценки риска для человека и млекопитающих, в то время как группа ВОЗ/МПБХВ также выделила ТЭФ для неорто и моноорто замещенных полихлорированных бифенилов (ПХБ) и установила отдельные ТЭФ для рыб и птиц (van Leeuwen и Younes, 1998).

**Таблица 86: Токсические эквивалентные факторы (ТЭФ) - сравнение двух наиболее часто используемых схем**

Название	М-ТЭФ	ВОЗ-ТЭФ
2,3,7,8- Cl <sub>4</sub> ДД	1	1
1,2,3,7,8-Cl <sub>5</sub> ДД	0,5	<b>1</b>
1,2,3,4,7,8-Cl <sub>6</sub> ДД	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Cl <sub>6</sub> ДД	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Cl <sub>6</sub> ДД	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Cl <sub>7</sub> ДД	0,01	0,01
Cl <sub>8</sub> ДД	0,001	<b>0,0001</b>
2,3,7,8-Cl <sub>4</sub> ДФ	0,1	0,1
1,2,3,7,8-Cl <sub>5</sub> ДФ	0,05	0,05
2,3,4,7,8-Cl <sub>5</sub> ДФ	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-Cl <sub>6</sub> ДФ	0,1	0,1

1,2,3,7,8,9-Cl <sub>6</sub> ДФ	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Cl <sub>6</sub> ДФ	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-Cl <sub>6</sub> ДФ	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Cl <sub>7</sub> ДФ	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Cl <sub>7</sub> ДФ	0,01	0,01
Cl <sub>8</sub> ДФ	0,001	<b>0,0001</b>

Для всех соединений, не являющихся 2,3,7,8-замещенными, величины ТЭФ не установлены.

Числа в Таблице 86, выделенные жирным шрифтом, представляют величины ТЭФ, которые были пересмотрены ВОЗ и которые поэтому отличаются от М-ТЭФ.

## 11.2 Единицы измерения атмосферных эмиссий

При предоставлении данных для концентраций в воздухе следует с вниманием относиться к единицам измерения, в которых они приводятся. Применяются следующие определения:

- $m^3$  Кубический метр. Единица объема системы СИ, может применяться для выражения объема любого вещества, жидкого, твердого или газообразного.
- $Nm^3$  Нормальный кубический метр. Относится к объему любого газа, взятого при температуре  $0^\circ C$  и давлении 1 атм (101,325 кПа)
- В европейских странах и для эмиссий, образующихся в результате высокотемпературного сжигания отходов (а также попутного сжигания отходов),  $Nm^3$  определяется для следующих условий: 101,325 кПа (=1атм), 273,15 К, сухой газ и 11% кислорода. Для эмиссий сжигающих предприятий других типов нет требования приведения к 11% кислорода.
- $Rm^3$  в Канаде Эталонный (reference) кубический метр. Для эталона используются условия:  $25^\circ C$ , 1 атм., сухое состояние. Требуется четко указать необходимость корректировки с учетом на кислород, хотя иногда это не делается. Используемый в Канаде стандарт предусматривает поправку на 11% кислород для печей и котлов целлюлозно-бумажных предприятий, работающих на остатках просоленной древесины. В других отраслях, например, для агломерации, было принято решение не применять поправку на кислород.
- $Sm^3$  Сухой стандартный кубический метр (dry standard cubic meter - dscm) при давлении 1 атм и температуре 20 градусов Цельсия (68 градусов Фаренгейта). Концентрация загрязнителей для корректировки приводится к стандартному проценту кислорода или углекислого газа в выходящих газах, обычно 7% кислорода и 12% углекислого газа.

### 11.3 Теплота сгорания топлива - для основной категории 3

В основной категории источников 3 базовым показателем для представления установочных факторов эмиссии служит выходная мощность. Поэтому в Руководстве значения соотносят с ТДж (тераджоулями), а не с массой на 1 тонну загружаемого материала. В случаях, когда имеются данные только о потребляемой массе, с помощью нижеследующих таблиц можно соотнести массу (в кг) и выходную мощность (МДж).

