

Категория		Название
НО:	1.A.4.a.i 1.A.4.b.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Малое сжигание
ИНЗВ:	020100 020103  020104 020105 020106  020200 020202  020203 020204 020205  020300  020302 020303 020304	<b>Коммерческие/институциональные установки</b> <b>Коммерческий/институциональный сектор: Установки для сжигания &lt; 50 МВт</b> <b>Стационарные газовые турбины</b> <b>Стационарные двигатели</b> <b>Другое стационарное оборудование</b> <b>Бытовые установки</b> <b>Коммунально-бытовой сектор: Установки для сжигания &lt; 50 МВт</b>  <b>Стационарные газовые турбины</b> <b>Стационарные двигатели</b> <b>Коммунально-бытовой сектор – Другое стационарное оборудование (Печи, камины, кухонное оборудование)</b>  <b>Установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыбоводческом хозяйстве</b> <b>Установка для сжигания &lt; 50 мВт</b> <b>Стационарные газовые турбины</b> <b>Стационарные двигатели</b>
МСОК:		
Версия	Руководство 2013	

### Основные авторы

Карло Троцци

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

Оле-Кеннет Нильсен, Марлен С. Плейдруп, Мален Нильсен, Кристина Кубика, Бостьян Парадиз, Панагьота Дилара, Збигнев Климонт, Сергей Какарека, Б. Дебск, Майк Вудфилд и Роберт Стюарт

## Оглавление

Общие сведения .....	3
1 Описание источников .....	4
1.1 Описание процесса .....	4
1.2 Методики .....	5
1.3 Выбросы .....	16
1.4 Средства регулирования .....	20
2 Методы .....	22
2.1 Выбор метода .....	22
2.2 Подход по умолчанию Уровня 1 .....	24
2.3 Технологический подход Уровня 2 .....	33
2.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных .....	64
3 Качество данных .....	64
3.1 Полнота .....	64
3.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами .....	64
3.3 Проверка достоверности .....	64
3.4 Разработка согласованного временного ряда и повторный расчет .....	69
3.5 Оценка неопределенности .....	69
3.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК .....	70
3.7 Картирование .....	70
3.8 Отчетность и документация .....	70
4 Глоссарий .....	70
5 Список цитированной литературы .....	71
6 Наведение справок .....	78
Приложение А Коэффициенты технологических выбросов .....	79
Приложение В Расчет коэффициентов выбросов из концентраций .....	121
Приложение С Коэффициенты выбросов, связанные с предельными величинами выбросов в выбранных странах .....	127
Приложение D Материалы для обсуждения – Обновление методов для небольших сжиганий (1A4) .....	130
<b>Бытовые установки</b> .....	130
<b>Список цитированной литературы</b> .....	181
Приложение E Материалы для обсуждения – Методология определения ЧУ для малого сжигания (1A4) .....	187
<b>Бытовые установки</b> .....	187
<b>Другие установки малого сжигания</b> .....	196
<b>Список цитированной литературы</b> .....	200

## Общие сведения

В данной главе речь идет о методах и данных, необходимых для оценки выбросов из стационарных источников сжигания в соответствии с секторами НО 1.A.4.a.i, 1.A.4.b.1, 1.A.4.c.1 и 1.A.5.a. Секторы включают в себя работу установок, предназначенных для сжигания, в нижеследующих отраслях, которые, для целей настоящего руководства, считаются установками, имеющими тепловую мощность  $\leq 50$  МВтт.

- 1.A.4.a — Коммерческий/институциональный сектор
- 1.A.4.b — Коммунально-бытовой сектор
- 1.A.4.c — Сельское хозяйство/лесное хозяйство
- 1.A.5.a — Прочие (стационарные источники сжигания)

По существу данный вид деятельности включает в себя сжигание в малогабаритных камерах сгорания и установках, нежели чем установки, о которых идет речь в Главе 1.A.1, Энергетические отрасли промышленности. Применяемые технологии сжигания могут иметь отношение к секторам Главы 1A.1. В Главе 1.A.1 дается дополнительная информация по выбросам для видов деятельности, указанных в настоящей главе (и наоборот).

Секторы, включенные в настоящую главу, включают нижеследующие операции:

- отопление промышленных объектов и учреждений
- отопление жилых помещений, приготовление пищи
- сельское хозяйство/лесное хозяйство и
- другие стационарные источники сжигания (включая военные)

Сжигание сельскохозяйственных отходов на неогороженных участках не включено в настоящую главу. Диапазон деятельности, соответствующей сектору 1.A.4, приведен в главе 2. Наиболее важные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу, приводятся в обобщенном виде в Таблице 1-1

**Таблица 1-1 Загрязняющие вещества с потенциальной возможностью малого сжигания, которые должны быть ключевой категорией**

Выбросы из источника													
Вид деятельности	ТЧ (ОКВЧ)	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>	Оксиды серы	Оксиды азота	Оксиды углерода	Хлористый водород	ЛОС	Металлы (за исключением ртути и кадмия) и их соединения	Ртуть, Кадмий	Полициклические ароматические углеводороды	Диоксины, ПХБ, ГХБ	Аммиак
Коммерческие/ институциональные установки	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Бытовые установки	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Сельское хозяйство / лесное	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

# 1 Описание источников

## 1.1 Описание процесса

Установки для малого сжигания, включенные в настоящую главу, предназначены, главным образом, для отопления и горячего водоснабжения в жилищном хозяйстве и в коммерческом/институциональном секторе. Некоторые из этих установок также используются для приготовления пищи (главным образом, в жилищном хозяйстве). В сельскохозяйственной отрасли промышленности тепло, вырабатываемое установками, также используется для сушки зерновых культур и обогрева теплиц.

В некоторых примерах указанные методики сжигания и виды топлива для сжигания могут относиться к категории деятельности НО; однако, большая часть методов относится к классификации НО. Области применения можно условно подразделить с учетом общего объема сжигания и используемых методов сжигания:

- отопление жилых помещений – камины, печи, плиты, малые котлы (< 50 кВт);
- отопление учреждений/промышленных объектов/сельскохозяйственных объектов/прочие виды отопления, включая:
  - обогрев – котлы, обогреватели помещений (> 50 кВт)
  - малогабаритная теплоэлектростанция (ТЭЦ).

Выбросы из установок для малого сжигания важны благодаря их количеству, различному типу применяемых методик сжигания и диапазону показателей эффективности и выбросов. У многих из них отсутствуют меры по устранению загрязнений окружающей среды, так и меры по устранению низкой эффективности. Во многих странах, особенно в странах с переходной экономикой, установки и оборудование могут быть устаревшими, загрязняющими окружающую среду и неэффективными. В жилищном хозяйстве, в частности, установки очень разнятся, в большой степени завися от страны и региональных факторов, включая местное топливоснабжение.



Рисунок 2-1 Пример основного технологического процесса в установках малого сжигания; рисунок взят из Методических указаний МГЭИК 2006 о составлении национальных инвентаризаций выбросов парниковых газов

## 1.2 Методики

### 1.2.1 Отопление жилых помещений (1.A.4.b)

#### 1.2.1.1 Общая информация

В установках малого сжигания используется широкий выбор видов топлива и применяется несколько технологий сжигания. В жилищном строительстве небольшие топки, в особенности более старые единичные бытовые установки, имеют очень простую конструкцию, в то время как некоторые современные установки любой мощности значительно усовершенствованы. Количество выбросов в значительной степени зависят от топлива, технологий сжигания, а также от практики эксплуатации и технического обслуживания.

Для сжигания жидкого и газообразного топлива используются технологии, аналогичные технологиям по производству тепловой энергии при операциях большого сжигания, за исключением небольших топок таких, как камины и печи.

Технологии использования твердых видов топлива и биомасс широко варьируются благодаря различным свойствам топлива и техническим особенностям. В установках малого сжигания применяют, в основном, технологию сжигания в неподвижном слое, т.е. сжигание на топочной решетке (*GF*) твердых видов топлива. Твердые виды топлива включают в себя минеральное топливо и твердое топливо из биомасс с крупностью, варьирующейся от нескольких мм до 80 мм.

Более подробное описание методик можно найти у Kubica и других, (2004).

#### 1.2.1.2 Общие сведения о каминах

Камины являются самыми простыми камерами сгорания и часто используются как дополнительные нагревательные приборы, главным образом, по эстетическим соображениям в жилых помещениях. Имеются камины, работающие на твердом топливе и на газе. Камин можно подразделить на открытые, частично открытые и закрытые камины. Исходя из вида строительных материалов, их можно подразделить на камины из тесаного камня и/или кирпичные камины (каменная или кирпичная кладка) или, и чугунные или стальные камины. Кирпичные камины обычно строятся на месте эксплуатации и составляют единое целое со строительной конструкцией, тогда как чугунные или стальные камины изготавливаются заводским способом с соответствующей вытяжной трубой или дымоходом.

#### *Камины, работающие на твердом топливе*

Камины, работающие на твердом топливе, являются отапливаемыми вручную топками с неподвижным слоем. Пользователь периодически подбрасывает твердое топливо в огонь вручную. Их можно разделить на нижеследующие виды.

#### *Открытые камины*

Данный вид камина имеет очень простую конструкцию – основную топочную камеру, которая непосредственно соединяется с дымовой трубой. У каминов имеются большие отверстия для горящего слоя. Некоторые из них имеют регуляторы тяги над зоной горения для ограничения всасывания комнатного воздуха и возникновения теплопотерь, когда камин не используется. Тепловая энергия переносится в жилое помещение, главным образом, путем излучения. Открытые камины являются обычно кирпичными каминами и обладают очень низкой эффективностью, тогда как имеют значительные

выбросы общего количества взвешенных твердых частиц (ОКВЧ), СО, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), возникающих в результате неполного сгорания топлива.

#### ***Частично закрытые камины***

Оснащены вентиляционными решетками и стеклянными дверцами для уменьшения всасывания воздуха для горения. Некоторые кирпичные камины проектируются или модернизируются таким образом, чтобы увеличить их общую эффективность.

#### ***Закрытые камины***

Эти камины оборудуются передними дверцами и могут иметь распределение воздуха для горения на первичный и вторичный воздух, а также систему для отвода отходящих газов. Они изготавливаются заводским способом и устанавливаются в виде автономных установок или каминных вставок в существующие кирпичные камины. Благодаря конструкции и принципу горения закрытые камины похожи на печки, и их эффективность обычно превышает 50%. Их выбросы аналогичны выбросам из печек, т.е. ниже, чем у открытых или частично закрытых каминов. По этой причине расчеты по ним делаются на базе, аналогичной базе расчетов по печкам.

Топливом, используемым в твердотопливных каминах, являются, главным образом, бревна, брикеты биомассы, а также древесный уголь, каменный уголь и угольные брикеты. Имеются многотопливные приборы, которые могут сжигать ряд видов твердого топлива, включая виды твердого топлива промышленного производства и древесину.

#### ***Камины, работающие на газе***

Газовые камины также являются каминами с простой конструкцией; материалы и оборудование аналогичны материалам и оборудованию твердотопливных каминов, кроме того оснащенных газовой горелкой. Благодаря простоте клапанов, применяемых для регулирования топливного коэффициента/воздушного коэффициента, и горелок без предварительного смешивания топлива, выбросы NO<sub>x</sub> ниже, но выбросы СО, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) могут быть выше по сравнению с работающими на газе котлами.

### **1.2.1.3 Печки**

Печки являются закрытыми приборами, в которых полезное тепло переносится во внешнюю среду путем излучения и конвекции. Они могут широко варьироваться благодаря виду топлива, применению, конструкции и материалам конструкции, а также организации процесса горения.

Печки, применяющие твердые виды топлива, обычно используются для обогрева помещений (комнатные обогреватели), а также для приготовления пищи и получения горячей воды (котлы и водонагреватели), в то время как гидравлические печки и газовые плиты имеют тенденцию использоваться, главным образом, для обогрева помещений.

#### ***Твердотопливные печки***

Твердотопливные печки можно классифицировать на основе принципа горения, который, прежде всего, зависит от траектории воздушного потока в результате подачи топлива в топочную камеру. Существует два основных типа: с верхней тягой (первичное горение, процесс горения с направленным вниз горением) и нижней тягой (с направленным вверх горением). Подавляющее большинство более ранних печек представляют собой тип печек с

восходящей тягой, которые более простой конструкции, но имеют большее количество выбросов.

Используются различные виды топлива, такого как уголь и его продукты (обычно антрацит, каменный уголь, бурый уголь, запатентованные виды топлива и брикеты из бурого угля), а также биомасса – бревна, древесная щепа и брикетное топливо. Используется уголь различной крупности, обычно 20-40 мм, и более 40 мм, или их смесь. Изредка также используется торфяной брикет.

Печки могут производиться в виде чугунных или стальных устройств заводского изготовления или кирпичных печек, которые обычно монтируются на площадке с использованием кирпича, камня или керамических материалов. Что касается основного режима теплопереноса, то печки, работающие на твердом топливе, можно разделить на две основные подгруппы, которые являются радиационными печами, и печками, накапливающими тепло или печками, аккумулирующими тепло. Радиационные печки обычно являются чугунными или стальными устройствами заводского изготовления; некоторые из них могут обеспечивать нагрев воды, косвенный нагрев (котлы), а некоторые используются в качестве кухонных плит.

#### ***Печки обычного типа, традиционные печки***

Они имеют плохо организованный процесс горения, имеющий результатом низкую эффективность (от 40% до 50%), и значительные выбросы загрязняющих веществ, возникающих, главным образом, вследствие неполного горения (общее количество взвешенных частиц, СО, неметановые летучие органические соединения (НМЛОС) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)). Их автономность (т.е. способность работать без вмешательства пользователя) невысока, она длится от трех до восьми часов. Печки, оснащенные зонами нагревательных плит, используются также для приготовления пищи – кухонные плиты. Некоторые из них также можно использовать для получения горячей воды.

#### ***Печки обычного типа с низким энергопотреблением***

Главным образом, традиционные печки с более совершенным использованием вторичного воздуха в топочной камере. Их эффективность составляет от 55% до 75%, и выбросы загрязняющих веществ ниже, их автономность колеблется в пределах от 6 до 12 часов.

#### ***Самые современные воздухонагреватели***

Для данных печек характерно большое количество входных отверстий для воздуха и предварительный подогрев вторичного воздуха горения посредством теплообмена с помощью газов из жаровой трубы. Данная конструкция имеет результатом повышенную эффективность (около 70% при полной загрузке) и пониженное количество выбросов СО, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и общего количества взвешенных частиц в сравнении с печками обычного типа. Большинство экологических печей для сжигания дров представляют собой усовершенствованные печи сжигания.

#### ***Современные печки, работающие на топливных гранулах***

Это – тип современной печки, использующий топливо, такое как древесные топливные гранулы, которые распределяются по топочной камере с помощью механического устройства для подачи топлива из небольшого топливохранилища. Современные печки зачастую оснащены активной системой управления для подачи воздуха для горения. Они достигают высокой эффективности использования топлива с помощью надлежащего соотношения воздуха и топлива в смеси в топочной камере в любое время (СИТЕРА,

2003). По этой причине для них характерна высокая эффективность (80% - 90%) и низкое количество выбросов CO, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) общего количества взвешенных частиц и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

#### ***Кирпичные (теплоаккумулирующие) печи***

Эти печи изготовлены из материалов, способных аккумулировать тепло (например, огнеупорный кирпич, керамические плитки или определенные вулканические породы (Финская печь, например)). Приборы с замедленной теплоотдачей являются, как правило, кирпичными печами. Быстрый нагрев достигается в материалах для каменной кладки с большой теплоемкостью. Посредством излучения тепло медленно выделяется в окружающую зону. Их эффективность использования топлива варьируется от 70 до 80%, а их автономность – от 8 до 12 часов (СИТЕРА, 2003).

#### ***Печи с каталитическими топочными камерами***

Печи, в особенности, для сжигания древесины, могут оснащаться каталитическим преобразователем для снижения количества выбросов, вызванных неполным сгоранием. Благодаря более полному окислению топлива энергоэффективность также возрастает. Каталитические топочные камеры не присущи для печек, растапливаемых углем.

#### ***Печи, работающие на жидком/ газообразном топливе***

Печи, работающие на жидком/ газообразном топливе имеют простую конструкцию; печи, работающие на газообразном топливе, оснащены простыми клапанами для регулировки соотношения топливо/воздух и горелками без предварительной подготовки смеси. По этой причине выбросы NO<sub>x</sub> из них ниже по сравнению с котлами с газовой топкой. Простые печи, работающие на жидком топливе, используют установки термовакuumного испарения для приготовления топливно-воздушной смеси.

Что касается конструкционного материала и конструкции, то печи, работающие на жидком и газообразном топливе, как правило, менее разнообразны, чем печи, работающие на твердом топливе. Они изготавливаются из стали и заводским способом.

#### **1.2.1.4 Малые котлы (для индивидуального пользования/для отопления жилых помещений) – ориентировочная мощность ≤ 50 кВт выходная мощность**

Обычно котлы являются устройствами, которые нагревают воду для косвенного обогрева. Малые котлы такой мощности используются в квартирах и домах. Имеются в наличии конструкции для работы с газообразным, жидким и твердым топливом. Они предусмотрены, главным образом, для производства тепла для системы центрального отопления (включая системы воздушного отопления) или системы водяного отопления, или их сочетание.

#### ***Малые котлы, работающие на твердом топливе***

Малые котлы для центрального отопления для индивидуального пользования широко распространены в регионах с умеренным климатом и имеют номинальную мощность 12 кВт-50 кВт. Они используют различные виды твердого горючего топлива и биомассу, обычно в зависимости от их наличия в регионе. Их можно разделить на две основные категории, исходя из процесса организации горения: котел с верхней подачей (сжигание в слое с верхней подачей топлива – вторичное и первичное – выжигание) и котел с нижней подачей (сжигание в слое с нижней подачей топлива – вторичное). Среди них можно выделить стандартные котлы и современные топочные котлы.



## Котлы обычного типа, работающие на угле/биомассе

### *Вторичные котлы*

Вторичные котлы используются обычно при отоплении жилых помещений благодаря своей легкости при эксплуатации и низким капитальным затратам. Процесс неполного сгорания имеет место вследствие неоптимальной подачи воздуха для горения, которая обычно производится посредством естественной тяги. Топливо периодически подается в верхнюю часть горящего слоя топлива. Эффективность первичного котла аналогична эффективности печек обычного типа и составляет обычно 50%-60% в зависимости от конструкции и нагрузки. Количество выбросов загрязняющих веществ, образующихся в результате неполного сгорания топлива, может быть очень большим, особенно, если эксплуатация производится при низкой нагрузке.

### *Первичные котлы*

Первичные котлы имеют ручную систему подачи топлива и стационарные или наклонные колосниковые решетки. Они имеют топочную камеру, состоящую из двух частей. Первая часть используется для хранения топлива и для частичного удаления летучих веществ и сжигания слоя топлива. Во второй части топочной камеры окисляются горючие газы. В более старых конструкциях используется естественная тяга. Горение в первичных котлах более стабильно, чем во вторичных котлах, благодаря непрерывной подаче самотеком топлива в горящий слой топлива. Это приводит к повышению энергоэффективности (60-70%) и понижению количества выбросов по сравнению с горением с верхней подачей.

## Современные топочные котлы

### *Современные первичные пылеугольные котлы*

Как правило, конструкция и метод сжигания аналогичны конструкции и методу сжигания первичных котлов обычного типа. Основное различие состоит в том, что вентилятор регулирует поток топочных газов. Система регулирования первичного и вторичного воздуха могла бы привести к увеличению эффективности более чем на 80% (обычно в диапазоне 70-80%).

### *Котлы с нижней тягой, работающие на древесном топливе*

Данный тип котла считается новейшим котлом для сжигания поленьев. У него две камеры, первая камера – это камера, куда топливо подается для частичного удаления летучих веществ и горения слоя топлива, и вторая камера, где происходит сжигание выпускаемых горючих газов. Преимуществом данного котла является то, что топочные газы принудительно направляются вниз через отверстия в керамической решетке и таким образом сжигаются при высокой температуре во вторичной топочной камере и керамическом дымоходе. Благодаря оптимизированному процессу горения, количество выбросов вследствие неполного сгорания низко.

