

Категория		Название
НО:	<b>6.C.b</b>	<b>Сжигание промышленных отходов</b>
ИНЗВ:	<b>090202</b> <b>090204</b> <b>090205</b> <b>090208</b>	<b>Сжигание промышленных отходов (кроме факельного сжигания)</b> <b>Сжигание в факеле в химических отраслях</b> <b>Сжигание осадка от очистки сточных вод</b> <b>Сжигание отработанного масла</b>
МСОК:		
Версия	<b>Руководство 2009</b>	

**Основные авторы**

Карло Троцци

**Соавторы (включая лиц, внесших свой вклад в разработку предыдущих версий данной главы)**

Майк Уэнборн, Питер Колман, Майк Вудфилд, Отто Рентц и Дагмар Ортель

## Оглавление

1	Общие сведения .....	3
2	Описание источников .....	3
2.1	Описание процесса.....	3
2.2	Методики .....	5
2.3	Выбросы.....	7
2.4	Средства регулирования.....	7
3	Методы.....	8
3.1	Выбор метода .....	8
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию.....	9
3.3	Технологический подход Уровня 2 .....	10
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	16
4	Качество данных .....	18
4.1	Полнота .....	18
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами .....	18
4.3	Проверка достоверности.....	18
4.4	Разработка согласуемых временных рядов и пересчет .....	18
4.5	Оценка неопределенности.....	18
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК.....	19
4.7	Координатная привязка .....	19
4.8	Отчетность и документация .....	19
5	Список цитированной литературы.....	20
6	Наведение справок.....	21

## 1 Общие сведения

Данная глава описывает снижение объемов промышленных отходов и осадка, остающегося после очистки бытовых сточных вод (нечистот), а также выбросов от сжигания отработанного масла в факеле и в инсинераторах. Определения промышленных отходов могут различаться. В данный документ мы решили включить все небытовые химические, опасные и сложные в обработке отходы, а также другие промышленные отходы. Данный раздел, в основном, касается выбросов из дымовых труб и газопроводов из-за доступности данных по их измерению, но не включает летучих выбросов от переработки осадка и отходов.

Непосредственно выбросы от сжигания отработанного масла в факеле и в инсинераторах не обсуждаются, так как их вклад в общие национальные выбросы считается незначительным (т.е. меньше 1 % от национальных выбросов любых загрязняющих веществ). Остальная часть данной главы посвящена, в основном, выбросам от сжигания отходов и осадка от очистки сточных вод.

Чтобы избежать двойного учета выбросов, указанных здесь и в главе 1.А. посвященной сжиганию, необходимо проявить осторожность. Все мероприятия и факторы выбросов, имеющие отношение к сжиганию отходов подробно описываются в разделе по сжиганию отходов (6.С). Если в процессе сжигания используется вторичное тепло, правильным будет отнести выбросы к соответствующему сектору горения (1.А). Если вторичное тепло не используется, правильно будет отнести выбросы в сектор сжигания отходов (6.С).

При описании категорий источников горения, факторы выбросов, представленные в данной главе должны быть пересчитаны в терминах г/ГДж (или эквивалентных единицах энергии) умноженных на теплоту сгорания отходов. Однако эта теплота сгорания в большей мере зависит от типа сжигаемых отходов. Следовательно, в этом случае должен быть известен состав отходов.

Большинство мусоросжигателей представляют собой небольшие установки для уничтожения вредных/химических отходов, установленные на объекте и предназначенные для промышленных нужд.

Установки для сжигания промышленных отходов, как правило, не являются значимыми источниками выбросов, потому что обработанные отходы обладают высокой токсичностью и для них необходимо эффективное уменьшение выбросов для соответствия жестким стандартам на состав выбросов.

Состав выбросов от мусоросжигателя, вероятно, меняется в зависимости от загрязняющих веществ. Выбросы двуокси углерода, летучих органических соединений (VOC), хлорида водорода и твердых частиц от установок для сжигания промышленных отходов, не так значительны, как от других источников. Тем не менее, установки для сжигания промышленных отходов являются более значимыми источниками выделения диоксинов, кадмия и ртути, чем многие другие источники. Это зависит от типа отходов, эффективности сжигания и степени очистки.

## 2 Описание источников

### 2.1 Описание процесса

Состав промышленных отходов может быть очень разнообразным. Промышленные отходы включают в себя любые нежелательные опасные/химические отходы, такие как кислоты и щелочи, галогенированные и другие потенциально-токсичные соединения, топливо, масла и смазки, использованные фильтрующие материалы, отходы животноводства и пищевые отходы. К источникам промышленных отходов относятся химические, нефтеперерабатывающие заводы, легкая и тяжелая промышленность и т.д.

Промышленные отходы сжигаются для уменьшения их объема и экономии расходов на их захоронение, а также чтобы предотвратить выброс химических и ядовитых веществ в окружающую среду. В некоторых случаях энергия от сжигания мусора используется повторно как для отопления, так и для производства электроэнергии.

Осадок сточных вод образуется из двух главных источников (НМIP, 1992):

удаление твердых частиц из неочищенных сточных вод. Этот первичный осадок имеет содержание твердых веществ около 5 % и состоит как из органических, так и неорганических веществ;

осаждение твердых частиц, образующихся во время процессов биологической очистки, например, избыточный активный осадок и продукты жизнедеятельности человека. Это, так называемый вторичный осадок.

Осадок сточных вод сжигается для уменьшения его объема для снижения затрат на уничтожение и, в некоторых случаях, чтобы повторно использовать энергию сгорания как для отопления, так и для производства электроэнергии.

Рисунок 2-1 отображает схему процесса сжигания промышленных отходов. Мусоросжигатель дает выбросы, состоящие только из продуктов горения. Рекомендуется описывать выбросы следующим образом:

в категории источника горения 1.А, когда применяется повторное использование энергии (когда сжигаемые отходы используются как топливо для других процессов горения);

в данной категории источника, 6.С.в, без повторного использования энергии.