Таблица 87: Теплота сгорания угля

Тип угля	Теплота сгорания
Антрацит, Германия	27-35 МДж/кг в зависимости от шахты
Битуминозный уголь, Франция	32-34 МДж/кг
Битуминозный уголь, США	31-32 МДж/кг
Антрацит, Россия	30 МДж/кг (Донецкий бассейн)
Битуминозный уголь, Германия	29-32 МДж/кг
Битуминозный уголь, Китай	25-27 МДж/кг
Полубитуминозный уголь, Испания	16-17 МДж/кг
Полубитуминозный уголь, Хорватия	13-15 МДж/кг
Полубитуминозный уголь, Турция	12-14 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Центральная Германия	10-12 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Чешская Республика	9-11 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Западная Германия	8-10 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Австралия	8-9 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Восточная Германия	7-9 МДж/кг
Лигнит/бурый уголь, Греция	4-6 МДж/кг

Таблица 88: Теплота сгорания кокса

Тип кокса	Теплота сгорания
Кокс, Чешская Республика	31-32 МДж/кг
Антрацитный кокс, Германия	28-30 МДж/кг
Лигнитный кокс, Германия	27-28 МДж/кг
Кокс, Германия	23-25 МДж/кг

Таблица 89: Теплота сгорания нефтепродуктов

Тип нефтепродуктов	Теплота сгорания
Бензин	44-47 МДж/кг
Легкое дизельное топливо/Дизельное топливо	43-46 МДж/кг
Тяжелое нефтяное топливо (мазут)	40-43 МДж/кг
Буроугольная смола	38-40 МДж/кг
Антрацитовая смола	37-39 МДж/кг
Метиловый спирт	20-23 МДж/кг

Таблица 90: Теплота сгорания газа

Тип газа	Теплота сгорания
Метан	50-55 МДж/кг
Природный газ, Северное море, Великобритания	48-53 МДж/кг
Природный газ, Северное море, Германия	47-52 МДж/кг
Пропан	46-50 МДж/кг
Природный газ, класс Н	44-49 МДж/кг
Природный газ, класс L	40-45 МДж/кг
Природный газ, Нидерланды	38-44 МДж/кг
Метанол	20-23 МДж/кг
Моноксид углерода	10-11 МДж/кг
Для первичной оценки следует применять следующие средние величины:	
Природный газ	48 МДж/кг
Сжиженный нефтяной газ (средняя теплота сгорания)	46 МДж/кг

Таблица 91: Теплота сгорания древесины

<b>Вид древесины</b>	<b>Теплота сгорания</b>
Лиственница, воздушно-сухая	14-17 МДж/кг
Тополь, воздушно-сухой	15-16 МДж/кг
Бук, воздушно-сухой	13-15 МДж/кг
Бук, зеленый	12-13 МДж/кг
Кора березы	11-13 МДж/кг
Кора лиственницы	10-12 МДж/кг

Таблица 92: Теплота сгорания биотоплива

<b>Тип биотоплива</b>	<b>Теплота сгорания</b>
Скорлупа кокоса	17-19 МДж/кг
Скорлупа миндаля	17-19 МДж/кг
Гранулы торфа	15-18 МДж/кг
Торф, Германия	15-17 МДж/кг
Солома (пшеницы)	15-17 МДж/кг
Волокно кокоса	14-16 МДж/кг
Рисовая шелуха	14-15 МДж/кг
Остатки при обжаривании кофе	9-11 МДж/кг
Торф, Финляндия	9-11 МДж/кг
Багасса	8-10 МДж/кг
Торф, Испания	1-3 МДж/кг

## 11.4 Переводные коэффициенты для жидкого и газообразного топлива для основных категорий 3 и 5

Очень часто величины расхода бензина и дизельного топлива на транспорте или сырой нефти в энергетике приводятся в литрах (л). Данные расхода газообразного топлива, например, природного газа, могут быть представлены в кубических метрах (м<sup>3</sup>). Для задач Руководства эти объемы должны быть переведены в тонны или теплоту сгорания; соответствующие величины представлены в Разделе 11.2. Чтобы облегчить пользование Руководством, в разделе также приведены средние величины теплоты сгорания. Для целей Руководства:

- 1 л бензина имеет массу около 0,74 кг; следовательно, для перевода литров бензина в тонны следует использовать коэффициент 0,00074;
- 1 л (нормального) дизельного топлива (для автомобилей, грузовиков и др.) и/или легкого дизельного топлива (включая топливо для отопления) имеет массу около 0,85 кг; следовательно, для перевода литров дизельного и/или легкого дизельного топлива в тонны следует использовать коэффициент 0,00085;
- 1 л тяжелого топлива (мазута) имеет массу около 0,970 кг; следовательно, для перевода литров тяжелого топлива в тонны следует использовать коэффициент 0,00097;
- 1 м<sup>3</sup> природного газа имеет массу от 0,77 до 0,85 кг; среднее составляет 0,8 кг; следовательно, для перевода кубических метров природного газа в тонны следует использовать коэффициент 0,0008; для перевода литров природного газа в тонны следует использовать коэффициент 0,000008;
- 1 м<sup>3</sup> сжиженного нефтяного газа (смесь пропана и бутана) имеет массу около 2 кг; следовательно, для перевода кубических метров сжиженного нефтяного газа в тонны следует использовать коэффициент 0,002, а литров сжиженного нефтяного газа в тонны - коэффициент 0,000002.

## 11.5 - Последовательности отбеливания - для основной категории 7

Коды и химические формулы для стадий отбеливания разработаны, как показано в Таблице 93.

Таблица 93: Символы, используемые для стадий отбеливания

(Отбеливающий) реагент	Химическая формула	Буквенный код
Гидроксид натрия	NaOH	E
Стадия экстракции с применением гидроксида натрия с последующим добавлением газообразного кислорода или перекиси водорода в качестве усилителя (усилителей)		E <sub>0</sub> , E <sub>P</sub> или E/O, E/P
Элементарный хлор	Cl <sub>2</sub>	C
Диоксид хлора	ClO <sub>2</sub>	D
Гипохлорит	HClO, NaOCl, Ca(OCl) <sub>2</sub>	H
Кислород	O <sub>2</sub>	O
Перекись водорода	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	P
Диоксид серы	SO <sub>2</sub>	S
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A
Этилендиаминтетрауксусная кислота (кислотная стадия для удаления металлов)	EDTA	Q
Стадия промывки		W
Озон	O <sub>3</sub>	Z

В Европе последовательность отбеливания в сульфитном процессе следующая:

EOP-Q-EP-EP (HC)    EOP-EP(HC)    EOP-Q-EP-EP

Общепринятая в США последовательность отбеливания в крафт-процессе в 1991 году (=старая технология) была основана на элементарном хлоре и была следующей (EPA 1995):

C-E-D-E-D

C-E-H-D-E-D

C-E-H-E-D

C-E-H, C-E-H-P

Отбеливание без элементарного хлора для мягкой и твердой древесины различается. Обычно для достижения определенной степени белизны твердая древесина требует применения меньшего количества химических веществ, чем мягкая, и это, как правило, означает, что количество стадий отбеливания для нее меньше. Примерами простых последовательностей отбеливания без элементарного хлора являются (DZ)(EOP)D, (DQ)(PO), D(EOP)D(PO), которые могут применяться как для твердой, так и для мягкой древесины в зависимости от желаемой белизны.

В настоящее время все более и более применяется делигнификация кислородом с последующим отбеливанием, таким как (на предприятиях, ведущих отбеливание без применения элементарного хлора):

D-E-D-E-D

D-EOP-D-E-D

D-E-D-D

QP-DQ-PO

В зависимости от требований рынка некоторые предприятия, работающие с отбеливанием без элементарного хлора, имеют возможность производить целлюлозу полностью бесхлорным методом. Эти предприятия разработали такие технологии как:

Q-E/P-E-P

OP-ZQ-PO

Q-Z-P-E-P

OP-Q-PO