### *Угольные топки с механическим забрасывателем*

Топливо с низким содержанием золы и крупностью от 4 мм до 25 мм автоматически подается в реторту с помощью шнекового конвейера. Для котла с механическим забрасывателем характерна повышенная эффективность, обычно более 80%. Преимуществом котла с механическим забрасывателем является то, что он может работать с высокой эффективностью в диапазоне нагрузок от 30% до номинальной мощности. В случае надлежащей работы котла количество выбросов загрязняющих веществ, образующихся в результате неполного сгорания, значительно ниже; однако, количество выбросов  $\text{NO}_x$  возрастает вследствие повышения температуры горения.

### ***Котлы, работающие на древесном топливе***

Имеются автоматические котлы, работающие с использованием в качестве топлива поленьев. Однако, большинство малых котлов работают на древесных топливных гранулах и щепе. Они имеют полностью автоматизированную систему подачи топлива в виде древесных топливных гранул и щепы и подачи воздуха горения, который распределяется на первичный и вторичный воздух. Котлы оснащены небольшими бункерами для хранения топлива, которые наполняются вручную или с помощью автоматической системы из большего по размеру камерного хранилища. Древесные топливные гранулы вводятся в горелку с помощью шнека. Для этих котлов характерна высокая эффективность (обычно более 80%), и количество их выбросов сопоставимо с количеством выбросов из котлов, работающих на жидком топливе.

### ***Малые котлы, работающие на жидком/ газообразном топливе***

Обычно они являются двухфункциональными приборами, используемыми для получения горячей воды и для производства тепла для системы центрального отопления. В диапазоне мощности ниже выходной мощности 50 кВт они обычно используются в домохозяйствах из одного лица. Обычно используются водотрубные низкотемпературные котлы (температура воды ниже 100°C) с открытой топочной камерой. Эти устройства могут изготавливаться из чугуна или стали. Котлы мощностью ниже 50 кВт можно разделить на две основные группы, т.е. на типовые котлы и конденсационные котлы.

#### ***Типовые котлы***

Типовые котлы имеют открытую топочную камеру, обладающую максимальной энергоэффективностью более 80% благодаря сравнительно высоким потерям топочных газов. Благодаря очень простой конструкции автоматизированной системы процесса горения, они могут иметь более высокое количество выбросов СО и ЛОС по сравнению с котлами большего размера и промышленными установками.

#### ***Конденсационные котлы (герметически закрытые котлы для жилых помещений)***

Эти приборы рекуперировать теплоту из отработавших газов с помощью конденсации влаги в технологическом процессе горения и могут работать с эффективностью более чем 90%. Имеются также конденсационные котлы для котлов, отапливаемых жидким топливом.

## **1.2.1.5 Приготовление пищи**

### ***Приготовление пищи в домашних условиях с использованием твердого топлива***

Эти приборы обычно изготавливаются из чугуна или стали, а топочная камера зачастую футеруется огнеупорными кирпичами; современные устройства могут включать в себя водогрейный котел для косвенного обогрева жилого помещения. Их эффективность использования топлива варьируется от 50 до 70% в зависимости от типа и качества установки, а также от режима работы. Их автономность составляет несколько часов. Выбросы загрязняющих веществ достаточно высоки в старых установках, в то время как в самых современных установках использование вторичного или третичного воздуха позволяет осуществлять лучшую регулировку горения. Твердотопливные грили (приготовление пищи на открытом воздухе, включая «выбрасываемую» упаковку для барбекю одноразового применения) используются сезонно.

### ***Приготовление пищи с использованием газа***

Приборы, работающие на газе, широко используются в жилищном хозяйстве. Они включают в себя решетку в камине для подогревания пищи (в том числе, кольцевые зоны

для нагрева котлов) и духовки. Для приготовления пищи на открытом воздухе используется газ в баллонах (СНГ).

### 1.2.1.6 **Обогрев вне помещения и прочие виды горения**

Бытовое и промышленное использование обогрева вне помещения возросло в некоторых странах в последние годы благодаря использованию нагревательных приборов, работающих на газе, для применения во внутренних двориках и аналогичных устройств. Традиционные топочные отделения и печные устройства также важны.

Топки также используются для нагревания камней в саунах Скандинавии.

## 1.2.2 **Отопление нежилых помещений (1.A.4.a, 1.A.4.c, 1.A.5.a)**

### 1.2.2.1 **Котлы мощностью в диапазоне 50 кВт – 50 МВт**

Котлы такой мощности используются для коммунального отопления, в конторах, школах, больницах и многоквартирных жилых домах и считаются наиболее часто используемыми источниками в коммерческом и институциональном секторе, а также в сельском хозяйстве. Самые большие установки должны быть связаны с секторами НО, но включены для удобства.

#### *Твердотопливные котлы*

Технология сжигания в неподвижном слое и технология сжигания в подвижном слое повсеместно используются для сжигания твердых видов топлива в данном диапазоне мощности. Это – общепринятая технология, и используется большое многообразие котлов с неподвижными и подвижными слоями (топки с подвижными колосниковыми решетками, котлы с механическими забрасывателями). В дополнение к сжиганию в неподвижном слое используются также котлы со сжиганием в кипящем слое в данном диапазоне мощности, часто для сжигания биомассы.

Установки делятся на две основные подгруппы:

- наполняемые вручную
- наполняемые автоматически.

#### **Котлы с ручной системой подачи топлива**

По экономическим и техническим причинам котлы, растапливаемые вручную, обычно имеют мощность ниже, чем 1 МВт.

#### *Пылеугольные котлы/котлы, работающие на древесном топливе*

Котлы с ручной подачей в данном диапазоне мощности применяют два метода сжигания первичный и вторичный, аналогичные методам, применяемым в котлах с диапазоном пониженной мощности (см. подраздел 2.2.1.4 настоящей главы).

- Котлы с верхней подачей, первичные котлы: В данном типе установок используется угольное топливо различной крупности (обычно 5 мм – 40 мм) или куски дерева. Их тепловой к.п.д. варьируется в диапазоне от 60% до 80% и зависит от распределения воздуха в первичной/вторичной системе и конструкции вторичной подкамеры. Количество выбросов загрязняющих веществ, т.е. СО, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), общего количества взвешенных частиц и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), являющихся результатом неполного сжигания, как правило, велико.

- Котлы с верхней подачей, вторичные котлы: мелкий уголь или смесь мелкого угля со стружками биомассы, которые периодически подаются в топочную камеру, используются в этом типе котлов. Воспламенение начинается с верхней части загрузочной дозы топлива. Их эффективность варьируется с 75% до 80%. Количество выбросов загрязняющих веществ общего количества взвешенных частиц, СО, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) более низкое по сравнению с котлами с верхней подачей вследствие различной организации процесса горения, который аналогичен горению в механической топке.

Как котлы с нижней загрузкой, так и котлы с верхней загрузкой в данном диапазоне мощности имеют лучшую организационную структуру воздуха горения по сравнению с котлами, используемыми в домохозяйствах из одного лица.

#### ***Котлы с топкой на биомассе/Котлы с топкой на соломе***

Котлы с верхней подачей, котлы с топкой на биомассе/котлы с топкой на соломе с неподвижными решетками разработаны и применяются для сжигания соломенных брикетов/брикетов из зерновых злаков. Соломенные брикеты подаются в топочную камеру вручную. Вследствие очень быстрого сгорания данного вида биомассы, такие установки содержат систему накопления горячей воды. По этой причине они используются только в ограниченных областях применения с номинальной производительностью котла до 1,5 МВт. Они пользуются спросом в сельскохозяйственных районах благодаря своей относительно низкой стоимости и несложному техническому обслуживанию.

#### **Котлы с автоматической системой подачи топлива**

Котлы с автоматической системой подачи топлива обычно имеют производительность более 1 МВт, но в настоящее время котлы малой производительности также оснащены автоматической системой подачи (включая жилые помещения). Помимо этого, данные установки имеют, как правило, лучшую систему регулирования процесса горения, по сравнению с установками с ручной системой подачи. Для них обычно требуется топливо стандартного и постоянного качества. Эти установки могли бы также иметь оборудование по устранению загрязнения окружающей среды твердыми частицами.

Сжигание в подвижном слое (сжигание на топочной решетке (*GF*)) обычно классифицируется согласно способу подачи топлива на решетку, как слоевые топки с забрасывателем топлива, механические топки с верхней подачей и механические топки с нижней подачей.

Мелкий уголь или мелкая древесина (например, древесные топливные гранулы, щепа или древесные опилки) загружаются на механическую движущуюся колосниковую решетку. Температура горения составляют 1 000 °С - 1 300 °С. Установки со сжиганием на колосниковой решетке также пригодны для совместного сжигания угля с биомассой. Общее применение направлено на производство тепла и/или горячей воды и/или пара низкого давления для коммерческого и институционального сектора, в частности, для районного централизованного теплоснабжения. Благодаря регулируемому процессу сжигания твердого топлива по методам движущегося слоя и обычно полностью автоматизированным системам управления технологическим процессом, количество выбросов загрязняющих веществ, являющихся результатом неполного сжигания, значительно ниже по сравнению с котлами с ручной системой подачи топлива.

## Современные методики

### *Пылеугольные котлы/котлы, работающие на древесном топливе с верхней подачей; котлы с механическим забрасывателем, со сжиганием при верхней загрузке, с вращающейся колосниковой решеткой с нижней подачей топлива*

Они используются для сжигания как угля, так и древесины. Технологическим принципом является сжигание в автоматических топках с нижней подачей. Топливо с низким содержанием золы (древесная щепа, древесные опилки, древесные топливные гранулы; крупностью до 50 мм или уголь крупностью до 30 мм) подается в топочную камеру с помощью шнекового конвейера и доставляется в реторту по мере оксидации.

### *Технология сигарообразного котла с топкой на соломе*

Она применяется для сжигания соломенных брикетов/брикетов из зерновых злаков. Брикеты топлива автоматически подаются в топочную камеру с помощью гидравлического поршня через входной канал в топочную камеру.

### *Дополнительная топочная камера, газификация древесной биомассы*

Она использует отдельную систему газификации для топлива из измельченной в щепу древесины и последующее сжигание продукционных топливных газов в газовом котле. Преимуществом данной технологии является возможность использования топлива из сырой древесины различного качества. Этот метод имеет низкое количество выбросов загрязняющих веществ, являющихся результатом неполного сжигания топлива.

### *Система сжигания топлива с предварительной сушильной камерой:*

Установки для сжигания древесной щепы используются в некоторых странах, особенно в сельской местности, для отопления больших домов и ферм. Данная система содержит автоматическую систему подачи топлива из древесной щепы с помощью шнека и предварительные сушильные печи (хорошо герметизированные камеры) и может подключаться к существующему котлу. В системах с предварительной сушильной камерой применяется полностью автоматизированная технология сжигания, и поэтому количество выбросов в ней невелико.

### *Современные котлы с автоматической загрузкой древесной щепы и древесных топливных гранул*

Как правило, они имеют высокий уровень автономности. В большинстве случаев, инверторное горение используется с принудительной тягой, обеспечивающей оптимальные рабочие характеристики. Эффективность использования топлива варьируется от 85 до 90%, а степень автономности зависит от степени автоматизации, используемой для оборудования по транспортировке топлива и золы (варьируется от 24 часов для любого отопительного сезона).

## Сжигание в кипящем слое

Сжигание в кипящем слое (FBC) в зависимости от скорости флюидизации можно разделить на сжигание в барботирующем кипящем слое (BFB) и сжигание в циркулирующем кипящем слое (CFB). Сжигание в кипящем слое (FBC) пригодно для низкокачественного высокосольного угля или других «трудных» видов твердого топлива. Сжигание в кипящем слое (FBC) часто используется для совместного сжигания угля с биомассой. В эксплуатации находятся всего лишь несколько установок среднего размера данного типа.

**Жидкие/ газообразные виды топлива**

Для газовых и масляных котлов топливо и воздух вводятся в виде смеси с использованием специальных горелок в топочной камере. Горелки на этих малых котлах бывают обычно автономными узлами от специализированных производителей, которые подбираются к котлу.

Котлы, отапливаемые газообразным и жидким топливом, производятся в широком диапазоне различных конструкций и классифицируются согласно конфигурации горелок (впрыскивающая горелка или выдувная горелка), конструкционному материалу, типу теплоносителя (горячая вода, пар), а также их мощности, температуре воды в водяном котле (низкая температура в котором может быть  $\leq 100^{\circ}\text{C}$ , средняя температура - от  $>100^{\circ}\text{C}$  до  $\leq 115^{\circ}\text{C}$ , высокая температура -  $>115^{\circ}\text{C}$ ), способу теплопередачи (водотрубный, жаротрубный) и расположению поверхностей теплопередачи (горизонтальная или вертикальная, прямая или согнутая труба).

**Чугунные котлы**

Производятся, главным образом, котлы низкого давления или водогрейные котлы. Обычно они используются в жилищном хозяйстве и в коммерческом/институциональном секторе с номинальной производительностью котла до 1,5 МВтт.

**Стальные котлы**

Производятся с номинальной производительностью котла до 50 МВтт, из толстолистовой стали и стальных труб с помощью сварки. Их характерной особенностью является многообразие их конструкций с учетом расположения поверхности теплопередачи. Самыми распространенными являются водотрубные котлы, жаротрубные котлы и конденсационные котлы.

**Водотрубные котлы**

Оснащен наружным стальным кожухом водяного охлаждения. Водотрубные котлы (вода циркулирует внутри, отходящие газы - снаружи) приварены к стенкам кожуха.

**Жаротрубные котлы**

В этих котлах газообразные продукты сгорания циркулируют в дымогарных трубах, которые окружены водой. Они проектируются как компоненты цилиндрической или прямоугольной формы.

**Топочные жаротрубные котлы, изготовленные из стали**

Эти устройства производятся в виде горизонтальных цилиндров. Цилиндры, изготовленные из прокатной стали, заканчиваются по обеим сторонам днищами. Переднее днище в его нижней части (под осью цилиндра) оснащено жаровой трубой, которая играет роль топочной камеры.

**Конденсационные котлы**

Частично используют скрытую теплоту водяного пара в топочных газах вследствие конденсации в теплообменнике. По этой причине их эффективность выше, чем эффективность у других систем котлов. Их эффективность составляет более 90 %. Они могли бы работать при пониженных температурах воды на входе. Помимо высокой эффективности, их преимущество также состоит в пониженном количестве выбросов  $\text{NO}_x$ .

### 1.2.2.2 Приготовление пищи

#### *Приготовление пищи в производственных условиях с использованием твердого топлива*

Объем использования твердого топлива при приготовлении пищи в производственных условиях неизвестен, но его можно получить в таких специализированных областях, как пекарни и традиционные печи для изготовления пиццы, работающие на древесном топливе.

#### *Приготовление пищи с использованием газа*

Приборы, работающие на газе, широко используются в промышленных секторах. Они включают в себя решетку в камине для подогревания пищи (в том числе, кольцевые зоны для нагрева котлов) и духовки. Для приготовления пищи на открытом воздухе используется газ в баллонах (СНГ).

### 1.2.2.3 Обогрев помещений (прямой нагрев)

Камины и печи являются бытовыми обогревателями, применение которым можно найти также при обогреве производственных и служебных помещений. Однако, при обогреве торговых и производственных помещений используются большие по размеру газовые и масляные установки для сжигания. Установки могут быть неподвижно закрепленными (на потолке и стенах) или переносными.

### 1.2.2.4 Обогрев вне помещения и прочие виды горения

Бытовое и промышленное использование обогрева вне помещения возросло в некоторых странах в последние годы благодаря использованию нагревательных приборов, работающих на газе, для применения во внутренних двориках и аналогичных устройств. Большие по размеру каналные печи часто используются для обогрева временных зданий и палаток.

Топки также используются для нагревания камней в саунах Скандинавии.

Оборудование для паровой очистки часто включает в себя топливную форсунку для подачи горячей воды.

### 1.2.2.5 Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ)

Потребности в увеличении эффективности преобразования энергии и использовании возобновляемых источников энергии привели к созданию теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Использование парового котла плюс турбины с противодавлением для производства электроэнергии является традиционным подходом и может дать возможность использования топлива из биомассы. Однако, все чаще и чаще встречается использование технологии комбинированного производства тепловой и электрической энергии путем мелкомасштабного внутреннего сгорания (газовой турбины или стационарного двигателя с регенерацией тепла). Технология комбинированного производства тепловой и электрической энергии может применяться в сравнительно небольших приборах, использующих поршневые двигатели, работающие на газовом топливе, но применяются также большие поршневые двигатели и газовые турбины. Применяется также тригенерация (ТЭЦ и охлаждение) с использованием данной технологии.

Имеются примеры эффективной технологии мелкомасштабной генераторной газификации, главным образом, для древесных отходов, но также для работы с безотходной древесиной.

### 1.3 Выбросы

Соответствующими загрязняющими веществами являются  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , неметановые летучие органические соединения (НМЛОС), твердые частицы (ТЧ), черный углерод (ЧУ), тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф), а также гексахлорбензол (ГХБ). Для твердых видов топлива, как правило, количество выбросов вследствие неполного сгорания во много раз выше в малых приборах, чем в больших по размеру установках. Это, в частности, имеет значение для приборов с ручной подачей и неудовлетворительно регулируемых автоматических установок.

Как для газообразного, так и для жидкого топлива выбросы загрязняющих веществ значительно выше по сравнению с промышленными котлами, благодаря качеству топлива и конструкции горелок и котлов, за исключением каминов и печек, заправляемых жидким и газообразным топливом, по причине их простой схемы организации процесса горения. Однако, существует технология горелки с «ультра-низким» содержанием  $\text{NO}_x$  для сжигания газа в больших приборах. Как правило, газовые и масляные установки производят аналогичный тип загрязняющих веществ как для твердых видов топлива, но их количество значительно ниже.

Выбросы, вызываемые неполным сгоранием, являются, главным образом, результатом недостаточного смешивания воздуха горения и топлива в топочной камере (локальная зона горения богатая топливом), общим недостатком имеющегося кислорода, слишком низкой температурой, коротким временем пребывания и слишком радикальной концентрацией (Kubica, 1997/1 и 2003/1). Нижеследующие компоненты, выбрасываются в атмосферу в результате неполного сгорания в установках малого сжигания:  $\text{CO}$ , твердые частицы (ТЧ) и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС),  $\text{NH}_3$ , полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), а также полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф).

$\text{NH}_3$  — небольшое количество аммиака может выделяться в результате процесса неполного сгорания всех азотсодержащих видов твердого топлива. Это происходит в тех случаях, когда температура сгорания является очень низкой (камины, печи, котлы старой конструкции). Выбросы  $\text{NH}_3$ , в большинстве случаев, можно сократить с помощью основных мер, направленных на сокращение продуктов неполного сгорания и повышения эффективности.

*Общее количество взвешенных частиц,  $\text{TЧ}_{10}$ ,  $\text{TЧ}_{2,5}$*  — твердые частицы в топочных газах в результате сжигания топлива (в частности, твердых видов минерального топлива и биомассы) можно определить как углерод, дым, сажа, твердые частицы из дымохода или унос. Выпускаемые твердые частицы можно разделить на три группы продуктов сжигания топлива.

Первая группа образуется посредством газообразной фазы сжигания или пиролиза в результате неполного сгорания топлива (продукты неполного сгорания (ПНС)): сажа и органические частицы углерода (ОС) образуются в процессе сжигания, а также из газообразных исходных веществ путем процессов нуклеации и конденсации (вторичный органический углерод) в виде продукта реакций с выделением свободных радикалов алифатических, ароматических соединений в зоне реакции в пламени в присутствии водорода и кислородсодержащих соединений;  $\text{CO}$  и некоторые минеральные соединения в виде каталитических соединений; и ЛОС, смолы/частицы тяжелых ароматических соединений в результате неполного сгорания угля / биомассы, продуктов удаления летучих веществ/пиролиза (с первого этапа сжигания) и вторичных серных и азотных соединений. Конденсированные тяжелые углеводороды (смолистые вещества) являются важным, а в



некоторых случаях, основным источником общего уровня выбросов частиц из мелкомасштабных приборов сжигания твердого топлива, таких как камины, печи и старой котлы конструкции.