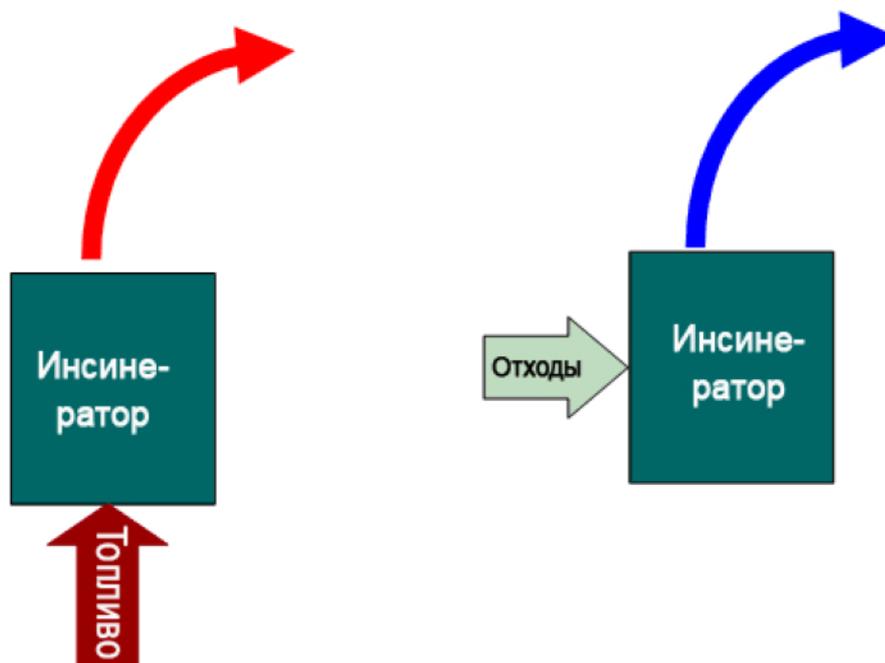


Рисунок 2-1 Схема процесса для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов, с повторным использованием энергии (слева) и без повторного использования энергии (справа)

## 2.2 Методики

В Европе в установках для сжигания промышленных отходов используется множество печей разнообразных конструкций. Используются разнообразные конструкции решеток и кипящих слоев, но конкретная конструкция печи зависит от типа сжигаемых отходов, их состава и количества. Принципиальное влияние типа инсинератора на уровень атмосферных выбросов оказывают способность инсинератора к сжиганию, методы работы и степень очистки, учитываемые в технологической подготовке.

Небольшие установки для сжигания промышленных отходов с ограниченным объемом подачи отходов часто работают группами. Это увеличивает частоту запусков и выбросов от сгорания, которые часто бывают довольно значительными.

На всех рабочих установках необработанный осадок перед сжиганием высушивается (НМIP, 1992). Существуют несколько способов обезвоживания: центрифуга, ленточный пресс и фильтр-прессы.

Для сжигания осадка используются печи трех основных типов: барабанная печь, печь с кипящим слоем и многоподовая печь. Однако принципиальное влияние на факторы выбросов, применимые к установке, оказывает уровень оборудования для очистки от загрязнения, соответствующий установке.

Фактически при совместном сжигании любой материал, который можно сжечь, можно смешать с осадком. Типичные материалы для совместного сжигания - это уголь, твердые бытовые отходы (ТБО), древесные и сельскохозяйственные отходы. Таким образом, бытовые или промышленные отходы могут быть ликвидированы при самоподдерживающейся подаче осадка, таким образом решая две проблемы утилизации. Существуют два базовых подхода к сожжению осадка с ТБО: использование технологии сжигания ТБО путем добавления осушенного или высушенного осадка в устройство сжигания ТБО, а также использование технологии сжигания осадка с помощью добавления обработанных ТБО в качестве дополнительного топлива в печь с осадком (Агентство по защите окружающей среды (EPA), 1994).

### 1. Печь с кипящим слоем (FBC)

FBC состоит из вертикальной внешней оболочки из стали и покрытой огнеупорным материалом. Сопла (предназначенные для подачи потоков воздуха) расположены на основании печи внутри огнеупорной решетки. Основание из песка, приблизительно 0.75 метра толщиной, располагается над решеткой. Два основных типа конструкции могут отличаться в зависимости от того, как поток воздуха попадает в печь. В конструкции 'с камерой горячего дутья' воздух для сжигания в факеле сначала разогревается при прохождении через теплообменник, где утилизируется тепло от топочных газов. В другом случае, окружающий воздух попадает прямо в печь из камеры холодного дутья. Частично высушенный осадок подается в нижнюю часть печи. Воздух, проходящий через сопла, одновременно разжижает основание из горячего песка и поступающий осадок. В основании поддерживается температура 750-925 °C. Когда осадок сгорает, частицы пепла выводятся через верхнюю часть печи (EPA, 1994).

Мусоросжигатель с кипящим слоем представляет собой устройство с одноступенчатым процессом. Преимущества мусоросжигателей с кипящим слоем состоят в утилизации твердых, жидких, водосодержащих отходов и газов, а также в простоте устройства печи, где нет движущихся частей. Недостатки состоят в том, что диаметр основания и высота ограничены технологической конструкцией и пыль, понимающаяся высоко, выводится вместе с топочным газом (НМIP, 1992).

## 2. Многоподовая печь

Основу конструкции многоподовой печи (МНП) составляет вертикальный цилиндр. Внешняя оболочка сделана из стали, покрыта огнеупорным материалом и охватывает несколько горизонтальных огнеупорных подов. Топки, создающие дополнительное тепло, расположены по бокам от подов (ЕРА, 1994).

Плавающие на поверхности воды отходы также может подаваться к одному или более подам инсинератора. Такими отходами является материал, находящийся на поверхности сточных вод. Он, как правило, состоит из растительных или минеральных масел, смазки, шерсти, восков, жиров и других плавающих материалов. Количество этих отходов, как правило, мало по сравнению с твердыми отходами в сточных водах (ЕРА, 1994).