Следующие группы (вторая и третья) могут содержать частицы золы или ценосфер, которые, в основном, образуются из минеральных веществ в топливе; они содержат оксиды и соли (S, Cl) металлов Ca, Mg, Si, Fe, K, Na, P, тяжелых металлов и несгоревший углерод, образовавшийся в результате неполного сгорания углеродистых материалов; черный углерод или элементарный углерод – ЧУ (Kupiainen et al, 2004).

Выбросы твердых частиц и грансостав из малых установок во многом зависит от условий сжигания. Оптимизация процесса сжигания твердого топлива благодаря установлению непрерывно регулируемых условий (автоматическая подача топлива, распределение воздуха горения) приводит к уменьшению выбросов общего количества взвешенных частиц и к изменению распределения ТЧ (Kubica, 2002/1 и Kubica et al, 2004/4). Несколько исследований показали, что использование современных технологий с «низким уровнем выбросов» для сжигания бытовой биомассы приводит к выбросам частиц, где преобладают субмикронные частицы (< 1 мкм), а массовая концентрация частиц крупностью более 10 мкм обычно составляет <10 % для установок малого сжигания (Voman et al., 2004 and 2005, Hays et al., 2003, Ehrlich et al, 2007).

Обратите внимание на то, что существуют различные конвенции и стандарты для измерения выбросов твердых частиц. Выбросы частиц можно определить с помощью используемой методики измерений, в том числе таких показателей, как тип и температура фильтрующего элемента, и того, измеряются ли конденсируемые фракции. Другие потенциальные изменения могут включать в себя использование ручных гравиметрических методов отбора проб или аэрозольных контрольно-измерительных приборов. Аналогичным образом, данные о выбросах частиц, определяемые с использованием методологии, базирующейся на смесительном канале, могут отличаться от данных о выбросах, определяемых с помощью прямого измерения экстрактивных веществ в дымоходе. Основная разница состоит в том, выполняется ли измерение выбросов в горячем дымовом газе внутри дымовой трубы или за пределами дымовой трубы, или же измерения выполняются после конденсации труднолетучих соединений.

Обычно измерения Шведской лаборатории (например, Johansson et al., 2004) основаны на Шведском стандарте (SS028426), который представляет тепловой фильтр за пределами дымовой трубы, таким образом, труднолетучие соединения не конденсируются. Для полевых измерений использовался фильтр внутри дымовой трубы для измерения ТЧ. (Johansson et al., 2006)

Во время измерений в Дании использовались методы за пределами дымовой трубы со смесительным каналом, который сравним с Норвежским стандартом (Glasius et al., 2005, Glasius et al., 2007 и Winther, 2008). Поэтому метод измерения может являться причиной того, почему уровень шведских измерений значительно ниже датских.

Сравнительный анализ (Nussbaumer et al., 2008) методов выборки показывает, что коэффициенты выбросов, найденные с помощью смесительного канала, в 2,5-10 раз выше, чем только при учете твердых частиц, измеренных напрямую в трубе. Это показано на рисунке ниже. Об этом диапазоне также сообщает Bäfver (2008).

Испытание дровяной печи, выполненное Датским технологическим институтом, показывает соотношение приблизительно 4,8 между измерениями внутри дымовой трубы и измерением в смесительном канале (Winther, 2008).

Эти проблемы в методологии измерения, и, следовательно, в определении, означают, что может быть трудно сравнивать данные о выбросах.

*Черный углерод (ЧУ)* – Черный углерод образуется из-за неполного сжигания органических соединений при нехватке кислорода для полного окисления органических видов до диоксида углерода и воды.

ЧУ является термином, обозначающим большое количество углеродосодержащих соединений. В него частично включают большие полициклические виды, от обуглившихся растений до сильно графитизированной сажи. Черный углерод возникает в результате сжигания ископаемого топлива и биомассы, а свойства получающегося в результате ЧУ, например, продолжительность пребывания в атмосфере и оптические свойства, зависят от температуры сжигания, концентрации кислорода во время сжигания, горения биомассы и влажности древесины.

Сжигание топлива – основной источник выбросов ЧУ. Те же самые технологии контроля выбросов, которые ограничивают выброс ТЧ, также будут уменьшать выброс ЧУ. Однако данные измерений касательно показателей эффективности устранения загрязнения ЧУ ограничены. Это значит, что в целом предполагается, что выброс ЧУ можно уменьшить пропорционально выбросу ТЧ. Коэффициенты выбросов ЧУ выражаются в виде процентов от выбросов ТЧ<sub>2,5</sub>. Во многих литературных источниках элементарный углерод (ЭУ) используется как синоним ЧУ. Хотя органический углерод (ОУ) способствует небольшому поглощению частиц, но меньше, чем ЭУ. Для получения максимально возможного набора данных все данные по ЭУ рассматривались как основные данные для КВ ЧУ. *Тяжелые металлы (ТМ)* – количество выбросов тяжелых металлов сильно зависит от их содержания в топливе. Уголь и его производные, как правило, содержат уровни тяжелых металлов, которые на порядок выше, чем содержание в нефтепродуктах (за исключением содержания Ni и V в тяжелых видах топлива) и в природном газе. Все переработанные биомассы также содержат тяжелые металлы. Их содержание зависит от вида биомассы.

Большинство рассматриваемых тяжелых металлов (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, и Zn), как правило, выпускается в виде соединений, связанных с частицами и / или адсорбированных частицами (например, сульфиды, хлориды и органические соединения). Только Hg, Se, As и Pb, по крайней мере, частично, представлены в парообразном состоянии. Менее летучие соединения металлов, как правило, имеют тенденцию к конденсированию на поверхности более мелких частиц в отходящих газах.

Во время сжигания угля и биомассы, частицы претерпевают сложные изменения, которые приводят к испарению летучих элементов. Скорость испарения соединений тяжелых металлов зависит от характеристик технологии (типа котлов; температуры горения) и от характеристик топлива (их содержание металлов, доля неорганических соединений, таких как хлор, кальций и др.). Химическая форма испускаемой ртути может зависеть, в частности, от наличия соединений хлора. Характер используемой топки и соответствующего очистного оборудования будет также оказывать влияние (Pye et al., 2005/1).

Количество ртути, испускаемой из установок малого сжигания (SCIs), аналогично количеству выбросов от крупномасштабных установок для сжигания, происходит в элементарной форме (пары элементарной ртути Hg<sup>0</sup>), в реактивной газообразной форме (реактивная газообразная ртуть (RGM)) и в общем количестве взвешенных частиц (ОКВЧ) (Pacyna et al, 2004). Между

тем, было показано (Pye et al., 2005), что в случае установок малого сжигания, распространение отдельных видов выбросов ртути отличается от выбросов, наблюдаемых у установок для крупномасштабного сжигания. Загрязнение топлива такой биомассой как, например, пропитанное или окрашенное дерево, может привести к значительно более высокому количеству выбросов тяжелых металлов (например, Cr, As). За исключением элементов Hg, As, Cd и Pb (которые имеют значительное количество летучих компонентов), количество выбросов тяжелых металлов можно снизить с помощью мер по сокращению вторичных выбросов (частиц).

Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф) - выбросы диоксинов и фуранов в значительной степени зависят от условий, при которых производится охлаждение топочных и отходящих газов. Углерод, хлор, катализатор и избыток кислорода необходимы для образования полихлоридных дибензопарадиоксинов и фуранов (ПХДД/Ф). Они представляются следствием новообразования в диапазоне температур 180°C - 500°C (Karasek et al., 1987). По сообщениям, отапливаемые углем печи, в частности, выпускали очень высокое количество полихлоридных дибензопарадиоксинов и фуранов (ПХДД/Ф) при использовании определенных видов угля (Quass U., et al., 2000). Количество выбросов полихлоридных дибензопарадиоксинов и фуранов (ПХДД/Ф) значительно возрастает при совместном сжигании пластиковых отходов в бытовых приборах или при использовании загрязненной/обработанной древесины. Количество выбросов полихлоридных дибензопарадиоксинов и фуранов (ПХДД/Ф) можно сократить путем внедрения передовых технологий сжигания твердых видов топлива (Kubica, 2003/3).

Гексахлорбензол (ГХБ) — Выбросы ГХБ от процессов сжигания являются весьма неточными, но, в целом, процессы, приводящие к образованию полихлоридных дибензопарадиоксинов и фуранов (ПХДД/Ф) ведут также к выбросам ГХБ (Kakeraka, 2004).

ПАУ - выбросы полициклических ароматических углеводородов являются результатом неполного (промежуточного) преобразования топлива. Количество выбросов ПАУ зависит от процесса горения, в частности, от температуры (слишком низкая температура активно увеличивает количество их выбросов), времени пребывания в зоне реакции и наличия кислорода (Kubica K., 1997/1, 2003/1). Сообщалось, что печи, растапливаемые углем, и котлы старого типа (заполняемые вручную) выбрасывают количество ПАУ, в несколько раз превышающее количество выбросов у котлов новой конструкции (мощностью ниже 50 кВтт), таких как котлы с полуавтоматической подачей (Kubica K., 2003/1, 2002/1,3). Технология совместного сжигания угля и биомассы, которая может применяться в торговых /институциональных и в промышленных установках малого сжигания (SCIs), приводит к сокращению выбросов ПАУ, а также общего количества взвешенных частиц (ОКВЧ), неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и СО (Kubica et al., 1997/2 and 2004/5).

СО — монооксид углерода (СО) встречается в продуктах сгорания газов всех углеродистых видов топлива, как промежуточный продукт процесса сжигания и, в частности, при стехиометрических условиях. СО является наиболее важным промежуточным продуктом преобразования топлива в СО<sub>2</sub>; он окисляется до СО<sub>2</sub> при соответствующей температуре и наличии кислорода. Таким образом, наличие СО можно считать хорошим показателем качества сжигания. Механизмы образования СО, горячего NO, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и ПАУ, аналогичным образом, так же находятся под влиянием условий горения. Уровень выбросов является функцией коэффициента избытка воздуха, а также температуры сжигания и времени пребывания продуктов сгорания в зоне реакции. Таким образом, установки малого сжигания с автоматической подачей (и, возможно,

кислородными датчиками «лямбда») дают выгодные условия для достижения более низкого количества выбросов CO. Например, выбросы CO из небольших бытовых приборов, работающих на твердом топливе, могут составлять несколько тысяч чм в сравнении с 50-100 чм из промышленных топочных камер, используемых на электростанциях.

*Неметановые летучие органические соединения (НМЛОС)* — у установок малого сжигания (например, бытовых установок для сжигания) выбросы НМЛОС могут наблюдаться в значительных количествах; эти выбросы, в основном, выпускаются из неэффективно работающих печек (например, из дровяных печек). Выбросы летучих органических соединений (ЛОС) из котлов, работающих на древесном топливе, (0,510 МВт) могут быть значительными. Выбросы могут быть в десять раз выше при 20%-й нагрузке, чем при максимальной нагрузке (Gustavsson et al, 1993). Все НМЛОС являются промежуточными соединениями при окислении топлива. Они могут адсорбироваться, конденсироваться и образовывать частицы. Так же, как и в случае с CO, выбросы НМЛОС являются результатом низкой температуры горения, короткого времени пребывания в зоне окисления и/или недостаточного количества кислорода. Выбросы НМЛОС имеют тенденцию к снижению, так как мощность установки для сжигания увеличивается благодаря использованию передовых технологий, которые, как правило, характеризуются повышенной эффективностью сжигания.

*Окислы серы* — при отсутствии борьбы с выбросами, количество выбросов SO<sub>2</sub> зависит от содержания серы в топливе. Технология сжигания может оказывать влияние на выбросы SO<sub>2</sub> (для твердых видов минерального топлива) с более высоким содержанием серы в золе, чем это обычно связано с установками, предназначенными для сжигания.

*Окислы азота* — выбросы NO<sub>x</sub>, как правило, в виде оксида азота (NO) с небольшой долей, представленной в виде диоксида азота (NO<sub>2</sub>). Хотя выбросы NO<sub>x</sub> сравнительно низки в бытовых приборах по сравнению с печами более крупных размеров (отчасти из-за более низких температур в печи), доля первичного NO<sub>2</sub>, как полагают, будет выше.

*Двуокись углерода* — см. Руководство IPCC.

*Закись азота* — см. Руководство IPCC.

*Метан* — см. Руководство IPCC.

## 1.4 Средства регулирования

Сокращение выбросов в результате процесса горения может достигаться путем предотвращения образования таких веществ (первичные меры) или путем удаления загрязняющих веществ из отработавших газов (вторичные меры).

Ключевой мерой для бытовых приборов является регулирование горения; выбросы ТЧ, CO, НМЛОС и ПАУ очень сильно зависят от регулирования горения, и меры по улучшению этого включают в себя оптимальное регулирование температуры, распределения воздуха и качества топлива. Сжигание топлива соответствующего качества в современных закрытых каминах меньше загрязняет окружающую среду, чем в открытом камине.

Основные меры, которые направлены на изменение количества приборов или качества топлива не имеют непосредственного отношения к существующим выбросам за исключением попытки оценить то, насколько возможна реализация государственной или региональной политики. Сроки или ход осуществления государственных мер по принятию основных мер также важны для перспективных оценок.

*Первичные меры:* имеется несколько общих возможностей (Kubica, 2002/3, Pye et al., 2004):

- изменение состава топлива и улучшение его качества; подготовка и повышение качества твердого топлива, в частности, угля (по отношению к S, Cl, зольности и фракционному составу топлива); изменение гранулометрии топлива путем прессования - брикетирования, таблетирования; предварительная очистка – очищение путем промывки; выбор крупности в соответствии с потребностями нагревательных приборов (печек, котлов) и контроль его гранулометрии; частичная замена угля биомассой (реализация технологии совместного сжигания, позволяющей сократить количество SO<sub>2</sub>, NOx и), применение модификатора горения; каталитических добавок и добавок S-сорбента (известняк, доломит), сокращение и изменение содержания влаги в топливе, особенно в случае твердого топлива из биомассы;
- замена угля современным вторичным твердым топливом, биомассой, нефтепродуктами, газом;
- оптимизация регулирования процесса горения;
- управление количеством топок: замена отопительных приборов низкой эффективности недавно разработанными приборами и надзор за их распределением с помощью обязательной системы сертификации; надзор за бытовыми и коммунальными системами отопления;
- улучшение конструкции топок; внедрение передовых технологий в конструкции каминов, печей и котлов (реализация наилучших имеющихся технологий (BAT) для методики сжигания и добросовестной практики сжигания).

Технология совместного сжигания угля и биомассы, которая может применяться в торговых /институциональных и в промышленных установках для малого сжигания, приводит к сокращению выбросов общего количества взвешенных частиц (ОКВЧ) и продуктов неполного сгорания (PIC), главным образом, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и CO (Kubica et al., 1997/2 and 2004/5).

*Дополнительные меры по сокращению выбросов:* для установок малого сжигания могут применяться вторичные меры по удалению выбросов, особенно ТЧ. Таким образом, выбросы загрязняющих веществ, связанных с ТЧ, такими, как тяжелые металлы, ПАУ и полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф), можно значительно снизить вследствие их удаления вместе с твердыми частицами. Эти меры/средства регулирования характеризуются разной эффективностью газоочистки (Perry at al., 1997 and Bryczkowski at al., 2002) и, как правило, применяются в соответствии с государственными требованиями по регулированию выбросов в атмосферу, которые существенно разнятся. Для твердых частиц могут быть рассмотрены нижеследующие варианты:

- пылеосадительные камеры: саморазделение характеризуется низкой эффективностью сбора и неэффективно для мелких фракций частиц;
- циклонные сепараторы; широко применяется, но имеет сравнительно низкую эффективность сбора для мелких частиц (< 85%);
- для более высокой эффективности (94-99%), применяются блоки с несколькими циклонами (блоки циклонов), и батарейные циклоны позволяют увеличить расход газа;
- для более крупных объектов могут применяться электростатические фильтры (их эффективность составляет 99,5% - 99,9%) или тканевые фильтры (с эффективностью около 99,9%).

Диапазон регулирования выбросов охватывает растапливаемые вручную бытовые приборы без каких-либо мер по регулированию, включая большие котлы с тканевыми фильтрами. Хотя регулирование выбросов может быть ограничено для небольших приборов, автоматических отопительных котлов, работающих на биомассе, выходной мощностью до 100 кВт, они, как правило, оснащаются циклоном.

Небольшие (бытовые) топки для сжигания древесины, в особенности, печи, могут оснащаться каталитическим преобразователем для снижения количества выбросов, вызванных неполным сгоранием. Каталитический преобразователь, как правило, помещаются внутри канала для топочных газов за пределами основной топочной камеры. Когда топочный газ проходит через каталитическую топочную камеру, некоторые загрязняющие вещества окисляются. Эффективность каталитического преобразователя по сокращению выбросов зависит от материала каталитического преобразователя, его конструкции (активной поверхности), условий движения топочных газов внутри преобразователя (температуры, характера движения потока, времени пребывания, однородности, типа загрязняющих веществ). У дровяных печей с принудительной тягой, оснащенных каталитическим преобразователем (Hustad et al, 1995), эффективность сокращения выбросов загрязняющих веществ выглядит следующим образом: CO - 70-93% , CH<sub>4</sub> - 29-77%, другие углеводороды - более чем 80%, ПАУ - 43-80% и смола - 56-60%. Сокращение выбросов CO из печей, оснащенных каталитическим преобразователем, является значительным по сравнению с современной дровяной печью со ступенчатой подачей воздуха с нижней тягой при аналогичных условиях эксплуатации (Skreiberg, 1994). Однако, катализаторам нужен частый осмотр и чистка. Срок службы катализатора в дровяной печи при надлежащем техническом обслуживании составляет, как правило, около 10 000 часов. Современные топки для сжигания древесины, как правило, не оснащены каталитическими системами управления.

Печи со сжиганием в кипящем слое (FBC) могут включать в себя вдувание извести в топливный слой для улавливания SO<sub>2</sub>.

## 2 Методы

### 2.1 Выбор метода

На рисунке 3-1 представлена процедура выбора методов оценки технологических выбросов в результате соответствующих видов деятельности. Основными идеями, лежащими в основе дерева решений, являются:

если имеется подробная информация, то используйте ее.

Если категория источников является ключевой категорией, то применяется Уровень 2 или должен применяться оптимальный метод, и должны собираться подробные входные данные. Дерево решений направляет пользователя в таких случаях к методу Уровня 2, так как предполагается, что легче получить необходимые входные данные для данного подхода, чем собрать данные уровня объекта или данные о приборе, необходимые для оценки Уровня 3.

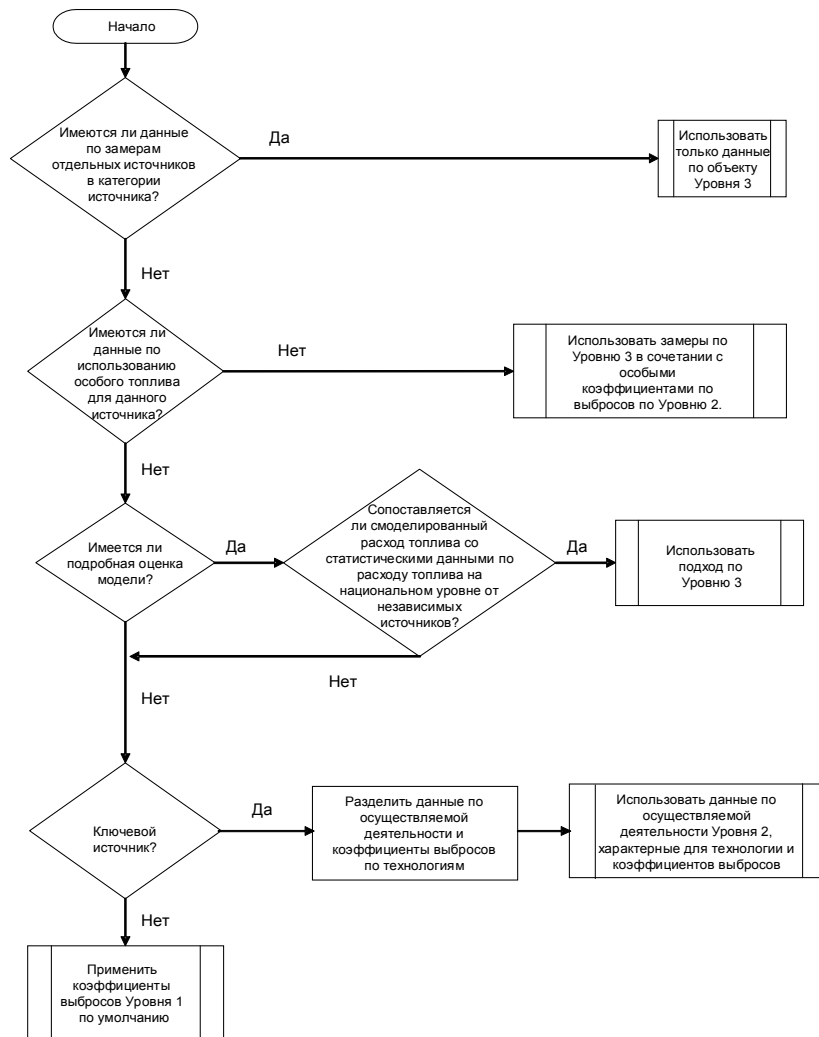


Рис 3-1 Дерево принятия решений для категории 1.A.4 Малое сжигание

Обратите внимание на то, что в отношении операций по сжиганию в этой главе, маловероятно, что мог бы быть принят подход по конкретным объектам, поскольку подробная информация об отдельных установках, вряд ли может быть доступна. Тем не менее, моделирование сектора НО и количества приборов соответствует подходу Уровня 3.

## 2.2 Подход по умолчанию Уровня 1

### 2.2.1 Алгоритм

В подходе Уровня 1 для технологических выбросов из установок малого сжигания используется общее уравнение:

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{потребление топлива}} \times EF_{\text{загрязнитель}} \quad (1)$$

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$	=	выброс указанного загрязнителя
$AR_{\text{потребление топлива}}$	=	интенсивность деятельности по потреблению топлива,
$EF_{\text{загрязнитель}}$	=	коэффициент выбросов для данного загрязнителя

Это уравнение применяется на национальном уровне, используя ежегодное национальное потребление топлива для установок малого сжигания при различных видах деятельности.

В тех случаях, когда учитываются определенные меры по сокращению выбросов, метод Уровня 1 применять нельзя, и тогда следует воспользоваться методом Уровня 2 или Уровня 3.

### 2.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты предназначены для основных классификаций топлива и применения разграничения между деятельностью в жилищно-бытовом секторе и деятельностью в коммунально-бытовом секторе (в институциональном, коммерческом, сельскохозяйственном и других секторах), которые могут иметь значительно отличающиеся характеристики выбросов.

**Таблица 3-1 Краткая справка о категориях коэффициентов выбросов Уровня 1**

Вид деятельности	Применение
1.A.4.b — Бытовое сжигание	Каменный уголь и бурый уголь, природный газ, другие виды жидкого топлива, биомасса
1.A.4.a/c, 1.A.5.a Коммунально-бытовой сектор (институциональные, коммерческие установки, установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, рыболовном хозяйстве и другие стационарные установки (включая военные))	Каменный уголь и бурый уголь, газообразное топливо, жидкое топливо, биомасса

Общие виды топлива Уровня 1 представлены в таблице 3-2. Виды каменного и бурого угля рассматриваются как один вид топлива. Жидкие виды топлива (тяжелое дизельное топливо и другое жидкое топливо) рассматриваются как один вид топлива. Аналогичным образом, природный газ и генераторные газы рассматриваются как один вид топлива на Уровне 1.

Там, где в таблицах упоминается «Руководство 2006», коэффициент выбросов берется из главы B216 «Руководства 2006». Первоначальную ссылку нельзя было определить, и показатель представляет собой экспертную оценку на основе имеющихся данных.



Таблица 3-2 Краткая справка о видах топлива Уровня 1

Тип топлива по Уровню 1	Связанные с этим типом другие виды топлива
Каменный уголь и бурый уголь	Коксующийся уголь, другой битуминозный уголь, полубитуминозный уголь, кокс, «запатентованное» промышленное топливо, лигнит, битумный сланец, торф
Газообразное топливо	Природный газ, жидкости из природного газа, сжиженный нефтяной газ, заводской газ, коксовый газ, доменный
Другое жидкое топливо	Остаточный нефтепродукт, сырье нефтепереработки, нефтяной кокс, водно-битумная эмульсия, газоиль, керосин, тяжелый бензин, сланцевое масло
Биомасса	Древесина, древесный уголь, отходы овощей (с/х)

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1 представлены в Таблицах 3-3 – 3-9.

### 2.2.2.1 Бытовое сжигание (1.A.4.b)

Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.b при использовании каменного угля и бурого угля

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Каменный и бурый уголь				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	110	г/ГДж	36	200	Руководство (2006) глава B216
CO	4600	г/ГДж	3000	7000	Руководство (2006) глава B216
НМЛОС	484	г/ГДж	250	840	Руководство (2006) глава B216
SO <sub>x</sub>	900	г/ГДж	300	1000	Руководство (2006) глава B216
NH <sub>3</sub>	0.3	г/ГДж	0.1	7	Руководство (2006) глава B216
OKBЧ	444	г/ГДж	80	600	Руководство (2006) глава B216
TЧ <sub>10</sub>	404	г/ГДж	76	480	Руководство (2006) глава B216
TЧ <sub>2.5</sub>	398	г/ГДж	72	480	Руководство (2006) глава B216
ЧУ	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	130	мг/ГДж	100	200	Руководство (2006) глава B216
Cd	1.5	мг/ГДж	0.5	3	Руководство (2006) глава B216
Hg	5.1	мг/ГДж	3	6	Руководство (2006) глава B216
As	2.5	мг/ГДж	1.5	5	Руководство (2006) глава B216
Cr	11.2	мг/ГДж	10	15	Руководство (2006) глава B216

Cu	22.3	мг/ГДж	20	30	Руководство (2006) глава В216
Ni	12.7	мг/ГДж	10	20	Руководство (2006) глава В216
Se	1	мг/ГДж	1	2.4	Экспертная оценка на основании Руководства (2006) глава В216
Zn	220	мг/ГДж	120	300	Руководство (2006) глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et. al (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	800	нг I-TEQ/ГДж	300	1200	Руководство (2006) глава В216
Бензо(а)пирен	230	мг/ГДж	60	300	Руководство (2006) глава В216
Бензо(б)флуорантен	330	мг/ГДж	102	480	Руководство (2006) глава В216
Бензо(к)флуорантен	130	мг/ГДж	60	180	Руководство (2006) глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	110	мг/ГДж	48	144	Руководство (2006) глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Руководство (2006) глава В216

Примечание:

900 г/ГДж диоксида серы соответствует 1,2% S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 3-4 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.b при использовании газообразного топлива**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Не применяется	Газообразное топливо				
Не оценивается	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	51	г/ГДж			*
CO	26	г/ГДж			*
НМЛОС	1.9	г/ГДж			*
SO <sub>x</sub>	0.3	г/ГДж			*
ОКВЧ	1.2	г/ГДж			*
ТЧ <sub>10</sub>	1.2	г/ГДж			*
ТЧ <sub>2.5</sub>	1.2	г/ГДж			*
ЧУ	5.4	% ТЧ <sub>2.5</sub>			*
Pb	0.0015	мг/ГДж			*
Cd	0.00025	мг/ГДж	31	71	*
Hg	0.68	мг/ГДж	18	42	*
As	0.12	мг/ГДж	1.1	2.6	*
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.2	0.4	*
Cu	0.00076	мг/ГДж	0.7	1.7	*
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.7	1.7	*
Se	0.011	мг/ГДж	0.7	1.7	*
Zn	0.0015	мг/ГДж	2.7	11	*
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.0008	0.003	*
Бензо(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.0001	0.0005	*
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.3	1.4	*
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.06	0.24	*
Индено(1,2,3-сd)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.0004	0.0015	*

\* average of Tier 2 EFs for residential gaseous fuel combustion for all technologies

**Таблица 3-5 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.b при использовании других видов жидкого топлива**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Другие виды жидкого топлива				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ГХБ, ПХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	51	г/ГДж	31	72	*
CO	57	г/ГДж	34	80	*
НМЛОС	0.69	г/ГДж	0.4	1.0	*
SO <sub>x</sub>	70	г/ГДж	42	97	*
OKBЧ	1.9	г/ГДж	1.1	2.6	*
ТЧ <sub>10</sub>	1.9	г/ГДж	1.1	2.6	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	1.9	г/ГДж	1.1	2.6	*
ЧУ	8.5	% ТЧ <sub>2.5</sub>	4.8	17	*
Pb	0.012	мг/ГДж	0.01	0.02	*
Cd	0.001	мг/ГДж	0.0003	0.001	*
Hg	0.12	мг/ГДж	0.03	0.12	*
As	0.002	мг/ГДж	0.001	0.002	*
Cr	0.20	мг/ГДж	0.10	0.40	*
Cu	0.13	мг/ГДж	0.07	0.26	*
Ni	0.005	мг/ГДж	0.003	0.010	*
Se	0.002	мг/ГДж	0.001	0.002	*
Zn	0.42	мг/ГДж	0.21	0.84	*
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	5.9	нг I-TEQ/ГДж	1.2	30	*
Бензо(а)пирен	80	мкг/ГДж	16	120	*
Бензо(б)флуорантен	40	мкг/ГДж	8	60	*
Бензо(к)флуорантен	70	мкг/ГДж	14	105	*
Индено(1,2,3-cd)пирен	14.8	мкг/ГДж	32	240	*

\* average of Tier 2 EFs for residential liquid fuel combustion for all technologies

**Таблица 3-6 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.b при использовании биомассы <sup>4)</sup>**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Биомасса				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	4000	г/ГДж	1000	10000	Pettersson et al. (2011) and Goncalves et al. (2012) <sup>2)</sup>
НМЛОС	600	г/ГДж	20	3000	Pettersson et al. (2011) <sup>2)</sup>
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
OKBЧ	800	г/ГДж	400	1600	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	760	г/ГДж	380	1520	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	740	г/ГДж	370	1480	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
ЧУ	10	% ТЧ <sub>2.5</sub>	2	20	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al.

					(2011), Bölling et al. (2009), US EPA SPECIATE (2002), Rau (1989) <sup>2)</sup>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006) <sup>1)</sup>
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	800	нг I-TEQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>2)</sup>
Бензо(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	71	мг/ГДж	7	710	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

1) Assumed equal to conventional boilers

2) Assumed equal to conventional stoves

3) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CERMEIP database.

4) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

## 2.2.2.2 Небытовое сжигание (1.A.4.a, 1.A.4.c, 1.A.5.a)

Таблица 3-7 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.a/c, 1.A.5.a при использовании каменного угля и бурого угля

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Каменный и бурый уголь				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	173	г/ГДж	150	200	Guidebook (2006) chapter B216
CO	931	г/ГДж	150	2000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	88.8	г/ГДж	10	300	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	900	г/ГДж	450	1000	Guidebook (2006) chapter B216
ОКВЧ	124	г/ГДж	70	250	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>10</sub>	117	г/ГДж	60	240	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>2.5</sub>	108	г/ГДж	60	220	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	See Note
Pb	134	мг/ГДж	50	300	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	1.8	мг/ГДж	0.2	5	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	7.9	мг/ГДж	5	10	Guidebook (2006) chapter B216
As	4	мг/ГДж	0.2	8	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	13.5	мг/ГДж	0.5	20	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	17.5	мг/ГДж	5	50	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	13	мг/ГДж	0.5	30	Guidebook (2006) chapter B216
Se	1.8	мг/ГДж	0.2	3	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	200	мг/ГДж	50	500	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	203	нг I-TEQ/ГДж	40	500	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	45.5	мг/ГДж	10	150	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	58.9	мг/ГДж	10	180	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	23.7	мг/ГДж	8	100	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	18.5	мг/ГДж	5	80	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

900 г/ГДж диоксида серы соответствует 1,2% S в угольном топливе с низкой теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

Конкретная информация о небольших котлах не была доступна. Доля ЧУ берется как такое же значение, как и для бытовых источников, и приведена в Zhang et al. (2012).

**Таблица 3-8 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.a/c, 1.A.5.a при использовании газообразных видов топлива**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Газообразное топливо				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	74	г/ГДж	46	103	*
CO	29	г/ГДж	21	48	*
НМЛОС	23	г/ГДж	14	33	*
SO <sub>x</sub>	0.67	г/ГДж	0.40	0.94	*
OKBЧ	0.78	г/ГДж	0.47	1.09	*
ТЧ <sub>10</sub>	0.78	г/ГДж	0.47	1.09	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	0.78	г/ГДж	0.47	1.09	*
ЧУ	4.0	% ТЧ <sub>2.5</sub>	2.1	7	*
Pb	0.011	мг/ГДж	0.006	0.022	*
Cd	0.0009	мг/ГДж	0.0003	0.0011	*
Hg	0.54	мг/ГДж	0.26	1.0	*
As	0.10	мг/ГДж	0.05	0.19	*
Cr	0.013	мг/ГДж	0.007	0.026	*
Cu	0.0026	мг/ГДж	0.0013	0.0051	*
Ni	0.013	мг/ГДж	0.006	0.026	*
Se	0.058	мг/ГДж	0.015	0.058	*
Zn	0.73	мг/ГДж	0.36	1.5	*
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	0.52	нг I-TEQ/ГДж	0.25	1.3	*
Бензо(а)пирен	0.72	мкг/ГДж	0.20	1.9	*
Бензо(б)флуорантен	2.9	мкг/ГДж	0.7	12	*
Бензо(к)флуорантен	1.1	мкг/ГДж	0.3	2.8	*
Индено(1,2,3-cd)пирен	1.08	мкг/ГДж	0.30	2.9	*

\* average of Tier 2 EFs for commercial/institutional gaseous fuel combustion for all technologies

Таблица 3-9 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.a/c, 1.A.5.a при использовании жидких видов топлива

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Жидкие типы топлива				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	513	г/ГДж	308	718	*
CO	66	г/ГДж	40	93	*
НМЛОС	25	г/ГДж	15	35	*
SO <sub>x</sub>	47	г/ГДж	28	66	*
ОКВЧ	20	г/ГДж	12	28	*
ТЧ <sub>10</sub>	20	г/ГДж	12	28	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	20	г/ГДж	12	28	*
ЧУ	56	% ТЧ <sub>2.5</sub>	33	78	*
Pb	0.08	мг/ГДж	0.04	0.16	*
Cd	0.006	мг/ГДж	0.003	0.011	*
Hg	0.12	мг/ГДж	0.04	0.17	*
As	0.03	мг/ГДж	0.02	0.06	*
Cr	0.20	мг/ГДж	0.10	0.40	*
Cu	0.22	мг/ГДж	0.11	0.43	*
Ni	0.008	мг/ГДж	0.004	0.015	*
Se	0.11	мг/ГДж	0.06	0.22	*
Zn	29	мг/ГДж	15	58	*
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1.4	нг I-TEQ/ГДж	0.3	7.1	*
Бензо(а)пирен	1.9	мкг/ГДж	0.2	1.9	*
Бензо(в)флуорантен	15	мкг/ГДж	1.5	15	*
Бензо(к)флуорантен	1.7	мкг/ГДж	0.2	1.7	*
Индено(1,2,3-сд)пирен	1.5	мкг/ГДж	0.2	1.5	*

\* average of Tier 2 EFs for commercial/institutional liquid fuel combustion for all technologies

Таблица 3-10 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.a/c, 1.A.5.a при использовании биомассы<sup>5)</sup>

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Stationary			
	1.A.5.a	Other, stationary (including military)			
Топливо	Биомасса				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	570	г/ГДж	50	4000	EN 303 class 5 boilers, 150-300 kW
НМЛОС	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ	150	г/ГДж	75	300	Naturvårdsverket, Sweden
ТЧ <sub>10</sub>	143	г/ГДж	71	285	Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	140	г/ГДж	70	279	Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
ЧУ	28	% ТЧ <sub>2.5</sub>	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011),

					<i>Schmidl et al. (2011)</i> <sup>4)</sup>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Larger combustion chamber, 350 kW
- 2) Assumed equal to low emitting wood stoves
- 3) T<sub>Ч10</sub> estimated as 95 % of TSP, T<sub>Ч2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The TЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 4) Assumed equal to advanced/ecolabelled residential boilers
- 5) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

### 2.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Информацию по использованию энергии, применимую для оценки выбросов с использованием более простой методологии оценки Уровня 1, можно получить в Национальных статистических службах (НСС) или в Международном энергетическом агентстве (IEA).

Дальнейшие указания содержатся в Методических указаниях IPCC 2006 о составлении национальных инвентаризаций выбросов парниковых газов, Том 2, в Стационарных источниках сжигания по адресу [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf)

Интенсивность деятельности и коэффициент выбросов должны определяться на том же уровне агрегирования в зависимости от имеющихся данных. Статистика интенсивности деятельности должна определяться в рамках рассматриваемой страны или региона с использованием соответствующей статистики. Интенсивность деятельности должна относиться к подводимой энергии рассматриваемых источников выбросов (расход наличного запаса топлива или расход низкосортного топлива в [ГДж]).



## 2.3 Технологический подход Уровня 2

### 2.3.1 Алгоритм

Подход Уровня 2 аналогичен подходу Уровня 1 с использованием данных по осуществляемой деятельности и коэффициентам выбросов для оценки выбросов. Основным отличием является то, что подробная методология требует большего количества топлива, технологии и информации по конкретным странам. При разработке подробной методологии главное внимание должно быть сосредоточено на комбинации основных типов установок/видов топлива, используемых в стране.

Количество ежегодных выбросов определяется с помощью данных об осуществляемой деятельности и коэффициентов выбросов:

$$E_i = \sum_{j,k} EF_{i,j,k} \cdot A_{j,k}, \quad (1)$$

где:

$E_i$  = ежегодные выбросы загрязнителя  $i$ ,

$EF_{i,j,k}$  = коэффициент выбросов по умолчанию загрязнителя  $i$  для типа источника  $j$  и топлива  $k$ ,

$A_{j,k}$  = ежегодный расход топлива  $k$  в типе источника  $j$ .

Например, источники могут характеризоваться как:

- отопление жилых помещений: камины, водонагреватели, печи, котлы, плиты;
- отопление нежилых помещений: обогрев помещений, котлы;
- ТЭЦ.

Деятельностью в коммунально-бытовом секторе должна распределяться по соответствующим секторам деятельности НО.

### 2.3.2 Коэффициенты технологических выбросов

Коэффициенты технологических выбросов для различных типов топлива приведены в главе 3.3.2.1 для бытовых установок и в главе 3.3.2.2 для небытовых установок. Общие сведения по таблицам коэффициентов выбросов уровня 2 и ссылка на описание технологии в главе 2.2 приведены в таблице

Таблица 3-11 Таблицы коэффициентов выбросов уровня 2.

Коэффициенты уровня 2 могут использоваться со знанием о количестве оборудования и секторах с целью получения комплексных показателей и выбросов для подсекторов НО.