При нормальных рабочих условиях, чтобы обеспечить полное сжигание осадка в МНП должно быть подано от 50 до 100 % избыточного воздуха. Кроме увеличения площади контакта горючего материала и кислорода в печи, необходим такой высокий расход избыточного воздуха, который компенсирует обычные колебания, как органических характеристиках подаваемого осадка, так и скорость, с которой он поступает в мусоросжигатель. Когда избыточного воздуха достаточно, происходит только частичное окисление углерода, вызывающее увеличение выбросов монооксида углерода, сажи, и углеводородов. Слишком большое количество избыточного воздуха, с другой стороны, может вызвать увеличение захвата частиц и чересчур высокое потребление топлива (ЕРА, 1994).

МНП может работать с камерой дожигания. Преимущества многоподовых печей состоят в том, что время удержания и время пребывания частиц выше для материалов с низкой летучестью, чем в других типах мусоросжигателей, а также в обработке отходов с высоким содержанием воды и широкого разнообразия отходов с различными химическими и физическими свойствами. Недостатки состоят в том, что из-за большой продолжительности обработки отходов термическая реакция в мусоросжигателе с отрегулированными топками, обычно очень медленная, колебания подачи могут вызвать изменение температурной зависимости и, таким образом изменение положения зон, а также сложности в достижении полного окисления летучих органических веществ, создающих дополнительную нагрузку на камеру дожигания (НМР, 1992).

## 3. Другие типы печей

Барабанные печи используются для операций с малым объемом отходов. Печь немного наклонена верхним концом, обеспечивая подачу осадка и воздуха для сжигания в факеле. Топка расположена в нижней части печи (ЕРА, 1994).

Электрические инфракрасные мусоросжигатели состоят из горизонтальной печи с термоизоляцией. Ленточный конвейер из проволочной сетки растянут на ширину печи, инфракрасные нагревательные элементы расположены в крыше над ленточным конвейером. Воздух для сжигания предварительно нагревается топочными газами и проходит в выпускной конец печи. Электрические инфракрасные мусоросжигатели состоят из некоторого числа сборных модулей, которые могут соединяться друг с другом для обеспечения необходимой длины печи (ЕРА, 1994). Использование электрических инфракрасных мусоросжигателей не очень распространено (ЕРА, 1995).

Циклонный реактор сконструирован для операций с малым объемом отходов. Он состоит из вертикальной цилиндрической камеры, которая покрыта огнеупорным материалом. Предварительно разогретый воздух для сжигания подается в камеру по касательной на большой скорости. Осадок распыляется на раскаленные огнеупорные стенки (ЕРА, 1994).

Процесс мокрого сжигания, строго говоря, не является одним из мусоросжигательных процессов, он использует вместо окисления повышенные температуры и давление в присутствии

воды (беспламенное сжигание). Загустевший осадок, с содержанием твердых веществ около 6 %, смешанный со стехиометрическим количеством сжатого воздуха, - это первый этап. Затем гидросмесь сжимается под давлением. После этого смесь проходит через серию теплообменников, прежде чем попасть в реактор под давлением. Температура в реакторе поддерживается между 175 и 315 °С. Поток обычно используется для вторичного нагревания. Отработанные газы должны быть очищены до исчезновения запаха; при этом может использоваться влажная очистка, дожигание или адсорбция активированным углем (EPA, 1994).

## 2.3 Выбросы

Сжигатели промышленных отходов являются более значимыми источниками выделений диоксинов, кадмия и ртути, чем какие-либо другие, в зависимости от типа отходов, эффективности сгорания и степени очистки.

Что касается сжигания осадка, к высвобождаемым загрязняющим веществам относятся окиси серы ( $SO_x$ ), оксиды азота ( $NO_x$ ), летучие органические соединения (неметановые летучие органические соединения и метан ( $CH_4$ )), оксид углерода (CO), диоксид углерода ( $CO_2$ ) и закись азота ( $N_2O$ ).

Однако установки для сжигания осадка сточных вод потенциально выбрасывают значительные количества загрязняющих веществ. К основным выделяемым загрязняющим веществам относятся твердые частицы, металлы, CO,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , и несгоревшие углеводороды. Частичное сгорание осадка может привести к выбросам промежуточных продуктов неполного сгорания, включая токсичные органические соединения, такие как диоксины (EPA, 1979, 1982, 1984, 1994).

Выбросы оксида азота и оксида серы являются первичным результатом окисления азота и серы в осадке. Следовательно, эти выбросы могут широко варьироваться на основании местных и сезонных характеристик сточных вод (EPA, 1995).

Выбросы летучих органических соединений также широко варьируются в зависимости от типа инсинератора и его работы. Инсинераторы со встречным потоком воздуха, такие как многоподовые печи, представляют больше всего возможностей для выделений несгоревших углеводородов (EPA, 1995).

Оксид углерода формируется тогда, когда имеющегося кислорода для полного сгорания недостаточно или когда уровень избыточного воздуха слишком высок, что приводит к низким температурам сжигания (EPA, 1995).

Выбросы полициклических органических соединений (ПОМ) при сжигании осадка сточных вод образуются вследствие сжигания углеродсодержащего материала в осадке, исходных материалов, которые могут находиться в осадке и дополнительного топлива инсинератора (обычно природный газ или дизельное топливо) (EPA, 1994).

Мусоросжигатели представляют собой один из главных источников выбросов диоксина. Выбросы могут широко варьироваться по степени значимости в зависимости от условий очистки на месте.

## 2.4 Средства регулирования

Выбросы могут быть значительно уменьшены путем обеспечения эффективного сжигания, включая контроль температуры, длительности обработки и турбулентности в печи инсинератора. Вспомогательные топки и вторичная зона сжигания часто входят в конструкцию инсинератора для обеспечения эффективного сжигания и выгорания топлива. Кроме того, для уменьшения выбросов могут применяться различные методики очистки конечных процессов. Регулирование количества частиц, включая тяжелые металлы, может быть достигнуто с помощью тканевых

фильтров, электроосаждением или высоко активными очистителями вентури. Выбросы кислотного газа могут контролироваться способами влажной и сухой очистки.

Доступные способы удаления кислотного газа включают в себя распылительную сушку и влажную или сухую очистку. Там где уровень выбросов оксидов азота высок, благодаря конструкции инсинератора или совместному сжиганию отходов, для уменьшения уровней оксидов азота до 30 % в топочные газы может вводиться мочевины (НМІР, 1992).