При получении национальных коэффициентов выбросов следует рассмотреть вопрос о сочетании типов установки и видов топлива в стране и, в соответствующих случаях, мер по контролю за выбросами. При получении конкретных коэффициентов выбросов особое значение следует придавать учету пусковых выбросов. Они могли бы, особенно в случае печей и малых котлов, работающих на твердом топливе, оказать существенное влияние на выбросы полного цикла сжигания. Коэффициенты выбросов для небольших установок для сжигания древесины учитывают весь цикл сжигания.

Таблица 3-11 Таблицы коэффициентов выбросов уровня 2

	Уровень	Тип топлива	Сектор	Наименование технологии	Наименование технологии в главе 2.2
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	Бытовая < 50 кВт	-
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой	Небытовая > 50 кВт	-
Таблица 3-14	2	Древесина	Бытовой	Открытые камины	Открытые и частично закрытые камины
Таблица 3-17	2	Древесина	Бытовой	Обычные печи	Закрытые камины, обычные традиционные печи, кухонное оборудование
Таблица 3-18	2	Древесина	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	Обычные котлы для биомассы
Таблица 3-23	2	Древесина	Бытовой	Энергоэффективные печи	Энергоэффективные обычные печи, каменные жаросберегающие печи <sup>1</sup>
Таблица 3-24	2	Древесина	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	Усовершенствованные печи для сжигания, каталитические печи для сжигания, усовершенствованные котлы для сжигания
Таблица 3-25	2	Древесина	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	Современные печи на гранулированном топливе, автоматические дровяные котлы (гранулы/опилки)
Таблица 3-30	2	Древесина	Небытовой	Ручные котлы	Котлы с ручной подачей
Таблица 3-31	2	Древесина	Небытовой	Автоматические котлы	Котлы с автоматической подачей

## 2.3.2.1 Технологии отопления жилых помещений (1.A.4.b)

Таблица 3-12 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Камин, использующие твердое топливо (кроме биомассы)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Твердое топливо (кроме биомассы)				
ИНЗВ (если применимо)	020205 Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)				
Технологии/методики	Камины, сауны и наружные обогреватели				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	60	г/ГДж	36	84	Guidebook (2006) chapter B216
CO	5000	г/ГДж	3000	7000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	600	г/ГДж	360	840	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	500	г/ГДж	300	700	Guidebook (2006) chapter B216
NH3	5	г/ГДж	3	7	Guidebook (2006) chapter B216
ОКВЧ	350	г/ГДж	210	490	Guidebook (2006) chapter B216

<sup>1</sup> Каменные жаросберегающие печи можно включить в категорию усовершенствованных/экологичных печей и котлов в зависимости от технологии.

TЧ <sub>10</sub>	330	г/ГДж	198	462	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ2.5	330	г/ГДж	198	462	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	9.839	% TЧ2.5	3	30	Engelbrecht et al., 2002
Pb	100	мг/ГДж	60	140	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	0.5	мг/ГДж	0.3	0.7	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	3	мг/ГДж	1.8	4.2	Guidebook (2006) chapter B216
As	1.5	мг/ГДж	0.9	2.1	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	10	мг/ГДж	6	14	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	20	мг/ГДж	12	28	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	10	мг/ГДж	6	14	Guidebook (2006) chapter B216
Se	1	мг/ГДж	0.6	1.4	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	200	мг/ГДж	120	280	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мг/ГДж	85	260	Kakareka et. al (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	500	нг I-TEQ/ГДж	300	700	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	100	мг/ГДж	60	140	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	170	мг/ГДж	102	238	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	60	140	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	80	мг/ГДж	48	112	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

500 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,8 % S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 29 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

<sup>1</sup> Каменные жаросберегающие печи можно включить в категорию усовершенствованных/экологических печей и котлов в зависимости от технологии.

**Таблица 3-13 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, камины на природном газе**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Камины, сауны и наружные обогреватели				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	60	г/ГДж	36	84	DGC (2009)
CO	30	г/ГДж	18	42	DGC (2009)
НМЛОС	2.0	г/ГДж	1.2	2.8	Zhang et al. (2000)
SO <sub>x</sub>	0.3	г/ГДж	0.18	0.42	DGC (2009)

ОКВЧ	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	Zhang et al. (2000)
ТЧ <sub>10</sub>	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	*
ТЧ2.5	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	*
ЧУ	5.4	% ТЧ2.5	2.7	11	Hildemann et al. (1991), Muhlbaier (1981) **
Pb	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Cd	0.00025	мг/ГДж	0.00013	0.00050	Nielsen et al. (2013)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.0013	0.68	Nielsen et al. (2010)
As	0.12	мг/ГДж	0.060	0.24	Nielsen et al. (2013)
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.00038	0.0015	Nielsen et al. (2013)
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.000038	0.00015	Nielsen et al. (2013)
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.00026	0.0010	Nielsen et al. (2013)
Se	0.011	мг/ГДж	0.0038	0.011	US EPA (1998)
Zn	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.80	2.3	UNEP (2005)
Бензо(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* assumption: EF(TSP) = EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

\*\* average of EFs from the listed references

**Таблица 2-14 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, открытые дровяные камины<sup>4)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Открытые камины				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	50	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	4000	г/ГДж	1000	10000	Goncalves et al. (2012)
НМЛОС	600	г/ГДж	20	3000	Pettersson et al. (2011) and McDonald et al. (2000)
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
ОКВЧ	880	г/ГДж	440	1760	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	840	г/ГДж	420	1680	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ2.5	820	г/ГДж	410	1640	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ЧУ	7	% ТЧ2.5	2	18	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bolling et al. (2009), Fine et al. (2002), Kupiainen & Klimont, IIASA (2004)
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002),

					Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006) <sup>3)</sup>
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	800	нг I-TEQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>1)</sup>
Бензо(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	30	150	Syc et al. (2011)

- 1) Assumed equal to conventional stoves
- 2) T<sub>Ч10</sub> estimated as 95 % of TSP, T<sub>Ч2,5</sub> estimated as 93 % of TSP. The T<sub>Ч</sub> fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 3) Assumed equal to conventional boilers.
- 4) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 2-15 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печки, использующие твердое топливо (кроме биомассы)**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Твердое топливо (кроме биомассы)				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печки				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	100	г/ГДж	60	150	Guidebook (2006) chapter B216
CO	5000	г/ГДж	3000	7000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	600	г/ГДж	360	840	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	900	г/ГДж	540	1000	Guidebook (2006) chapter B216
ОКВЧ	500	г/ГДж	240	600	Guidebook (2006) chapter B216
T <sub>Ч10</sub>	450	г/ГДж	228	480	Guidebook (2006) chapter B216
T <sub>Ч2.5</sub>	450	г/ГДж	216	480	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	% T <sub>Ч2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	60	240	Guidebook (2006) chapter

					B216
Cd	1	мг/ГДж	0.6	3.6	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	5	мг/ГДж	3	7.2	Guidebook (2006) chapter B216
As	1.5	мг/ГДж	0.9	6	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	10	мг/ГДж	6	18	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	20	мг/ГДж	12	36	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	10	мг/ГДж	6	24	Guidebook (2006) chapter B216
Se	2	мг/ГДж	1.2	2.4	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	200	мг/ГДж	120	360	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1000	нг I-TEQ/ГДж	300	1200	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	250	мг/ГДж	150	324	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	400	мг/ГДж	150	480	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	150	мг/ГДж	60	180	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	120	мг/ГДж	54	144	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Таблица 3-16 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Котлы, использующие твердое топливо (кроме биомассы)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо		Твердое топливо (кроме биомассы)			
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики		Малые котлы (для индивидуального пользования мощностью <=50 кВтТ)			
Региональные условия		нет данных			
Технологии снижения загрязнений		Нет данных			
Не применяется		ГХЦГ			
Не оценено		NH3			
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	158	г/ГДж	80	300	US EPA, 1998
CO	4787	г/ГДж	3000	7000	US EPA, 1998
НМЛОС	174	г/ГДж	87	260	US EPA, 1998
SOx	900	г/ГДж	540	1000	Guidebook (2006) chapter B216
ОКВЧ	261	г/ГДж	130	400	US EPA, 1998
TЧ <sub>10</sub>	225	г/ГДж	113	338	Tivari et al., 2012
TЧ <sub>2.5</sub>	201	г/ГДж	100	300	Tivari et al., 2012
ЧУ	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	200	мг/ГДж	60	240	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	3	мг/ГДж	0.6	3.6	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	6	мг/ГДж	3	7.2	Guidebook (2006) chapter B216
As	5	мг/ГДж	0.9	6	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	15	мг/ГДж	6	18	Guidebook (2006) chapter

					B216
Cu	30	мг/ГДж	12	36	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	20	мг/ГДж	6	24	Guidebook (2006) chapter B216
Se	2	мг/ГДж	1.2	2.4	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	300	мг/ГДж	120	360	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	500	нг I-TEQ/ГДж	300	1200	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	270	мг/ГДж	150	324	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	250	мг/ГДж	150	480	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	60	180	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	90	мг/ГДж	54	144	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

**Таблица 3-17 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печки, использующие древесину и аналогичные древесные отходы<sup>3)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Древесина и аналогичные древесные отходы				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печки				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	50	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011)
CO	4000	г/ГДж	1000	10000	Pettersson et al. (2011) and Goncalves et al. (2012)
НМЛОС	600	г/ГДж	20	3000	Pettersson et al. (2011)
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004)
ОКВЧ	800	г/ГДж	400	1600	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
TЧ <sub>10</sub>	760	г/ГДж	380	1520	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
TЧ <sub>2.5</sub>	740	г/ГДж	370	1480	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ЧУ	10	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	20	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bolling et al. (2009), US EPA SPECIATE (2002), Rau (1989)
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)

As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006) <sup>2)</sup>
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	800	нг I-TEQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бензо(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	71	мг/ГДж	7	710	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2,5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 2) Assumed equal to conventional boilers.
- 3) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 2-18 Коэффициенты выброса Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печки, использующие древесину и аналогичные древесные отходы<sup>6)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Древесина и аналогичные древесные отходы				
ИНЗВ (если применимо)	020202	Бытовые установки, установки по сжиганию < 50 МВтт (котлы)			
Технологии/методики	котлы < 50 кВтт				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011)
CO	4000	г/ГДж	500	10000	Johansson et al. (2003) <sup>1)</sup>
НМЛОС	350	г/ГДж	100	2000	Johansson et al. (2004) <sup>2)</sup>
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
OKBЧ	500	г/ГДж	250	1000	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	480	г/ГДж	240	960	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	470	г/ГДж	235	940	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ЧУ	16	% of ТЧ <sub>2,5</sub>	5	30	Kupiainen & Klimont (2007) <sup>5)</sup>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)



Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	550	нг I-TEQ/ГДж	20	2600	Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бензо(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Assumed 2/3 of the wood is combusted in old boilers and 1/3 in new boilers. One outlier value for old boilers have not been included.
- 2) Assumed old boilers.
- 3) Assumed 2/3 of the wood is combusted in old boilers and 1/3 in new boilers. One outlier value for old boilers have not been included.
- 4) T<sub>Ч10</sub> estimated as 95 % of TSP, T<sub>Ч2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The T<sub>Ч</sub> fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 5) Based on the T<sub>Ч2.5</sub> emission factor 475 g/GJ
- 6) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 3-19 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Котлы, использующие природный газ**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Малые котлы (для индивидуального пользования мощностью ≤50 кВт)				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	ННЗ ГХБ, ПХБс				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	42	г/ГДж	25	59	DGC (2009)
CO	22	г/ГДж	18	42	DGC (2009)
НМЛОС	1.8	г/ГДж	1.1	2.5	Italian Ministry for the Environment (2005)
SO <sub>x</sub>	0.30	г/ГДж	0.18	0.42	DGC (2009)
ОКВЧ	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)

TЧ <sub>10</sub>	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)
TЧ <sub>2.5</sub>	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	*
ЧУ	5.4		2.7	11	Hildemann et al. (1991), Muhlbaier (1981) **
Pb	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Cd	0.00025	мг/ГДж	0.00013	0.00050	Nielsen et al. (2013)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.0013	0.68	Nielsen et al. (2010)
As	0.12	мг/ГДж	0.060	0.24	Nielsen et al. (2013)
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.00038	0.0015	Nielsen et al. (2013)
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.000038	0.00015	Nielsen et al. (2013)
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.00026	0.0010	Nielsen et al. (2013)
Se	0.011	мг/ГДж	0.0038	0.011	US EPA (1998)
Zn	0.0015	мг/ГДж	0.0008	0.003	Nielsen et al. (2013)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.80	2.3	UNEP (2005)
Бензо(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* assumption: EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

\*\* average of EFs from the listed references

**Таблица 3-20 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника  
1.A.4.b.i, Печки, использующие жидкие виды топлива**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Жидкие типы топлива				
ИНЗВ (если применимо)	020205 Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)				
Технологии/методики	Печки				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	ННЗ ГХБ, ПХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	34	г/ГДж	20	48	UBA (2008)
CO	111	г/ГДж	67	155	UBA (2008)
НМЛОС	1.2	г/ГДж	0.7	1.7	UBA (2008)
SO <sub>2</sub>	60	г/ГДж	36	84	UBA (2008)
OKBЧ	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	UBA (2008)
TЧ <sub>10</sub>	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	UBA (2008)
TЧ <sub>2.5</sub>	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	UBA (2008)
	13	% TЧ <sub>2.5</sub>	7.5	26	Bond et al. (2004)
Pb	0.012	мг/ГДж	0.006	0.024	Pulles et al. (2012)
Cd	0.001	мг/ГДж	0.00025	0.001	Pulles et al. (2012)
Hg	0.12	мг/ГДж	0.03	0.12	Pulles et al. (2012)
As	0.002	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Cr	0.2	мг/ГДж	0.1	0.40	Pulles et al. (2012)
Cu	0.13	мг/ГДж	0.065	0.26	Pulles et al. (2012)
Ni	0.005	мг/ГДж	0.0025	0.01	Pulles et al. (2012)
Se	0.002		0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Zn	0.42	мг/ГДж	0.21	0.84	Pulles et al. (2012)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	10	нг I-TEQ/ГДж	2	50	UNEP (2005)
Бензо(а)пирен	80	мкг/ГДж	16	120	Berdowski et al. (1995)
Бензо(б)флуорантен	40	мкг/ГДж	8	60	Berdowski et al. (1995)
Бензо(к)флуорантен	70	мкг/ГДж	14	105	Berdowski et al. (1995)
Индено(1,2,3-cd)пирен	160	мкг/ГДж	32	240	Berdowski et al. (1995)

Таблица 3-21 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i,  
Котлы, использующие жидкие виды топлив

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Газойль				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Малые котлы (для индивидуального пользования мощностью ≤50 кВтТ)				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	ННЗ ГХБ, ПХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	69	г/ГДж	41	97	Italian Ministry for the Environment (2005)
CO	3.7	г/ГДж	2	5	Italian Ministry for the Environment (2005)
НМЛОС	0.17	г/ГДж	0,06	0,51	Italian Ministry for the Environment (2005)
SO <sub>2</sub>	79	г/ГДж	47	111	Italian Ministry for the Environment (2005)
OKBЧ	1.5	г/ГДж	1	2	Italian Ministry for the Environment (2005)
ТЧ <sub>10</sub>	1.5	г/ГДж	1	2	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	1.5	г/ГДж	1	2	*
ЧУ	3.9	%f ТЧ <sub>2.5</sub>	2	8	US EPA (2011)
Pb	0.012	мг/ГДж	0.006	0.024	Pulles et al. (2012)
Cd	0.001	мг/ГДж	0.0003	0.001	Pulles et al. (2012)
Hg	0.12	мг/ГДж	0.03	0.12	Pulles et al. (2012)
As	0.002	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Cr	0.2	мг/ГДж	0.1	0.4	Pulles et al. (2012)
Cu	0.13	мг/ГДж	0.065	0.26	Pulles et al. (2012)
Ni	0.005	мг/ГДж	0.0025	0.01	Pulles et al. (2012)
Se	0.002	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Zn	0.42	мг/ГДж	0.21	0.84	Pulles et al. (2012)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1.8	нг I-TEQ/ГДж	0.4	9	Pfeiffer et al. (2000)
Бензо(а)пирен	80	мкг/ГДж	16	120	Berdowski et al. (1995)
Бензо(б)флуорантен	40	мкг/ГДж	8	60	Berdowski et al. (1995)
Бензо(к)флуорантен	70	мкг/ГДж	14	105	Berdowski et al. (1995)
Индено(1,2,3-сd)пирен	160	мкг/ГДж	32	240	Berdowski et al. (1995)

\* assumption: EF(TSP) = EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

Таблица 3-22 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i,  
Современные печи, использующие угольное топливо

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Совершенные методики сжигания угля <1 МВтт – Современные печи				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	150	г/ГДж	50	200	Guidebook (2006) chapter B216
CO	2000	г/ГДж	200	3000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	300	г/ГДж	20	400	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	450	г/ГДж	300	900	Guidebook (2006) chapter B216
OKBЧ	250	г/ГДж	80	260	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>10</sub>	240	г/ГДж	76	250	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>2.5</sub>	220	г/ГДж	72	230	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	80	200	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	1	мг/ГДж	0.5	3	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	5	мг/ГДж	3	9	Guidebook (2006) chapter B216
As	1.5	мг/ГДж	1	5	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	10	мг/ГДж	5	15	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	15	мг/ГДж	10	30	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	10	мг/ГДж	5	20	Guidebook (2006) chapter B216
Se	2	мг/ГДж	1	2.4	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	200	мг/ГДж	120	300	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	500	нг I-TEQ/ГДж	40	600	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	150	мг/ГДж	13	180	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	180	мг/ГДж	17	200	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	8	150	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	80	мг/ГДж	6	100	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

450 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,6 % S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 3-23 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Современные камины, использующие древесину в качестве топлива<sup>6)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
ИНЗВ (если применимо)	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Современные камины				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	80	г/ГДж	30	150	<i>Pettersson et al. (2011)<sup>1)</sup></i>
CO	4000	г/ГДж	500	10000	<i>Johansson et al. (2003)<sup>2)</sup></i>
НМЛОС	350	г/ГДж	100	2000	<i>Johansson et al. (2004)<sup>2)</sup></i>
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	<i>US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9</i>
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	<i>Roe et al. (2004)<sup>3)</sup></i>
OKBЧ	400	г/ГДж	200	800	<i>Glasius et al. (2005)<sup>4)5)</sup></i>
ТЧ <sub>10</sub>	380	г/ГДж	290	760	<i>Glasius et al. (2005)<sup>4)5)</sup></i>
ТЧ <sub>2.5</sub>	370	г/ГДж	285	740	<i>Glasius et al. (2005)<sup>4)5)</sup></i>
Чу	16	% of ТЧ <sub>2.5</sub>	5	30	<i>Kupiainen &amp; Klimont (2007)<sup>2)</sup></i>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	<i>Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)</i>
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	<i>Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)</i>
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	<i>Struschka et al. (2008)</i>
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	<i>Struschka et al. (2008)</i>
Cr	23	мг/ГДж	1	100	<i>Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)</i>
Cu	6	мг/ГДж	4	89	<i>Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)</i>
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	<i>Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)</i>
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	<i>Hedberg et al. (2002)</i>
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	<i>Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)</i>
ПХБ	0.03	мкг/ГДж	0.003	0.3	<i>Hedman et al. (2006)</i>
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	250	нг I-TEQ/ГДж	20	2600	<i>Hedman et al. (2006)</i>
Бензо(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	<i>Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)</i>
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	<i>Syc et al. (2011)</i>

- 1) Assumed equal to conventional stoves.
- 2) Assumed equal to conventional boilers.
- 3) Assumed low emitting.
- 4) Wood stoves < 3 years old.
- 5) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2,5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CERMEIP database.
- 6) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 3-24 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печки, использующие древесину в виде гранул в качестве топлива<sup>3)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Современные методики сжигания древесины				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	95	г/ГДж	50	150	Pettersson et al. (2011)
CO	2000	г/ГДж	500	5000	Johansson et al. (2003)
НМЛОС	250	г/ГДж	20	500	(2009 update of the Guidebook)
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	37		18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
OKBЧ	100	г/ГДж	20	250	Johansson et al.(2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	95	г/ГДж	19	238	Johansson et al.(2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	93	г/ГДж	19	233	Johansson et al.(2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
ЧУ	28	% ТЧ <sub>2,5</sub>	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011)
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007) , Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002) , Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007) , Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007) , Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.007	мкг/ГДж	0.0007	0.07	Hedman et al. (2006)

Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	4	мг/ГДж	2	8	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Assumed low emitting.
- 2) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 3) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 2-25 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печки, использующие древесину в виде гранул в качестве топлива<sup>1)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печки, работающие на топливных гранулах				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	80	г/ГДж	50	200	Pettersson et al. (2011)
CO	300	г/ГДж	10	2500	Schmidl et al. (2011) and Johansson et al. (2004)
НМЛОС	10	г/ГДж	1	30	Johansson et al. (2004) and Boman et al. (2011)
SO2	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH3	12	% ТЧ <sub>2.5</sub>	6	24	Roe et al. (2004)
OKBЧ	31	г/ГДж	10	50	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	29	г/ГДж	10	48	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	29	г/ГДж	9	47	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
ЧУ	15		6	39	Schmidl et al. (2011)
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.01	мкг/ГДж	0.001	0.1	Hedman et al. (2006)
Полихлоридные	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006) <sup>2)</sup>

дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)					
Бензо(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

### 3.3.2.2 Отопление нежилых помещений (1.A.4.a, 1.A.4.c, 1.A.5.a)

Таблица 2-26 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (> 50 кВтт - ≤ 1 МВтт), использующих угольное топливо

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
		1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники Стационарные источники Другие стационарные источники (включая военные)		
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Котлы среднего размера (>50 кВтт до ≤1 МВтт)				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	ННЗ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	160	г/ГДж	150	200	Guidebook (2006) chapter B216
CO	2000	г/ГДж	200	3000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	200	г/ГДж	20	300	Guidebook (2006) chapter B216
SO <sub>x</sub>	900	г/ГДж	450	1000	Guidebook (2006) chapter B216
OKBЧ	200	г/ГДж	80	250	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>10</sub>	190	г/ГДж	76	240	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ2.5	170	г/ГДж	72	220	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	%f TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	200	мг/ГДж	80	300	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	3	мг/ГДж	1	5	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	7	мг/ГДж	5	9	Guidebook (2006) chapter B216
As	5	мг/ГДж	0.5	8	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	15	мг/ГДж	1	20	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	30	мг/ГДж	8	50	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	20	мг/ГДж	2	30	Guidebook (2006) chapter B216
Se	2	мг/ГДж	0.5	3	Guidebook (2006) chapter B216



Zn	300	мг/ГДж	100	500	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	400	нг I-ТЕО/ГДж	40	500	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	100	мг/ГДж	13	150	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	130	мг/ГДж	17	180	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	50	мг/ГДж	8	100	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	40	мг/ГДж	6	80	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

900 г/ГДж диоксида серы соответствует 1,2% S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 3-27 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (> 1 МВтт - ≤ 50 МВтт), использующих угольное топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Котлы среднего размера (> 1 МВтт до ≤ 50 МВтт)				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	ННЗ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	180	г/ГДж	150	200	Guidebook (2006) chapter B216
CO	200	г/ГДж	150	3000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	20	г/ГДж	10	300	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	900	г/ГДж	450	1000	Guidebook (2006) chapter B216
OKBЧ	80	г/ГДж	70	250	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>10</sub>	76	г/ГДж	60	240	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>2.5</sub>	72	г/ГДж	60	220	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	% of TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	80	200	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	1	мг/ГДж	0.5	3	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	9	мг/ГДж	5	10	Guidebook (2006) chapter B216
As	4	мг/ГДж	0.5	5	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	15	мг/ГДж	1	20	Guidebook (2006) chapter B216
Cu	10	мг/ГДж	8	30	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	10	мг/ГДж	2	20	Guidebook (2006) chapter

Se	2	мг/ГДж	0.5	3	B216 Guidebook (2006) chapter B216
Zn	150	мг/ГДж	100	300	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	100	нг I-TEQ/ГДж	40	500	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	13	мг/ГДж	10	150	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	17	мг/ГДж	10	180	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	9	мг/ГДж	8	100	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	6	мг/ГДж	5	80	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

450 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,6 % S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 2-28 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Растворяемые вручную котлы, использующие угольное топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Современные методики сжигания угля Растворяемые вручную котлы < 1 МВтт				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	200	г/ГДж	150	300	Guidebook (2006) chapter B216
CO	1500	г/ГДж	200	3000	Guidebook (2006) chapter B216
НМЛОС	100	г/ГДж	20	300	Guidebook (2006) chapter B216
SOx	450	г/ГДж	300	900	Guidebook (2006) chapter B216
OKBЧ	150	г/ГДж	80	250	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>10</sub>	140	г/ГДж	76	240	Guidebook (2006) chapter B216
TЧ <sub>2.5</sub>	130	г/ГДж	72	220	Guidebook (2006) chapter B216
ЧУ	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	150	мг/ГДж	80	200	Guidebook (2006) chapter B216
Cd	2	мг/ГДж	1	3	Guidebook (2006) chapter B216
Hg	6	мг/ГДж	5	9	Guidebook (2006) chapter B216
As	4	мг/ГДж	0.5	5	Guidebook (2006) chapter B216
Cr	10	мг/ГДж	1	15	Guidebook (2006) chapter B216

Cu	15	мг/ГДж	8	30	Guidebook (2006) chapter B216
Ni	15	мг/ГДж	2	20	Guidebook (2006) chapter B216
Se	2	мг/ГДж	0.5	3	Guidebook (2006) chapter B216
Zn	200	мг/ГДж	100	300	Guidebook (2006) chapter B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	200	нг I-TEQ/ГДж	40	500	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(а)пирен	90	мг/ГДж	13	150	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(б)флуорантен	110	мг/ГДж	17	180	Guidebook (2006) chapter B216
Бензо(к)флуорантен	50	мг/ГДж	8	100	Guidebook (2006) chapter B216
Индено(1,2,3-cd)пирен	40	мг/ГДж	6	80	Guidebook (2006) chapter B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

450 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,6 % S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 3-29 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Автоматические котлы, использующие угольное топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
<b>Категория источника НО</b>	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
<b>Топливо</b>	Угольное топливо				
<b>ИНЗВ (если применимо)</b>					
<b>Технологии/методики</b>	Современные методики сжигания угля Автоматические котлы < 1 МВтт				
<b>Региональные условия</b>	нет данных				
<b>Технологии снижения загрязнений</b>	нет данных				
<b>Не применяется</b>	ГХЦГ				
<b>Не оценено</b>	ННЗ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	165	г/ГДж	100	250	US EPA, 1998
CO	350	г/ГДж	175	700	Thistlethwaite, 2001
НМЛОС	23	г/ГДж	10	100	US EPA, 1998
SOx	450	г/ГДж	400	1000	Guidebook (2006) chapter B216
ОКВЧ	82	г/ГДж	41	164	Thistlethwaite, 2001
TЧ <sub>10</sub>	78	г/ГДж	39	156	Struschka et al., 2008
TЧ <sub>2.5</sub>	70	г/ГДж	35	140	Struschka et al., 2008
	6.4	% TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	167	мг/ГДж	83	335	Thistlethwaite, 2001
Cd	1	мг/ГДж	0.5	1.5	Thistlethwaite, 2001
Hg	16	мг/ГДж	8	32	Thistlethwaite, 2001
As	46	мг/ГДж	4.6	92	Thistlethwaite, 2001
Cr	6	мг/ГДж	2	18	Thistlethwaite, 2001
Cu	192	мг/ГДж	19.2	400	Thistlethwaite, 2001
Ni	37	мг/ГДж	3.7	74	Thistlethwaite, 2001
Se	17	мг/ГДж	1.7	34	Thistlethwaite, 2001
Zn	201	мг/ГДж	50	500	Thistlethwaite, 2001
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и	40	нг I-TEQ/ГДж	20	500	Guidebook (2006) chapter B216

фураны (ПХДД/Ф)					
Бензо(а)пирен	0.079	мг/ГДж	0.008	0.8	Thistlethwaite, 2001
Бензо(б)флуорантен	1.244	мг/ГДж	0.12	12.4	Thistlethwaite, 2001
Бензо(к)флуорантен	0.845	мг/ГДж	0.08	8.5	Thistlethwaite, 2001
Индено(1,2,3-сд)пирен	0.617	мг/ГДж	0.06	6.2	Thistlethwaite, 2001
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	Guidebook (2006) chapter B216

Примечание:

450 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,6 % S в угольном топливе с низшей теплотой сгорания на сухой вес 24 ГДж /т и со средним содержанием серы в золе в виде значения 0,1.

**Таблица 2-30 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Растапливаемые вручную котлы, использующие в качестве топлива древесину <sup>4)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020100	Коммерческие и институциональный установки			
	020300	Установки в с/х, лесоводстве и рыбном хозяйстве			
Технологии/методики	Растапливаемые вручную котлы < 1 МВтт				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	570	г/ГДж	50	4000	EN 303 class 5 boilers, 150-300 kW
НМЛОС	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO2	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH3	37		18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
OKBЧ	150	г/ГДж	75	300	Naturvårdsverket, Sweden
ТЧ <sub>10</sub>	143	г/ГДж	71	285	Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	140	г/ГДж	70	279	Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)</sup>
ЧУ	28	% ТЧ <sub>2.5</sub>	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011) <sup>3)</sup>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.06	мкг/ГДж	0.006	0.6	Hedman et al. (2006)
Полихлоридные	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)

дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)					
Бензо(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	4	мг/ГДж	2	8	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Assumed equal to low emitting wood stoves
- 2) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 3) Assumed equal to advanced/ecolabelled residential boilers
- 4) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 3-31 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Автоматические котлы, использующие в качестве топлива древесину<sup>5)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020100	Коммерческие и институциональный установки			
	020300	Установки в с/х, лесоводстве и рыбном хозяйстве			
Технологии/методики	Автоматические котлы < 1 МВт				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	300	г/ГДж	50	4000	German test standard for 500 kW-1MW boilers; Danish legislation (Luftvejledning)
НМЛОС	12	г/ГДж	5	300	Johansson et al. (2004) <sup>1)</sup>
SO <sub>2</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH <sub>3</sub>	37		18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
OKBЧ	36	г/ГДж	18	72	Johansson et al. (2004)
ТЧ <sub>10</sub>	34	г/ГДж	17	68	Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub>	33	г/ГДж	17	67	Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup>
Чу	15		6	39	Schmidl et al. (2011) <sup>4)</sup>
Pb	27	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)

Zn	512	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0.007	мкг/ГДж	0.0007	0.07	Hedman et al. (2006)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	EMEP/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	EMEP/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сд)пирен	4	мг/ГДж	2	8	EMEP/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Data for modern boilers
- 2) Assumed equal to low emitting wood stoves
- 3) ТЧ<sub>10</sub> estimated as 95 % of TSP, ТЧ<sub>2.5</sub> estimated as 93 % of TSP. The ТЧ fractions refer to Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) and the TNO CEPMEIP database.
- 4) Assumed equal to residential pellet boilers
- 5) Если в ссылке указывается коэффициент выброса в г/кг сухой древесины, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

**Таблица 3-32 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (> 50 кВтт - ≤ 1 МВтт), использующие в качестве топлива природный газ**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Котлы среднего размера (>50 кВтт до ≤1 МВтт)				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3, ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	73	г/ГДж	44	103	Italian Ministry for the Environment (2005)
CO	24	г/ГДж	18	42	Italian Ministry for the Environment (2005)
НМЛОС	0.36	г/ГДж	0.2	0.5	UBA (2008)
SOx	1.4	г/ГДж	0.83	1.95	Italian Ministry for the Environment (2005)
OKBЧ	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	Italian Ministry for the Environment (2005)
ТЧ <sub>10</sub>	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	*
	5.4	% ТЧ <sub>2.5</sub>	2.7	11	Hildemann et al. (1991), Muhlbaier (1981) **
Pb	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.003	Nielsen et al. (2013)
Cd	0.00025	мг/ГДж	0.00013	0.0005	Nielsen et al. (2013)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.0013	0.68	Nielsen et al. (2010)
As	0.12	мг/ГДж	0.060	0.24	Nielsen et al. (2013)
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.00038	0.0015	Nielsen et al. (2013)
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.000038	0.00015	Nielsen et al. (2013)
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.00026	0.001	Nielsen et al. (2013)
Se	0.011	мг/ГДж	0.0037	0.011	US EPA (1998)
Zn	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Полихлоридные	0.5	нг I-TEQ/ГДж	0.3	0.8	UNEP (2005)

дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)					
Бензо(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* assumption: EF(TSP) = EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

\*\* average of EFs from the listed references

**Таблица 3-33 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (> 1 МВтт - ≤ 50 МВтт), использующие в качестве топлива природный газ**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Котлы среднего размера (> 1 МВтт до ≤ 50 МВтт)				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	40	г/ГДж	30	55	DGC (2009)
CO	30	г/ГДж	15	30	DGC (2009)
НМЛОС	2	г/ГДж	1.2	2.8	DGC (2009)
SO <sub>x</sub>	0.3	г/ГДж	0.2	0.4	DGC (2009)
OKBЧ	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	Italian Ministry for the Environment (2005)
TЧ <sub>10</sub>	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	*
TЧ2.5	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	*
ЧУ	5.4	% TЧ2.5	2.7	11	Hildemann et al. (1991), Muhlbaier (1981) **
Pb	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Cd	0.00025	мг/ГДж	0.00013	0.00050	Nielsen et al. (2013)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.0013	0.68	Nielsen et al. (2010)
As	0.12	мг/ГДж	0.060	0.24	Nielsen et al. (2013)
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.00038	0.0015	Nielsen et al. (2013)
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.000038	0.00015	Nielsen et al. (2013)
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.00026	0.0010	Nielsen et al. (2013)
Se	0.011	мг/ГДж	0.0037	0.011	US EPA (1998)
Zn	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	0.5	нг I-TEQ/ГДж	0.3	0.8	UNEP (2005)
Бензо(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	мкг/ГДж	0.281	0.843	US EPA (1998), глава 1.4 (Значение "Менее" исходя из пределов детектирования метода)

\* assumption: EF(TSP) = EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

\*\* average of EFs from the listed references

Таблица 3-34 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Газовые турбины, использующие в качестве топлива природный газ

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)	020104	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные газовые турбины			
	020203	Бытовые - Газовые турбины			
	020303	с/х, лесоводство и рыбнот хозяйство - Стационарные Газовые турбины			
Технологии/методики	Газовые турбины				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	48	г/ГДж	29	67	Nielsen et al. (2010)
CO	4.8	г/ГДж	1.8	42	Nielsen et al. (2010)
НМЛОС	1.6	г/ГДж	1.0	2.2	Nielsen et al. (2010)
SO <sub>x</sub>	0.5	г/ГДж	0.30	0.70	BUWAL (2001)
OKBЧ	0.2	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>10</sub>	0.2	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>2.5</sub>	0.2	г/ГДж	0.12	0.28	*
ЧУ	2.5	% ТЧ <sub>2.5</sub>	1.5	3.5	England et al. (2004), Wien et al. (2004) and US EPA (2011)
Pb	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Cd	0.00025	мг/ГДж	0.00013	0.00050	Nielsen et al. (2013)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.0013	0.68	Nielsen et al. (2010)
As	0.12	мг/ГДж	0.060	0.24	Nielsen et al. (2013)
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.00038	0.0015	Nielsen et al. (2013)
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.000038	0.00015	Nielsen et al. (2013)
Ni	0.00051	мг/ГДж	0.00026	0.0010	Nielsen et al. (2013)
Se	0.011	мг/ГДж	0.0038	0.011	US EPA (1998)
Zn	0.0015	мг/ГДж	0.00075	0.0030	Nielsen et al. (2013)
Бензо(а)пирен	0.5	мкг/ГДж	0.3	0.8	UNEP (2005)
Бензо(б)флуорантен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* assumption: EF(ТЧ<sub>10</sub>) = EF(ТЧ<sub>2.5</sub>)



Таблица 2-35 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Газовые турбины, использующие в качестве топлива газойл

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
Топливо	Газойл				
ИНЗВ (если применимо)	020104	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные газовые турбины			
	020203	Бытовые - Газовые турбины			
	020303	с/х, лесоводство и рыбнот хозяйство - Стационарные Газовые турбины			
Технологии/методики	Газовые турбины				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	83	г/ГДж	50	116	Nielsen et al. (2010)
CO	2.6	г/ГДж	2	4	Nielsen et al. (2010)
НМЛОС	0.18	г/ГДж	0.018	1.8	US EPA (2000)
SO <sub>x</sub>	46	г/ГДж	28	65	*
OKBЧ	9.5	г/ГДж	6	13	Nielsen et al. (2010)
ТЧ <sub>10</sub>	9.5	г/ГДж	6	13	**
ТЧ <sub>2.5</sub>	9.5	г/ГДж	6	13	**
ЧУ	33.5	% ТЧ <sub>2.5</sub>	20.1	46.9	Hildemann et al. (1991) and Bond et al. (2006)
Pb	0.012	мг/ГДж	0.006	0.024	Pulles et al. (2012)
Cd	0.001	мг/ГДж	0.00025	0.001	Pulles et al. (2012)
Hg	0.12	мг/ГДж	0.03	0.12	Pulles et al. (2012)
Cr	0.002	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Cu	0.13	мг/ГДж	0.1	0.4	Pulles et al. (2012)
Ni	0.005	мг/ГДж	0.065	0.26	Pulles et al. (2012)
Se	0.002	мг/ГДж	0.0025	0.01	Pulles et al. (2012)
Zn	0.42	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
ПХДД/Ф	1.8	нг I-TEQ/ГДж	0.21	0.84	Pulles et al. (2012)

\* estimate based on 0.1 % S and LHV = 43.33 TJ/1000 tonnes

\*\* assumption: EF(TSP) = EF(TC10) = EF(TC2.5)

**Таблица 3-36 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Поршневые двигатели, использующие в качестве топлива газовое топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)	020105	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные двигатели			
	020204	Бытовые - Стационарные двигатели			
	020304	с/х, лесоводство и рыбнот хозяйство - Стационарные двигатели			
Технологии/методики	Стационарные поршневые двигатели				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	135	г/ГДж	81	189	Nielsen et al. (2010)
CO	56	г/ГДж	34	78	Nielsen et al. (2010)
НМЛОС	89	г/ГДж	53	125	Nielsen et al. (2010)
SO <sub>x</sub>	0.5	г/ГДж	0.05	1	BUWAL (2001)
OKBЧ	2	г/ГДж	1	3	BUWAL (2001)
TЧ <sub>10</sub>	2	г/ГДж	1	3	BUWAL (2001)
TЧ2.5	2	г/ГДж	1	3	*
ЧУ	2.5	% TЧ2.5	1.5	3.5	England et al. (2004), Wien et al. (2004) and US EPA (2011)
Pb	0.04	мг/ГДж	0.02	0.08	Nielsen et al. (2010)
Cd	0.003	мг/ГДж	0.00075	0.003	Nielsen et al. (2010)
Hg	0.1	мг/ГДж	0.025	0.1	Nielsen et al. (2010)
As	0.05	мг/ГДж	0.0125	0.05	Nielsen et al. (2010)
Cr	0.05	мг/ГДж	0.025	0.1	Nielsen et al. (2010)
Cu	0.01	мг/ГДж	0.005	0.02	Nielsen et al. (2010)
Ni	0.05	мг/ГДж	0.025	0.1	Nielsen et al. (2010)
Se	0.2	мг/ГДж	0.05	0.2	Nielsen et al. (2010)
Zn	2.9	мг/ГДж	1.5	5.8	Nielsen et al. (2010)
ПХДД/Ф	0.57	нг I-TEQ/ГДж	0.11	2.9	Nielsen et al. (2010)
Бензо(а)пирен	1.2	мкг/ГДж	0.24	6	Nielsen et al. (2010)
Бензо(б)флуорантен	9	мкг/ГДж	1.8	45	Nielsen et al. (2010)
Бензо(к)флуорантен	1.7	мкг/ГДж	0.34	8.5	Nielsen et al. (2010)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.8	мкг/ГДж	0.36	9	Nielsen et al. (2010)