Отработанные газы печей, содержащие летучие соединения, направляются из камеры дожигания или подобной ей камеры сгорания, чтобы гарантировать полное сжигание остаточных органических веществ в отходящем газе, а также чтобы предотвратить выброс дыма и запахов (НМІР, 1992).

Так как есть вероятность образования диоксинов/фуранов при температуре от 200 до 450 °С, важно, чтобы при достижении диапазона критических температур газы охлаждались так быстро, как только возможно. Такое охлаждение может достигаться с помощью использования теплообменников/котлов-утилизаторов (особой конструкции) или охлаждения с разбрызгиванием воды (НМІР, 1992).

Более старые установки имеют устройства для захвата частиц, часто использующие электроосаждение. Это уменьшает выбросы различных тяжелых металлов, но увеличивает выбросы диоксины. Современные или модернизированные старые установки имеют ряд приспособлений для снижения различных выбросов, данные приспособления воздействуют на три основных фактора, влияющие на окружающую среду вследствие сжигания осадка сточных вод: выбросы кислотного газа, тяжелого металла и диоксины.

Обычные дополнительные устройства включают в себя тканевые фильтры, мокрые газоочистители, камерные распылительные сушилки известкового молока, инжекторы углеродосодержащих материалов с известью для контроля ртути и диоксинов, а также активированный уголь или коксовые линзы.

## 3 Методы

### 3.1 Выбор метода

Рисунок 3-1 отображает методику выбора методов для оценки процесса выбросов от установки для сжигания промышленных отходов. Основная идея заключается в следующем:

При наличии подробной информации, следует ее использовать;

Если категория источника является ключевой, применяется метод Уровня 2 или лучший, при этом необходимо собрать подробные исходные данные. В таких случаях дерево решений направляет пользователя к методу Уровня 2, так как предполагается, что легче получить необходимые исходные данные для данного подхода, чем собирать на уровне объекта данные, необходимые для оценки по Уровню 3;

Альтернативный вариант применения метода Уровня 3 с использованием подробного моделирования процесса в явной форме не включен в данное дерево решений. Однако детальное моделирование всегда выполняется на объектном уровне, а результаты такого моделирования можно увидеть как объектные данные на дереве решений

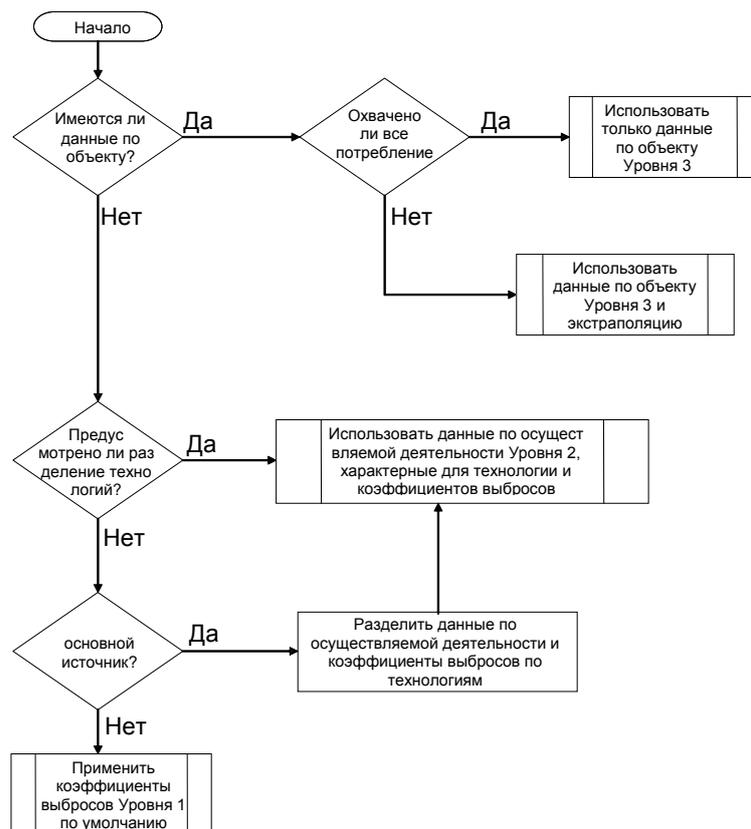


Рисунок 3-1 Дерево решений для категории источника 6.C.b Сжигание промышленных отходов

## 3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

### 3.2.1 Алгоритм

Более простая методика основывается на использовании единственного фактора выбросов для каждого вида загрязняющего вещества, в сочетании с национальной статистикой сжигания отходов. Общее уравнение может быть записано так:

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{производство}} \cdot EF_{\text{загрязнитель}} \quad (1)$$

Это уравнение применяется на национальном уровне. Информацию по статистическим данным производства можно получить из национального ежегодного количества сжигаемых промышленных отходов.

Факторы выбросов Уровня 1 допускают усредненную или типовую технологию и реализацию очистки в стране. В случаях, когда следует учитывать конкретные средства устранения загрязнений окружающей среды, метод Уровня 1 не применяется, а используются подходы Уровня 2 или 3.

### 3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты выбросов Уровня 1 представлены в Таблице 3-1 допускают типовые коэффициенты выбросов для установки сжигания промышленных отходов, использующей для снижения выбросов только очистное оборудование для выделяющихся частиц.

Имеется значительная неопределенность, которая может быть связана со сбором выбросов, описанных различными программами измерений для вывода общего фактора выбросов.

**Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	6.С.в	Сжигание промышленных отходов (d)			
Не применяется	НЕТ ДАННЫХ				
Не оценено	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, PCP, SCCP				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	0,87	кг/мг отходы	0,087	8,7	Европейская Комиссия (2006)
CO	0,07	кг/мг отходы	0,007	0,7	Европейская Комиссия (2006)
НМЛОС	7,4	кг/мг отходы	0,74	74	Passant (1993)
SOx	0,047	кг/мг отходы	0,0047	0,47	Европейская Комиссия (2006)
TSP	0,01	кг/мг отходы	0,001	2,3	Европейская Комиссия (2006)
PM10	0,007	кг/мг отходы	0,0007	0,15	US EPA (1996) прим. в TSP
PM2.5	0,004	кг/мг отходы	0,0004	0,1	US EPA (1996) прим. в TSP
Pb	1,3	г/мг отходы	0,48	1,9	Theloke et al. (2008)
Cd	0,1	г/мг отходы	0,048	0,15	Theloke et al. (2008)
Hg	0,056	г/мг отходы	0,04	0,08	Европейская Комиссия (2006)
As	0,016	г/мг отходы	0,01	0,019	Theloke et al. (2008)
Cr	0,3	г/мг отходы	0,03	3	Руководство (2006)
Cu	3	г/мг отходы	0,3	30	Руководство (2006)
Ni	0,14	г/мг отходы	0,048	0,19	Theloke et al. (2008)
Zn	21	г/мг отходы	2,1	210	Руководство (2006)
PCDD/F	350	мкг I-TEQ/мг отходы	0,5	35000	UNEP (2005)
Всего 4 ПАХ	0,02	г/мг отходы	0,00667	0,06	Wild (1995)
HCB	0,002	г/мг отходы	0,0002	0,02	Berdowski et al. (1997)

### 3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Для использования Уровня 1 требуются данные по национальному ежегодному количеству сжигаемых промышленных отходов.

## 3.3 Технологический подход Уровня 2

### 3.3.1 Алгоритм

Подход Уровня 2 похож на подход Уровня 1. Для использования подхода Уровня 2 данные по осуществляемой деятельности и коэффициенты выбросов должны быть классифицированы в соответствии с различными методиками, использование которых может быть принято в стране.

Следующий подход для применения подхода Уровня 2 приведен ниже.

В ходе инвентаризации необходимо классифицировать сжигание отходов в стране для моделирования различных типов продукции и процессов, происходящих в национальной отрасли сжигания отходов с помощью:

Определение производства, использующего каждый отдельный тип продукции и/или тип процесса (вместе именуемые 'технологии' в формуле ниже) по отдельности; и

Применение коэффициентов выбросов, характерных для технологий, для каждого типа процесса:

$$E_{\text{загрязнитель}} = \sum_{\text{технологии}} AR_{\text{использование, технология}} \times EF_{\text{технология, загрязнитель}} \quad (2)$$

где:

$AR_{\text{производство, технология}}$  = норма выпуска в категории источника при использовании данной технологии,

$EF_{\text{технология, загрязнитель}}$  = коэффициент выбросов для данной технологии и данного загрязняющего вещества.

Страна, где применяется только одна технология, дает коэффициент проницаемости 100 % и алгоритм расчетов сводится к следующему:

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{производство}} \times EF_{\text{технология, загрязнитель}} \quad (3)$$

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$  = выброс определенного загрязняющего вещества,

$AR_{\text{производство}}$  = степень активности для сжигания отходов,

$EF_{\text{загрязнитель}}$  = фактор выбросов для данного загрязняющего вещества.

Коэффициент выбросов в данном подходе по-прежнему будет включен во все сопутствующие процессы, применяемые при сжигании отходов.

### 3.3.2 Коэффициенты выбросов, характерные для технологий

Факторы выбросов в документах BREF даны преимущественно в интервалах. Интервал следует толковать как 95 % доверительный интервал, в то время как геометрическое среднее этого интервала выбирается в качестве значения для коэффициента выбросов в таблицах ниже.

#### 3.3.2.1 Установки для сжигания промышленных отходов

Ниже даны коэффициенты выбросов по умолчанию для установок для сжигания промышленных отходов с неконтролируемыми коэффициентами выбросов. Некоторые коэффициенты выбросов могут быть выше, чем в подходе Уровня 1, потому что они учитывают все неконтролируемые выбросы. Однако так как коэффициенты выбросов имеются не по всем загрязняющим веществам, то при отсутствии данных для заполнения таблицы использовались коэффициенты выбросов Уровня 1. Поэтому данные коэффициенты выбросов должны использоваться с осторожностью.

Когда очистка производится на месте, для оценки выбросов рекомендуется использовать соответствующую эффективность очистки из подраздела 3.3.3 настоящей главы вместе с этими коэффициентами выбросов.

Таблица 3-2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов, неконтролируемое сжигание промышленных отходов

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	6.С.в	Сжигание промышленных отходов (d)			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	090202	Сжигание промышленных отходов (кроме факельного сжигания)			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	неконтролируемые				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, PCP, SCCP				
Не оценено	NH3, Se, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	2,5	кг/мг отходы	0,3	25	Руководство (2006)
CO	0,13	кг/мг отходы	0,01	1,3	Руководство (2006)
НМЛОС	7,4	кг/мг отходы	0,7	74	Passant (1993)
SOx	0,07	кг/мг отходы	0,01	0,7	Руководство (2006)
TSP	2,3	кг/мг отходы	0,23	23	US EPA (1996)
PM10	1,5	г/мг отходы	0,15	15	US EPA (1996)
PM2.5	1	г/мг отходы	0,1	10	US EPA (1996)
Pb	35	г/мг отходы	3,5	350	Руководство (2006)
Cd	3	г/мг отходы	0,3	30	Руководство (2006)
Hg	3	г/мг отходы	0,3	30	Руководство (2006)
As	0,05	г/мг отходы	0,01	1	Руководство (2006)
Cr	0,3	г/мг отходы	0,03	3	Руководство (2006)
Cu	3	г/мг отходы	0,3	30	Руководство (2006)
Ni	0,1	г/мг отходы	0,01	1	Руководство (2006)
Zn	21	г/мг отходы	2,1	210	Руководство (2006)
PCDD/F	35	мкг I-TEQ/мг отходы	20	70	UNEP (2005)
Всего 4 ПАХs	0,02	г/мг отходы	0,007	0,1	Wild (1995)
НСВ	0,002	г/мг отходы	0,0002	0,02	Berdowski et al. (1997)

### 3.3.2.2 Сжигание осадка после очистки воды

Таблица 3-3 представляет коэффициенты неконтролируемых выбросов по умолчанию для сжигания осадка после обработки сточных вод (нечистот).

Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов, сжигание осадка после очистки воды

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	6.С.в	Сжигание промышленных отходов (d)			
Топливо	НЕТ ДАННЫЕ				
ИНЗВ (если применимо)	090205	Сжигание осадка после очистки воды			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	неконтролируемые				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, PCP, SCCP				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , Se, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	2,5	кг/мг отходы	0,25	25	US EPA (1995)
CO	15,5	кг/мг отходы	1,55	155	US EPA (1995)
НМЛОС	0,84	кг/мг отходы	0,084	8,4	US EPA (1995)
SO <sub>x</sub>	14	кг/мг отходы	1,4	140	US EPA (1995)
TSP	52	кг/мг отходы	31,2	72,8	US EPA (1996)
PM10	33,7	г/мг отходы	20,2	47,2	US EPA (1996)
PM2.5	22,5	г/мг отходы	13,5	31,6	US EPA (1996)
Pb	67,1	г/мг отходы	10	450	Leonard (1992)
Cd	1,08	г/мг отходы	0,9	1,3	Leonard (1992)
Hg	0,49	г/мг отходы	0,4	0,6	Leonard (1992)
As	0,05	г/мг отходы	0,005	0,5	Руководство (2006)
Cr	0,00837	г/мг отходы	0,001	0,07	Leonard (1992)
Cu	0,0447	г/мг отходы	0,004	0,5	Leonard (1992)
Ni	0,00837	г/мг отходы	0,001	0,07	Leonard (1992)
Zn	21	г/мг отходы	2,1	210	Руководство (2006)
PCDD/F	0,0245	мкг I-TEQ/мг отходы	0,005	0,12	Vereniging Lucht (1991)
Всего 4 PAHs	0,02	г/мг отходы	0,00667	0,06	Wild (1995)
HCB	0,002	г/мг отходы	0,0002	0,02	Berdowski et al. (1997)

### 3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

Существует некоторое количество дополнительных технологий, направленных на уменьшение выбросов от конкретных загрязняющих веществ. Итоговые выбросы могут быть рассчитаны посредством замены коэффициентов выбросов, характерных для технологии, на сниженный коэффициент выбросов, представленный в формуле:

$$EF_{\text{технология, уменьшенная}} = (1 - \eta_{\text{устранение загрязнений}}) \times EF_{\text{технология, неуменьшенная}} \quad (4)$$

В данном разделе указана эффективность очистки по умолчанию для некоторых вариантов очистки, применяемых в данном секторе.

#### 3.3.3.1 Установка для сжигания промышленных отходов

В данном разделе представлена эффективность очистки для установок для сжигания промышленных отходов. Данные по эффективности очистки по диоксидам взяты из пакета мер по химическим веществам Программы ООН по защите окружающей среды (ЮНЕП) (UNEP, 2005), в то время как данные по эффективности очистки для частиц взяты из документа

Управления по охране окружающей среды США (USEPA, 1996); для обеспечения большего охвата эти данные основаны на экспертной оценке.

**Таблица 3-4 Эффективность устранения загрязнений ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов, сжигание промышленных отходов**

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
Категория Источника НО	Код	Название			
Топливо	6.С.в	Сжигание промышленных отходов			
ИНЗВ (если применимо)	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
Технология очистки	090202	Сжигание промышленных отходов			
Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.		Ссылка	
		Значение по умолчанию	Нижний		Верхний
Контролируемое сжигание; минимальная APC система	PCDD/F	99%	98%	100%	UNEP (2005)
Контролируемое сжигание; хорошая APC система	PCDD/F	100%	100%	100%	UNEP (2005)
Высокотехнологичное сжигание; усовершенствованная APC система	PCDD/F	100%	100%	100%	UNEP (2005)
Очиститель с низким потреблением энергии/Фабричный фильтр	частица > 10 $\mu\text{m}$	80%	0%	98%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	77%	0%	98%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	77%	0%	98%	US EPA (1996)
Очиститель со средним потреблением энергии/Фабричный фильтр	частица > 10 $\mu\text{m}$	97%	66%	100%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	95%	47%	99%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	92%	20%	99%	US EPA (1996)
Фабричный фильтр	частица > 10 $\mu\text{m}$	96%	62%	100%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	94%	42%	99%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	94%	13%	99%	US EPA (1996)
Очиститель с низким потреблением энергии	частица > 10 $\mu\text{m}$	38%	0%	94%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	34%	0%	93%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	96%	61%	100%	US EPA (1996)
Очиститель с высоким потреблением энергии	частица > 10 $\mu\text{m}$	68%	0%	97%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	65%	0%	93%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	98%	80%	100%	US EPA (1996)
Ввод сухого сорбента/Фабричный фильтр	частица > 10 $\mu\text{m}$	93%	27%	99%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	89%	0%	99%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	83%	0%	98%	US EPA (1996)
Ввод сухого сорбента/Ввод углерода/Фабричный фильтр	частица > 10 $\mu\text{m}$	98%	85%	100%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	98%	76%	100%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	96%	64%	100%	US EPA (1996)
Ввод сухого сорбента/Фабричный фильтр/Очиститель	частица > 10 $\mu\text{m}$	42%	0%	94%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	36%	0%	94%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	96%	64%	100%	US EPA (1996)
Ввод сухого сорбента/Электроосаждение	частица > 10 $\mu\text{m}$	84%	0%	98%	US EPA (1996)
	10 $\mu\text{m}$ > частица > 2.5 $\mu\text{m}$	82%	0%	98%	US EPA (1996)
	2.5 $\mu\text{m}$ > частица	82%	0%	98%	US EPA (1996)

### 3.3.3.2 Сжигание осадка после очистки сточных вод

В данном разделе представлена эффективность очистки для выбросов твердых частиц от сжигания осадка. Данные взяты из ЮСЕПА (1996). Эффективность очистки для SO<sub>x</sub> и NMVOC взята из ЮСЕПА (1995).