\*\* assumption: EF(TЧ10) = EF(TЧ2.5)

**Таблица 3-37 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Поршневые двигатели, использующие в качестве топлива газойл**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
	1.A.4.c.i	Стационарные			
Топливо	Газойл				
ИНЗВ (если применимо)	020105	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные двигатели			
	020204	Бытовые - Стационарные двигатели			
	020304	с/х, лесоводство и рыбнот хозяйство - Стационарные двигатели			
Технологии/методики	Поршневые двигатели				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	942	г/ГДж	565	1319	Nielsen et al. (2010)
CO	130	г/ГДж	78	182	Nielsen et al. (2010)
НМЛОС	50	г/ГДж	30	70	BUWAL (2001)
SOx	48	г/ГДж	29	67	BUWAL (2001)
OKBЧ	30	г/ГДж	18	42	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>10</sub>	30	г/ГДж	18	42	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>2.5</sub>	30	г/ГДж	18	42	*
ЧУ	78	% ТЧ <sub>2.5</sub>	47	109	Hernandez et al. (2004)
Pb	0.15	мг/ГДж	0.075	0.3	Nielsen et al. (2010)
Cd	0.01	мг/ГДж	0.005	0.02	Nielsen et al. (2010)
Hg	0.11	мг/ГДж	0.055	0.22	Nielsen et al. (2010)
As	0.06	мг/ГДж	0.03	0.12	Nielsen et al. (2010)
Cr	0.2	мг/ГДж	0.1	0.4	Nielsen et al. (2010)
Cu	0.3	мг/ГДж	0.15	0.6	Nielsen et al. (2010)
Ni	0.01	мг/ГДж	0.005	0.02	Nielsen et al. (2010)
Se	0.22	мг/ГДж	0.11	0.44	Nielsen et al. (2010)
Zn	58	мг/ГДж	29	116	Nielsen et al. (2010)
ПХБ	0.13	нг/ГДж	0.013	0.13	Nielsen et al. (2010)
ПХДД/Ф	0.99	нг I-TEQ/ГДж	0.20	5.0	Nielsen et al. (2010)
Бензо(а)пирен	1.9	мкг/ГДж	0.19	1.9	Nielsen et al. (2010)
Бензо(б)флуорантен	15	мкг/ГДж	1.5	15	Nielsen et al. (2010)
Бензо(к)флуорантен	1.7	мкг/ГДж	0.17	1.7	Nielsen et al. (2010)
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.5	мкг/ГДж	0.15	1.5	Nielsen et al. (2010)

\* assumption: EF(ТЧ<sub>10</sub>) = EF(ТЧ<sub>2.5</sub>)

### 2.3.3 ТЧУстранение загрязнений окружающей среды

Существует ряд технологий дополнительной очистки, целью которых является, в первую очередь, снижение выбросов ТЧ в этих секторах. Получающиеся выбросы можно рассчитать с помощью увеличения характерного для технологии коэффициента выброса с уменьшенным коэффициентом выбросов, как представлено в формуле:

$$EF_{\text{технология, уменьшенная}} = (1 - \eta_{\text{устранение загрязнений}}) \times EF_{\text{технология, неуменьшенная}} \quad (5)$$

Однако, поскольку технология борьбы с выбросами редко конкретизируется в плане эффективности, более актуальным может быть получение уменьшенных коэффициентов выбросов на базе конечных концентраций выбросов, получаемых с использованием уменьшения.

Руководящие указания по оценке коэффициентов выбросов на базе концентрации представлены в подразделе 4.3 настоящей главы.

### 2.3.4 Данные по осуществляемой деятельности

В большинстве случаев статистическая информация включает в себя данные о годовом расходе топлива при соответствующих видах деятельности. Однако, данные об использовании топлива при различных технологиях могут быть ограниченными. Для заполнения пробелов в этих данных могут использоваться нижеследующие источники:

информация от поставщиков топлива и отдельных компаний

исследования по сохранению энергии/смягчению последствий изменения климата для соответствующих секторов

обследований жилого, коммерческого/институционального секторов и сельскохозяйственного сектора

моделирование энергопотребления.

Данных из различных источников должны сопоставляться с учетом присущих им неопределенностей с тем, чтобы получить оптимальную оценку количества приборов и использования топлива. Для повышения надежности данных о деятельности, соответствующие усилия должны прилагаться для содействия тому, чтобы учреждение, отвечающее за национальную энергетическую статистику, сообщало данные о расходе топлива на адекватном уровне секторального дезагрегирования в процессе своей обычной деятельности.

Кроме того, когда данные о расходе топлива представлены на надлежащем уровне разбивки по секторам, их следует проверять на наличие возможных аномалий. Расход древесины и других видов биомассы (в некоторых случаях также расход газойля) в жилищном хозяйстве, требует особого внимания.

Например, самоснабжение и прямая покупка древесины у фермеров не могли бы приниматься во внимание, если бы энергетическая статистика базировалась, главным образом, на данных, полученных от поставщиков топлива. Это могло бы привести к существенной недооценке расхода древесины, особенно в странах с многочисленными поставками древесины и большой долей отопления с помощью печей и малых котлов, работающих на твердом топливе. В этом случае, данные о расходе древесины следует откорректировать. Рекомендуются консультации со специалистами лесной промышленности и/или моделирование энергопотребления.

Методология Уровня 2 требует дальнейшего распределения топлива, расходуемого в соответствии с типами установки. Это особенно актуально для жилищного хозяйства, где, например, доля твердого топлива, сжигаемого в традиционных приборах с устаревшей технологией, важна для понимания значения выбросов. Необходимые данные, как правило, отсутствуют в статистических отчетах. В большинстве случаев организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна была бы использовать косвенные данные для оценки данных по осуществляемой деятельности на необходимом уровне сегрегации.

Государственные подходы должны разрабатываться в зависимости от наличия и качества суррогатных данных. Некоторые примеры суррогатных источников данных:

- обследований жилого, коммерческого/институционального секторов и сельскохозяйственного сектора
- исследования по сохранению энергии/смягчению последствий изменения климата для соответствующих секторов
- моделирование энергопотребления.

- информация от поставщиков топлива
- информация от производителей и продавцов отопительных приборов

информация от организаций, занимающихся чисткой дымоходов В частности, в случае с жилищным хозяйством следует подчеркнуть, что исследования должны базироваться на репрезентативной выборке. В некоторых странах бытовые обогревательные приборы на региональном уровне очень неоднородны с существенно большей долей печей и котлов, работающих на твердом топливе в традиционно угледобывающих регионах и в некоторых сельских районах. Дополнительные данные можно было бы получить от организаций, занимающихся чисткой дымоходов, и экологических инспекций, особенно, для торгово-институционального сектора.

Как описано в Broderick & Houck (2003), во время подготовки и проведения обзорного опроса бытового расхода дров нужно учитывать несколько обстоятельств. Технические аспекты опросов представлены Восточной исследовательской группой (Eastern Research Group) (2000), т.е. подробное описание исследуемых вопросов, время проведения опросов, например, техники опросов, разработка вопросов и обработка ответов. Для бытового расхода дров важно включать четкое определение объема дров, т.к. используется несколько мер, например, объем бревен в неуплотненном состоянии (бревна, кидаемые в коробку, например), складочный объем бревен (около 70 % объема в неуплотненном состоянии) и складочный объем перед распилкой на бревна. Далее важно включать вопросы о типе и технологии устройств. Срок использования и сертификаты в соответствии с пределами выбросов могут быть полезной информацией, т.к. определение типов устройств – непростая задача, и домовладельцы могут быть не способны определить тип или могут не знать технологии их устройств. В обоих случаях будет полезно включить чертежи в опросы, чтобы помочь и респондентам, и исследователям.

Чтобы оценить уровень выбросов от бытового сжигания дров, важно включить совокупность устройств для типа установки для обеспечения использования подходящих коэффициентов выбросов. Статистика о продажах является ценным источником данных для этой цели. Прошлую статистику о продажах можно использовать для оценки количества старых устройств, более современную статистику можно использовать для включения коэффициента замены на новые устройства. Другие или дополнительные опросы могут быть использованы для оценки количества устройств по типу во время опроса. Статистику о продажах следует использовать для оценки коэффициентов замены для создания временного ряда для количества устройств.

Другим важным источником данных могла бы быть жилищная статистика. В рамках национальной переписи населения, как правило, собираются данные о жилых помещениях, занимаемых домохозяйствами. Данные о индивидуальных жилых домах могут включать в себя:

- количество жителей,
- площадь жилого помещения,
- тип здания (частный дом, пристройка, жилой многоквартирный дом),
- год постройки,
  - первичные (и вторичные) тепловые источники
- котел центрального отопления в квартире или общий для многоквартирного дома,
- виды топлива, используемые для отопления.

Статистические данные по жилым помещениям можно было бы использовать для экстраполяции результатов обследования домашних хозяйств или для выполнения детального моделирования энергопотребления/ выбросов. Особенно в случае, когда бытовые выбросы представляют собой основной источник или имеют большое значение для качества местного воздуха, рекомендуется проводить такие мероприятия. Подробное моделирование энергопотребления/выбросов может обычно производиться на местном или региональном уровне; однако, расширение до государственного уровня не ставит значительных дополнительных требований. Для обоснования дополнительных усилий, необходимых для моделирования энергопотребления/выбросов домохозяйств, организация, занимающаяся составлением инвентаризации выбросов, могла бы посчитать целесообразным запустить совместный проект с другими заинтересованными сторонами, такими как, например, учреждения, участвующие в энергосбережении, смягчении последствий изменения климата и энергоснабжении.

Данные из национальных или региональных жилищных реестров могут использоваться для оценки потребности в энергии у домашних хозяйств, основанной, например, на площади и годе постройки. Национальные или региональные модели или статистики по бытовому расходу энергии для отопления помещений можно применять для оценки потребности в бытовом обогреве, например, по площади и возрасту жилых помещений.

Другой подход оценки потребности в обогреве для различных типов жилой застройки состоит в том, чтобы собирать данные о расходе для других технологий обогрева, например, централизованного отопления, и рассчитать средний расход для каждого типа жилой застройки. Типы жилой застройки должны соответствовать типам, которые могут быть идентифицированы в национальном жилищном реестре. Также можно включить информации об уровнях потребления энергии.

Проект Odyssee-Mure предлагает данные о теплотреблении в домах нескольких европейских стран. Среднее теплотребление для обогрева жилой площади застройки по данным Odyssee (2012) включено в таблицу ниже и может использоваться, если нет данных по конкретной стране.

Таблица: Расход энергии для обогрева жилой площади застройки в выбранных европейских странах (проект Odyssee-Mure, база данных Odyssee (2012))

Сторона	Теплотребление для обогрева жилой площади застройки*, МДж/м <sup>2</sup>
Европейский Союз	525.131
Австрия	622.341
Бельгия	896.896
Болгария	321.409
Хорватия	416.823
Дания	571.015
Испания	211.285
Эстония	693.783
Финляндия	746.278
Франция	567.273
Германия	633.611
Греция	430.970
Венгрия	568.762
Ирландия	534.639
Италия	342.077
Латвия	903.062
Литва	567.693
Нидерланды	425.459
Польша	646.948

Португалия	55.049
Чешская Республика	654.534
Румыния	663.094
Великобритания	558.961
Словакия	509.279
Словения	658.428
Швеция	537.448

Для оценки сжигания дров в бытовых установках от потребности в обогреве необходимо включить информацию о других источниках обогрева в жилых помещениях. Уровень цен за отопление из различных источников может также служить показателем пропорции общей потребности в обогреве, удовлетворяемой различными источниками обогрева. Например, если в жилом помещении зарегистрировано и центральное отопление, и дровяная печь, доля потребности в обогреве, удовлетворяемой за счет бытового сжигания дров, будет зависеть от цены за единицу энергии дров по сравнению с центральным отоплением. Доля различных источников обогрева (дрова и центральное отопление в данном примере) будет различаться по регионам в зависимости от изменений между региональными ценами для различных источников обогрева. Т.к. уровень цен, доступность и потребительское поведение оказывают влияние на выбор источника обогрева, опросы могут иметь большое значение для оценки доли бытовой потребности в обогреве, удовлетворяемой сжиганием дров.

В таблице ниже приводятся доли RWC от общего расхода энергии. Рекомендуется применять доли по конкретным странам, т.к. теплоснабжение и потребность в обогреве значительно отличаются в разных странах. Например, следует учесть расход дров, и, следовательно, доля выше в странах или регионах с большими лесными фондами, где дрова легкодоступны.

Первичный тепловой источник	Доля RWC потребности в обогреве
Дрова	1.0
Дорого по сравнению с дровами	0.6
Такой же уровень цен, как на дрова	0.5
Дешево по сравнению с дровами	0.2

Определение бытового расхода дров дальше осложняется, т.к. сжигание дров выполняется не только для удовлетворения потребности в обогреве, но также для создания уютной обстановки. Количество дров, сжигаемых для уюта, отличается в зависимости от стран и его необходимо учитывать, т.к. это количество увеличивает расход дров. Это можно исследовать с помощью опросов.

## 2.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

Оценка характерных для установки выбросов считается неприменимой для подробно описываемых видов деятельности. Тем не менее, метод Уровня 3 позволяет применять подход, основанный на моделировании, с использованием более подробных данных о количестве приборов и применяет более характерные для технологии коэффициенты выбросов - руководство по определению характерных для установки коэффициентов выбросов приведено в Статистическом протоколе. Соответствующие коэффициенты выбросов также представлены в Приложении А.

## 3 Качество данных

### 3.1 Полнота

Необходимо учитывать возможность самоснабжения или другие неучтенные поставки топлива.

### 3.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Если можно распределить данные выбросы, это следует сделать. Однако, необходимо принять меры для того, чтобы не было двойного учета выбросов.

### 3.3 Проверка достоверности

#### 3.3.1 Коэффициенты выбросов при использовании наилучших из имеющихся технологий

Размер установок для сжигания будет ниже пороговой величины, где применяется руководство по уровню выбросов наилучших имеющихся технологий (BAT).

Однако, многие страны применяют регулирование выбросов от установок в рассматриваемом диапазоне размеров, и выбранные предельные значения выбросов представлены в нижеследующих разделах. Подробная информация по методологии, применяемой для расчета коэффициентов выбросов на базе предельно допустимых выбросов, представлена в Приложении В.

#### 3.3.2 Содержание серы в топливе

Для технологических процессов без борьбы с загрязнением SO<sub>2</sub>, содержание серы в топливе обеспечивает средства для расчета коэффициента выбросов SO<sub>2</sub>.

$$EF_{SO_2} = \frac{[S] \times 2 \times 1000}{100 \times CV}$$

где:

- EF<sub>SO<sub>2</sub></sub> является коэффициентом выбросов SO<sub>2</sub> г.ГДж<sup>-1</sup>,
- [S] является удельным содержанием серы (весовое),
- CV является низшей теплотой сгорания ГДж.кг<sup>-1</sup>,
- 2 является соотношением относительной молекулярной массы SO<sub>2</sub> и серы.



Это уравнение можно расширить с целью включения коэффициента содержания SO<sub>2</sub> в золе.

Жидкое топливо в ЕС зависит от предельно допустимого содержания серы (ЕС SCOLF, 1999/2005) как показано в Таблице 4-1. Коэффициенты выбросов SO<sub>2</sub> в Таблице 4-1 были рассчитаны исходя из 100%-го преобразования серы в топливе и с применением низшей теплоты сгорания нефтяного топлива по нормативам Великобритании (DUKES, 2007).

**Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов серы, исходя из предельно допустимых значений содержания серы**

Нефтяное топливо	Дата выполнения	Максимальное содержание серы	Коэффициент выброса SO <sub>2</sub> , г.ГДж <sup>-1</sup>	Замечание
Тяжелое топливо	1.1.2003	1 %	485	Предполагает низшую теплоту сгорания 41,2 ГДж.г <sup>-1</sup>
Газойл	До 1.1.2008г.	0.2 %	92	Предполагает низшую теплоту сгорания 43,4 ГДж.г <sup>-1</sup>
	После 1.1.2008г.	0.1 %	46	

### **3.3.3 Бытовые и малые (выходной мощностью < 300 кВт) котлы, работающие на твердом топливе для нежилых помещений**

EN303 pt5 является несогласованным стандартом, который включает в себя «классы» выбросов CO, OGC (летучие органические соединения) и общего количества взвешенных частиц. Коэффициенты выбросов, связанные с концентрацией выбросов, представлены в Таблице 4-2.

Многие страны используют схемы с утверждением типового образца для бытовых приборов, работающих на угле и биомассе, которые применяют предельно допустимые значения выбросов общего количества взвешенных частиц из приборов, работающих на твердом топливе, и из них можно получить коэффициенты выбросов. Схемы экологической маркировки для газового оборудования могут включать в себя маркировку для выбросов NO<sub>x</sub>.

Нижеследующие коэффициенты выбросов рассчитываются с использованием процедуры, описанной в Приложении В.

Таблица 4-2 Классы выбросов EN303 Pt 5 как коэффициенты выбросов

Тип	Тип	Выходная мощность	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0 °С, 101,3 кПа), сухой и 10 % O <sub>2</sub>								
подачи	топлива	установки	СО			«ОГС» (ЛОС)			ТЧ		
топлива		кВт	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Ручная	органическое	< 50	25 000	8 000	5 000	2 000	300	150	200	180	150
		50–150	12 500	5 000	2 500	1 500	200	100	200	180	150
		150–300	12 500	2 000	1 200	1 500	200	100	200	180	150
	природное	< 50	25 000	8 000	5 000	2 000	300	150	180	150	125
		50–150	12 500	5 000	2 500	1 500	200	100	180	150	125
		150–300	12 500	2 000	1 200	1 500	200	100	180	150	125
Автоматическая	органическое	< 50	15 000	5 000	3 000	1 750	200	100	200	180	150
		50–150	12 500	4 500	2 500	1 250	150	80	200	180	150
		150–300	12 500	2 000	1 200	1 250	150	80	200	180	150
	природное	< 50	15 000	5 000	3 000	1 750	200	100	180	150	125
		50–150	12 500	4 500	2 500	1 250	150	80	180	150	125
		150–300	12 500	2 000	1 200	1 250	150	80	180	150	125
Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (полезная тепловая мощность)											
Ручная	органическое	< 50	13 181	4 218	2 636	1 054	158	79	105	95	79
		50–150	6 591	2 636	1 318	791	105	53	105	95	79
		150–300	6 591	1 054	633	791	105	53	105	95	79
	природное	< 50	13 181	4 218	2 636	1 054	158	79	95	79	66
		50–150	6 591	2 636	1 318	791	105	53	95	79	66
		150–300	6 591	1 054	633	791	105	53	95	79	66
Автоматическая	органическое	< 50	7 909	2 636	1 582	923	105	53	105	95	79
		50–150	6 591	2 373	1 318	659	79	42	105	95	79
		150–300	6 591	1 054	633	659	79	42	105	95	79
	природное	< 50	7 909	2 636	1 582	923	105	53	95	79	66
		50–150	6 591	2 373	1 318	659	79	42	95	79	66
		150–300	6 591	1 054	633	659	79	42	95	79	66

### 3.3.4 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для установок малого сжигания

Многие страны применяют меры по контролю за выбросами для установок для сжигания мощностью ниже 50 МВт, и краткая справка по предельно допустимым выбросам в странах представлена в виде нижеследующих коэффициентов выбросов; дополнительная информация (и страны) представлены в Приложении С.