Таблица 3-5 Эффективность устранения загрязнений ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов, сжигание осадка после очистки сточных вод

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
Категория Источника НО	Код	Название			
Категория Источника НО	6.С.в	Сжигание промышленных отходов			
Топливо	NA	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	090205	Сжигание осадка после очистки сточных вод			
Технология очистки	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит		Ссылка
		Значение по умолчанию	Нижний	Верхний	
Обновленная, постоянная, некоторые APC системы самая современная, полная APC система	PCDD/F	92%	80%	100%	UNEP (2005)
	PCDD/F	99%	98%	100%	UNEP (2005)
Циклонная	TSP	96%	62%	100%	US EPA (1996)
	SO <sub>x</sub>	80%	40%	93%	US EPA (1995)
	NMVOC	44%	0%	81%	US EPA (1995)
Циклонная / отражающая	TSP	99%	92%	100%	US EPA (1996)
Циклонная / вентури	TSP	100%	99%	100%	US EPA (1996)
	NMVOC	85%	56%	95%	US EPA (1995)
Циклонная / вентури / отражающая	TSP	99%	94%	100%	US EPA (1996)
ESP - Фабричный фильтр	TSP	100%	100%	100%	US EPA (1996)
ESP - Отражающая	TSP	99%	98%	100%	US EPA (1996)
ESP - Вентури	TSP	97%	96%	100%	US EPA (1996)
Вентури / отражающая	TSP	98%	97%	100%	US EPA (1996)
	SO <sub>x</sub>	99%	98%	100%	US EPA (1995)
Вентури / отражающая / влажная ESP	TSP	100%	96%	100%	US EPA (1996)
Отражающая	SO <sub>x</sub>	98%	93%	99%	US EPA (1995)
	NMVOC	48%	0%	83%	US EPA (1995)
Вентури	SO <sub>x</sub>	84%	51%	95%	US EPA (1995)

### 3.3.4 Данные по осуществляемой деятельности

Для сжигания промышленных отходов требуются данные по национальному ежегодному количеству сжигаемых промышленных отходов. В дальнейшем, для сжигания осадка, требуются данные по национальному ежегодному сжиганию осадка от очистки сточных вод.

## 3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

### 3.4.1 Алгоритм

Существуют два разных метода для применения оценки выбросов, которые выходят за пределы технологического подхода, конкретного для данной технологии, описанного выше:

детальное моделирование процесса;

использование отчетов о выбросах на уровне объекта.

#### 3.4.1.1 Детальное моделирование процесса

В ходе оценки выбросов Уровня 3, использующей подробные сведения о процессе, происходит раздельная оценка последовательных шагов процесса сжигания отходов.

#### 3.4.1.2 Данные на уровне объекта

Там где доступны данные по выбросам на уровне объекта необходимого качества (см. Глава 6, Управление инвентаризацией, а также ее усовершенствование и ОК/КК, в части А), рекомендуется безусловно использовать эти данные. Существуют две возможности использования:

отчеты на уровне объекта охватывают все данные по сжиганию отходов по стране;

отчеты об уровне выбросов на уровне объекта для всех установок для сжигания в стране отсутствуют.

Если данные на уровне объекта охватывают сжигание отходов по стране, то рекомендуется сравнить предполагаемые коэффициенты выбросов (отчетные выбросы, указанные в отчете, делят на национальные выбросы от сжигания) со значением коэффициента выбросов по умолчанию или коэффициентом выбросов по конкретной технологии. Если предполагаемые коэффициенты выбросов выходят за пределы 95 % доверительного интервала для значений, приведенных ниже, рекомендуется объяснить причины этого в отчете по инвентаризации.

Если общий ежегодный объем сжигания по стране не включен в общие отчеты на уровне объекта, рекомендуется оценить пропущенную часть общих национальных выбросов из данной категории источника с помощью экстраполяции:

$$E_{\text{Итого, Загрязнитель}} = \sum_{\text{Объект}} E_{\text{Объект, Загрязнитель}} + \left( \text{Национальные Выбросы} - \sum_{\text{Объект}} \text{Производство}_{\text{Объект}} \right) \times EF \quad (5)$$

В зависимости от конкретных национальных обстоятельств и охвата отчетов на уровне объектов в сравнении с общими национальными данными по сжиганию, рекомендуется выбрать коэффициент выбросов ( $EF$ ) в этом уравнении из следующих вариантов, в порядке убывания предпочтения:

коэффициенты выбросов для конкретных технологий, основанные на знании типов технологий, применяемых на объекта, где отчеты о выбросах на уровне объектов отсутствуют;

предполагаемый коэффициент выбросов из имеющихся отчетов по выбросам:

$$EF = \frac{\sum_{\text{Объекты}} E_{\text{Объект, загрязнитель}}}{\sum_{\text{Объекты}} \text{Производство}_{\text{Объект}}} \quad (6)$$

коэффициент выбросов Уровня 1 по умолчанию. Этот вариант должен выбираться только в том случае, если отчеты о выбросах на уровне объекта покрывают более чем 90 % общего национального производства.

### **3.4.2 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных**

Подробная методика включает использование коэффициентов выбросов от конкретной установки, рассчитываемых по регулирующим программам измерения выбросов и с использованием данных о пропускной способности для каждой установки. Подробный метод будет, следовательно, заключаться в использовании уравнения, аналогичного приведенным в Уровне 1, но уравнение будет учитывать особенности установки.

Более подробный метод требует информации по выходу отходов с установки и технологии очистки, получаемых у операторов.

Если ни одно из этих значений не доступно, рекомендуется умножить массовую скорость сжигания каждого инсинератора на оцениваемое время работы.

По выбросам НСВ коэффициенты выбросов для сжигания промышленных отходов имеются для некоторых видов отходов (Guidebook, 2006), см. Таблицу 3-6.

**Таблица 3-7 Коэффициенты выбросов для определенного типа отходов для НСВ выбросов от сжигания промышленных отходов**

Тип отходов	Коэффициент выбросов (г/Мг отходов)
Тетрахлорметан	8
Трихлорэтилен	3
Тетрахлорэтилен	6
Поливинилхлорид	5
Опасные отходы (включая отходы производства красок и с содержанием хлора)	0.01
Загрязненный лес	0.002
Другие твердые отходы	0.0001

### **3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности**

Более подробный метод требует сведений по выходу отходов и технологии очистки для данной установки, получаемых у операторов. Обычно ведется регистрация о массе сожженных отходов, так как операторы мусоросжигателей загружают генераторы отходов на основании этих данных.

## 4 Качество данных

### 4.1 Полнота

Необходимо проявить осторожность при включении выбросов от сжигателей отходов, как в данную категорию источника, так и в соответствующую главу 1.А Сжигание. Рекомендуется проверить, действительно ли они принадлежат к данной категории.

### 4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Необходимо проявить осторожность, чтобы избежать двойного учета выбросов от сжигания отходов. Рекомендуется проверить, что выбросы, не включенные в данную категорию источника (потому что тепло от сжигания регенерируется, и отходы впоследствии используются в качестве топлива) отражены в соответствующей главе 1.А Сжигание.

### 4.3 Проверка достоверности

#### 4.3.1 Коэффициенты выбросов по наилучшим имеющимся технологиям

Справочный документ IPPC по Наилучшей имеющейся технологии сжигания отходов (Европейская Комиссия, 2006) описывает достижимые уровни выбросов и технологии, необходимые для достижения этих уровней в процессе сжигания отходов. Однако в данном документе не приводятся конкретных предельных значений выбросов от сжигания промышленных отходов. Некоторые обобщенные концентрации выбросов от сжигания отходов приведены в таблице ниже. Дополнительная информация имеется в документе BREF по Наилучшей имеющейся технологии сжигания отходов (Европейская Комиссия, 2006).

Таблица 4-1 Коэффициенты выбросов, связанные с наилучшими имеющимися технологиями, для категории источника 6.С.в Сжигание промышленных отходов

Коэффициенты выбросов, связанные с наилучшими имеющимися технологиями				
	Код	Название		
Категория источника ИО	6.С.в	Сжигание промышленных отходов		
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется		
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал	
			Нижний	Верхний
S02	1 -40	мг/Нм3		
NO2 (исп. SCR)	40-100	мг/Нм3		
NO2 (не исп. SCR)	120 -180	мг/Нм3		
CO	5-30	мг/Нм3		
Ha	0.001 -002	мг/Нм3		
PCDD/F	0.01 - 0.1	мг I-TE Q/Нм3		
TSP	1 -5	мг/Нм3		
NH3	<10	мг/Нм3		

### 4.4 Разработка согласуемых временных рядов и пересчет

Какая-то специфика отсутствует.

### 4.5 Оценка неопределенности

Какая-то специфика отсутствует.

#### **4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов**

Данные взяты из измерений широкого диапазона старых промышленных и установок по сжиганию бытовых отходов. Немного информации имеется по измерениям выбросов от современных установок. Существуют большие различия в измеренных выбросах диоксинов и тяжелых металлов, зависящие как от типа установки, так и от того, какое из множества сочетаний газоочистного оборудования используется в установке. Поэтому каждый коэффициент выбросов является объектом неопределенности значительно большей, чем коэффициент 2.

#### **4.5.2 Неопределенности в данных по осуществляемой деятельности**

Какая-то специфика отсутствует.

### **4.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК**

Какая-то специфика отсутствует.

### **4.7 Координатная привязка**

Пространственное разукрупнение требует знаний о расположении установок для сжигания промышленных отходов. В отсутствие таких данных рекомендуется разукрупнять национальные общие данные на основании данных о населенности.

### **4.8 Отчетность и документация**

Какая-то специфика отсутствует.

## 5 Список цитированной литературы

Berdowski J.J.M., Baas J, Bloos J.P.J., Visschedijk A.J.H., Zandveld P.Y.J. (1997). The European Atmospheric Emission Inventory for Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Luftreinhaltung. Forschungsbericht 104 02 672/03. TNO, Apeldoorn, The Netherlands.

European Commission (2006). Integrated Prevention and Pollution Control, Reference Document Best Available Techniques for waste incineration, August 2006.

Guidebook (2006). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, version 4 (2006 edition), published by the European Environmental Agency, Technical report No. 11/2006, available via <http://reports.eea.europa.eu/EMEP-CORINAIR4/en/page002.html>.

HMIP (1995). A review of Dioxin Emissions in the UK. DoE, London.

Leonard (1992). Investigation of Emissions and Pollutant Pathways at an Advanced Fluidised Bed Sewage Sludge Incinerator. Warren Spring Laboratory, Report LR 843, Department of Trade and Industry, London UK.

Passant (1993). Emissions of Volatile Organic Compounds from Stationary Sources in the UK. Warren Spring Laboratory, Stevenage UK, Report No. LR990.

Theloke J., U. Kummer, S. Nitter, T. Gefler and R. Friedrich (2008). Überarbeitung der Schwermetallkapitel im CORINAIR Guidebook zur Verbesserung der Emissionsinventare und der Berichterstattung im Rahmen der Genfer Luftreinhaltkonvention, Report for Umweltbundesamt, April 2008.

UNEP (2005). United Nations Environmental Programme, PCDD/PCDF Toolkit 2005.

US EPA (1979). Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal, EPA-625/1-79-011, U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, September 1979

US EPA (1982). Control Techniques for Particulate Emissions From Stationary Sources - Volume 1, EPA-450/3-81-005a, U. S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina, September 1982

US EPA (1984). Second Review of Standards of Performance for Sewage Sludge Incinerators, EPA-450/3-84-010, U. S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina, March 1984.

US EPA (1995). AP 42 CD-Rom (ed.).

US EPA (1996). Compilation of Air Pollutant Emission Factors Vol.1. Stationary, Point and Area Sources. Report AP-42 (5<sup>th</sup> ed.).

US-EPA (1994). AP 42 CD-Rom (ed.).

Vereniging Lucht (1991). Expertise on the Measurement and Control of Dioxins, Society for Clean Air in the Netherlands.

Wild S.R. and Jones K.C. (1995). Polynuclear aromatic hydrocarbons in the United Kingdom environment: a preliminary source inventory and budget. Environ. Poll., 88: 91-108.

## 6 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по транспорту, работающей в рамках Целевой группы по инвентаризации и прогнозу выбросов. О том, как связаться с сопредседателями ЦГИПВ вы можете узнать на официальном сайте ЦГИПВ в Интернете ([www.tfeip-secretariat.org/](http://www.tfeip-secretariat.org/)).