**Таблица 4-3** Предельно допустимые на национальном уровне выбросы в виде коэффициентов выбросов для котлов, использующих уголь в качестве топлива

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальной температуре и давлении (0°C, 101,3 кПа), сухой при стандартном содержании O <sub>2</sub>							
			NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО	ЛОС
		O <sub>2</sub>	низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
Франция	20-50 МВт	6	450	650	850	2 000	50	100	200	110
Франция	< 4 МВт	6	550	825	2 000		150			
Франция	4-10 МВт	6	550	825	2 000		100			
Франция	> 10 МВт	6	550	825	2 000		100			
Финляндия	1-50 МВт	6	275	550	1 100	1 100	55	140		
Германия	< 2,5 МВт	7	300	500	350	1 300	50		150	
Германия	< 5 МВт	7	300	500	350	1 300	50		150	
Германия	> 5 МВт	7	300	500	350	1 300	20		150	
Германия	> 10 МВт	7	300	400	350	1 300	20		150	
			Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)							
Франция	20-50 МВт		163	235	308	725	18	36	72	40
Франция	< 4 МВт		199	299	725		54			
Франция	4-10 МВт		199	299	725		36			
Франция	> 10 МВт		199	299	725		36			
Финляндия	1-50 МВт		100	199	398	398	20	51		
Германия	< 2,5 МВт		116	194	136	505	19		58	
Германия	< 5 МВт		116	194	136	505	19		58	
Германия	> 5 МВт		116	194	136	505	8		58	
Германия	> 10 МВт		116	155	136	505	8		58	

**Таблица 4-4** Предельно допустимые выбросы на национальном уровне в виде коэффициентов выбросов для котлов, использующих древесину в качестве топлива

Страна	Мощность	Ст. O <sub>2</sub> %	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальной температуре и давлении (0°C, 101,3 кПа), сухой при стандартном содержании O <sub>2</sub>							
			NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO	ЛОС
			низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
Франция	20-50 МВтт	11	400	650	200	2000	50	100	200	110
Франция	< 4 МВт	11	500	750	200		150			
Франция	4-10 МВт	11	500	750	200		100			
Франция	> 10 МВт	11	500	750	200		100			
Финляндия	1-5 МВт	6	250	500			250	375		
Финляндия	5-10 МВт	6	250	500			125	250		
Финляндия	10-50 МВт	6	250	500			50	125		
Германия	< 2,5 МВт	11	250		350		100			10
Германия	< 5 МВт	11	250		350		50			10
Германия	> 5 МВт	11	250		350		20			10
Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)										
Франция	20-50 МВтт		232	377	116	1161	29	58	116	64
Франция	< 4 МВт		290	435	116		87			
Франция	4-10 МВт		290	435	116		58			
Франция	> 10 МВт		290	435	116		58			
Финляндия	1-5 МВт		96	193			96	145		
Финляндия	5-10 МВт		96	193			48	96		
Финляндия	10-50 МВт		96	193			19	48		
Германия	< 2,5 МВт		145		203		58			6
Германия	< 5 МВт		145		203		29			6
Германия	> 5 МВт		145		203		12			6

**Таблица 4-5** Предельно допустимые выбросы на национальном уровне в виде коэффициентов выбросов для котлов, работающих на жидком топливе

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальной температуре и давлении (0°C, 101,3 кПа), сухой при стандартном содержании O <sub>2</sub>								
			O <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO	ЛОС
			%	низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
Франция	20-50 МВтт	3	450	650	850	1 700	50	100	100	110	
Франция	< 4 МВт	3	550	825	1 700		150				
Франция	4-10 МВт	3	550	825	1 700		100				
Франция	> 10 МВт	3	500	750	1 700		100				
Финляндия	1-15 МВт	3	800	900	1 700		50	200			
Финляндия	15-50 МВт	3	500	670	1 700		50	140			
Германия	HWB	3	180	350			50		80		
Германия	LPS	3	200	350			50		80		
Германия	HPS	3	250	350			50		80		
Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)											
Франция	20-50 МВтт	3	127	184	241	481	14	28	28	31	
Франция	< 4 МВт		156	233	481		42				
Франция	4-10 МВт		156	233	481		28				
Франция	> 10 МВт	3	141	212	481		28				
Финляндия	1-15 МВт	3	226	255	481		14	57			
Финляндия	15-50 МВт	3	141	190	481		14	40			
Германия	HWB	3	51	99			14		23		
Германия	LPS	3	57	99			14		23		
Германия	HPS	3	71	99			14		23		

**Таблица 4-6** Предельно допустимые на национальном уровне выбросы в виде коэффициентов выбросов для котлов, работающих на газе

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальной температуре и давлении (0°C, 101,3 кПа), сухой при стандартном содержании O <sub>2</sub>								
			O <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО	ЛОС
			%	низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
Франция	20-50 МВт	3	120	350	35			5		100	110
Франция	< 10 МВт	3	150	225	35			5			
Франция	> 10 МВт	3	100	150	35			5			
Финляндия	1-15 МВт	3	340	400							
Финляндия	15-50 МВт	3	170	300							
Германия	НWB	3	100		10			5		50	
Германия	LPS	3	110		10			5		50	
Германия	HPS	3	150		10			5		50	
			Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)								
Франция	20-50 МВт		34	99	10			1		28	31
Франция	< 10 МВт		42	64	10			1			
Франция	> 10 МВт		28	42	10			1			
Финляндия	1-15 МВт		96	113							
Финляндия	15-50 МВт		48	85							
Германия	НWB		28		3			1		14	
Германия	LPS		31		3			1		14	
Германия	HPS		42		3			1		14	

### 3.4 Разработка согласованного временного ряда и повторный расчет

Выпуск выбросов, не содержащих CO<sub>2</sub>, в результате сжигания топлива меняется со временем, так как оборудование и устройства модернизируются, или производится замена на менее загрязняющую энергетическую технологию. Сочетание используемой технологии с каждым видом топлива будет меняться со временем, и это имеет значение для выбора коэффициента выбросов на Уровне 1 и Уровне 2.

### 3.5 Оценка неопределенности

#### 3.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

Существует неопределенность в объединенных коэффициентах выбросов, используемых для оценки выбросов. Количество источников, диапазон использования, размеры, качество топлива (в частности, твердых видов топлива и биомассы) и технологий в жилищном хозяйстве будут оказывать влияние на неопределенность, ожидаемую от применения «среднего» коэффициента выбросов.

#### 3.5.2 Неопределенности в данных по осуществляемой деятельности

Данные по осуществляемой деятельности для бытового использования топлива могут зависеть от неопределенности, связанной с проблемами самообеспечения, удаления отходов или «неофициальных» источников топлива.

### 3.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК

Какая-то специфика отсутствует.

### 3.7 Картирование

Какая-то специфика отсутствует.

### 3.8 Отчетность и документация

Какая-то специфика отсутствует.

## 4 Глоссарий

Котлы с автоматической системой подачи топлива	котлы с полностью автоматизированной системой подачи топлива
Котел:	любое техническое устройство, в котором топливо окисляется в целях получения тепловой энергии, которая переносится на воду или пар
Брикеты:	относится к запатентованным видам топлива из брикетов каменного/полубитуминозного угля (NAPFUE 104) и бурого угля (NAPFUE 106)
Бурый уголь:	относится к бурому углю/лигниту (NAPFUE 105) валовой энергетической ценности (GHV) менее, чем 17 435 кДж/кг, и содержащих более 31% летучих веществ на сухой беззольной массе
Древесный уголь:	относится к термически обработанной древесине (NAPFUE 112)
Дымоход:	кирпичная, металлическая или бетонная дымовая труба, используемая для уноса отработавших газов в атмосферу и для создания тяги
ТЭЦ:	Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ)
Кокс:	относится к сухому остатку, полученному из каменного угля (NAPFUE 107) или из бурого угля (NAPFUE 108) путем обработки при высокой температуре в отсутствие воздуха
Эффективность:	это – отношение произведенной тепловой энергии выходной мощности к энергии, вводимой с топливом, с учетом низшей теплоты сгорания топлива.
Камин:	как правило, очень простая топочная камера, с наружной дверцей или без нее, в которой топливо окисляется для получения тепловой энергии, которая переносится в жилое помещение, главным образом, путем излучения.
Газообразные виды топлива:	относится к природному газу (NAPFUE 301), газоконденсатам (NAPFUE 302) и сжиженным нефтяным газам (СНГ; NAPFUE 303), биогазу (NAPFUE 309)
Каменный уголь	относится к углю валовой энергетической ценности больше, чем

	17 435 кДж/кг, в пересчете на беззольное, но влажное вещество, т. е. к паровичному углю (NAPFUE 102, высшая теплота сгорания (GHV) > 23 865 кДж/кг), к полубитуминозному углю (NAPFUE 103, 17 435 кДж/кг < высшая теплота сгорания (GHV) < 23 865 кДж/кг) и антрациту.
Жидкие виды топлива:	относится к керосину (NAPFUE 206), газойлю (газойл/дизельному топливу (NAPFUE 204), остаточному нефтепродукту, топочному мазуту (NAPFUE 203) и другим жидким видам топлива (NAPFUE225)
Котлы с ручной системой подачи топлива	котел с периодической ручной системой подачи топлива
Запатентованные виды топлива:	относится к бездымным видам топлива, изготовленным из каменного/полубитуминозного угля (NAPFUE 104)
Торф:	относится к торфяным видам топлива (NAPFUE 113)
Твердое топливо из биомассы:	относится к древесным видам топлива, которые являются древесиной и аналогичными древесными отходами (NAPFUE 111), а также древесными отходами (NAPFUE 116) и сельскохозяйственными отходами, используемыми в качестве топлива (солома, стержни кукурузных початков и т.д.; NAPFUE 117)
Печь:	простое устройство, в котором топливо сжигается для получения тепловой энергии, которая переносится во внутреннюю часть здания с помощью излучения и конвекции

## 5 Список цитированной литературы

Alves, C., Goncalves, C., Fernandes, A.P., Tarelho, L. & Pio, C., 2011: Fireplace and woodstove fine particle emissions from combustion of western Mediterranean wood types. *Atmospheric Research*, 2011, 101.

Bäfver, L.S., 2008: Particles from biomass combustion – Characteristics and influence of additives. Chalmers University of Technology.

Berdowski, J.J.M., Veldt, C., Baas, J., Bloos, J.P.J & Klein, A.E., 1995: Technical paper to the OSPARCOM-HELCOM-UNECE emission inventory of heavy metals and persistent organic pollutants. Umweltbundesamt, Berlin, Germany.

Boman Ch., Nordin A., Boström D., and Öhman M. (2004). 'Characterization of Inorganic Particulate Matter from Residential Combustion of Pelletized Biomass Fuels'. *Energy&Fuels* 18, pp. 338–348, 2004.

Boman C., Nordin A., Öhman M., Boström D. (2005). 'Emissions from small-scale combustion of biomass fuels — Extensive quantification and characterization'. *Energy Technology and Thermal*

---

Process Chemistry Umeå University, STEM-BHM (P12648-1 and P21906-1), Umeå, February 2005.

Boman, C., Pettersson, E., Westerholm, R., Boström, D. & Nordin, A., 2011: Stove Performance and Emission Characteristics in Residential Wood Log and Pellet Combustion, Part 1: Pellet Stoves. *Energy Fuels* 2011, 25.

Bryczkowski A., Kubica R. (2002): *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 41, nr 4, 14, 2002 (Polish).

Bond, T.C., Streets, D.G., Yarber, K.F., Nelson, S.M., Woo, J-H & Klimont, Z., 2004: A Technology-based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion. *Journal of Geophysical Research* 109, D14203, doi:10.1029/2003JD003697

Bond, T.C., Wehner, B., Plewka, A., Wiedensohler, A., Heintzenberg, J. & Charlson, R.J., 2006: Climate-relevant properties of primary particulate emissions from oil and natural gas combustion. *Atmospheric Environment* 40 (2006) 3574–3587.

Broderick, D.R. & Houck, J.E. (2003): Emissions Inventory Improvement Program (EIIP) Residential Wood Combustion Coordination Project. Prepared for Mid-Atlantic Regional Air Management Association

BUWAL 2001: Massnahmen zur Reduktion der PM<sub>10</sub>-Emissionen. Umwelt-Materialien Nr. 136, Luft. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern (in German).

Bølling, A.K., Pagels, J., Yttri, K.E., Barregard, L., Sallsten, G., Schwarze, P.E. & Boman, C. (2009). Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. *Particle and Fibre Toxicology* 2009, 6:29.

CEPMEIP (2004). Visschedijk, A.J.H., J. Pacyna, T. Pulles, P. Zandveld and H. Denier van der Gon, 2004. 'Coordinated European Particulate Matter Emission Inventory Program (CEPMEIP)'. In: P. Dilara et. al (eds.), *Proceedings of the PM emission inventories scientific workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004*. EUR 21302 EN, JRC, pp 163–174.

CITEPA, (2003). 'Wood Combustion in Domestic Appliances'. Final background document on the sector, 30.06.2003.

DGC, 2009: Energi- og Miljødata – 2009 opdatering (in Danish).

DUKES 2007. Digest of UK Energy Statistics 2007, published by BERR and available here [http://stats.berr.gov.uk/energystats/dukesa\\_1-a\\_3.xls](http://stats.berr.gov.uk/energystats/dukesa_1-a_3.xls)

Eastern Research Group (2000): Conducting Surveys for Area Source Inventories. Prepared for: Area Source Committee Emission Inventory Improvement Program (EIIP)

EC SCOLF 1999/2005. Sulphur Content of Liquid Fuels Directive 1999/32/EC and 2005/33/EC Marine oil amendment.

Ehrlich et al 2007. Ehrlich C, Noll G, Kalkoff W-D, Baumbach G, Dreiselder A. 'PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>



- and PM<sub>1.0</sub> Emissions from industrial plants — Results from measurement programmes in Germany', *Atmospheric Environment* Vol. 41, No 29 (2007) pp. 6236–6254.
- Engelbrecht, J.P., Swanepoel, L., Chow, J.C., Watson, J.G. & Egami, R.T., 2002: The comparison of source contributions from residential coal and low-smoke fuels, using CMB modeling, in South Africa. *Environmental Science and Policy* 5 (2), 157–167.
- England, G.C., Watson, J.G., Chow, J.C., Zielinska, B., Chang, M.-C.O., Loos, K.R. & Hidy, G.M., 2007: Dilution-based emissions sampling from stationary sources: Part 2. Gas-fired combustors compared with other fuel-fired systems. *Journal of the Air & Waste Management Association* 57 (1), 79-93.
- Fernandes, A.P., Alves, C.A., Goncalves, C., Tarelho, L., Pio, C., Schmidl, C. & Bauer, H. (2011): Emission factors from residential combustion appliances burning Portuguese biomass fuels. *Journal of Environmental Monitoring*, 2011, 13, 3196.
- Fine, P.M., Cass, G.R. & Simoneit, B.R.T. (2002): Chemical Characterization of Fine Particle Emissions from the Fireplace Combustion of Woods Grown in the Southern United States. *Environmental Science & Technology*, vol. 36, No. 7, 2002.
- Glasius, M., Vikelsøe, J., Bossi, R., Andersen, H.V., Holst, J., Johansen, E. & Schleicher, O. 2005: Dioxin, PAH og partikler fra brændeovne. Danmarks Miljøundersøgelser. 27s – Arbejdsrapport fra DMU nr. 212.  
<http://arbejdsrapport.dmu.dk>
- Glasius, M., Konggaard, P., Stubkjær, J., Bossi, R., Hertel, O., Ketzel, M., Wåhlin, P., Schleicher, O. & Palmgren, F., 2007: Partikler og organiske forbindelser fra træfyring – nye undersøgelser af udslip og koncentrationer. Danmarks Miljøundersøgelser. 42s.- Arbejdsrapport fra DMU, nr. 235 <http://www.dmu.dk/Pub/AR235.pdf> (In Danish)
- Goncalves, C., Alves, C., Evtugina, M., Mirante, F., Pio, C., Caseiro, A., Schmidl, C., Bauer, H. & Carvalho, F., 2010: Characterisation of PM<sub>10</sub> emissions from woodstove combustion of common woods grown in Portugal. *Atmospheric Environment*, 2010, 44.
- Goncalves, C., Alves, C., Fernandes, A.P., Monteriro, C. Tarelho, L., Evtugina, M., Pio, C. (2011): Organic compounds in PM<sub>2.5</sub> emitted from fireplace and woodstove combustion of typical Portuguese wood species. *Atmospheric Environment* 45 (2011), pages 4533-4545.
- Goncalves, C., Alves, C. & Pio, C., (2012): Inventory of fine particulate organic compound emissions from residential wood combustion in Portugal. *Atmospheric Environment*, 2012
- Gustavsson, L., Johansson, L., Leckner, B, Cooper, D, Tullin, C, Potter, A. 2004 b. 'Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets', *Atmospheric Environment* Vol. 38, Issue 24, pp. 4183–4195, (2004).
- 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>. Generally chapter B216.

Hays M.D., Smith N.D., Kinsey J., Dongb Y., Kariherb P. (2003). 'Polycyclic aromatic hydrocarbon size distributions in aerosols from appliances of residential wood combustion as determined by direct thermal desorption — GC/MS', *Aerosol Science*, 34, pp. 1061–1084, 2003.

Hedberg, E., Kristensson, A., Ohlsson, M., Johansson, C., Johansson, P.-Å., Swietlicki, E., Vesely, V., Wideqvist, U. & Westerholm, R., 2002: Chemical and physical characterization of emissions from birch wood combustion in a wood stove. *Atmospheric Environment*, 2002, 36

Hedman B., Näslund, M. & Marklund, S., 2006: Emission of ПХДД/Ф, ПХБ and ГХБ from Combustion of Firewood and Pellets in Residential Stoves and Boilers, *Environmental Science & Technology*, 2006, 40

Hernandez, D., Nguyen, Q. & England, G.C., 2004: Development of Fine Particulate Emission Factors and Speciation Profiles for Oil and Gas Fired Combustion Systems. Topical Report: Test Results for a Diesel-Fired Compression Ignition Reciprocating Engine with a Diesel Particulate Filter at Site Foxtrot; Prepared for the U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory: Pittsburgh, PA; the Gas Research Institute: Des Plains, IL; and the American Petroleum Institute: Washington, DC, 2004.

Hildemann, L.M., Markowski, G.R. & Cass, G.R., 1991: Chemical Composition of Emissions from Urban Sources of Fine Organic Aerosol. *Environmental Science & Technology* 25(4), 744-759.

Hübner, C., Boos, R. & Prey, T., 2005: In-field measurements of ПХДД/Ф emissions from domestic heating appliances for solid fuels. *Chemosphere*, 2005, 58.

Hustad J. E., Skreiberg Ø., and Sønju O. K., (1995). 'Biomass Combustion Research and Utilisation in IEA Countries, Biomass and Bioenergy', Vol. 9, Nos 1–5, 1995.

Johansson, L.S., Tullin, C., Leckner, B. & Sjövall, P., 2003: Particle emissions from biomass combustion in small combustors. *Biomass and Bioenergy*, 2002, 25.

Johansson, L.S., Leckner, B., Gustavsson, L., Cooper, D., Tullin, C. & Potter, A., 2004: Emissions characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmospheric Environment*, 2004, 38.

Johansson, L., Persson H., Johansson, M., Tullin, C., Gustavsson, L., Sjödin, Å., Cooper, D., Potter, A., Paulrud, S., Lundén, E.B., Padban, N., Nyquist, L. & Becker, A., 2006: Fältstudie av metan och andra viktiga komponenter från vedpannor. Etapp 1. 2005. Slut-rapport för Energimyndighetsprojekt nr 21826-1.

Kakareka S., Kukharchyk T., Khomich V. (2004). Research for ГХБ and ПХБ Emission Inventory Improvement in the CIS Countries (on an Example of Belarus) / Belarusian

Contribution to EMEP. Annual report 2003. Minsk, 2004.

Kakareka, S., Kukharchyk, T., 2006: ПХБ и ГХБ emission Sources Chapters in the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

Karasek F., Dickson L., (1987). Science, 237, 1987.

Kubica K. (2002/3). 'Low emission coal boilers as alternative for oil and gas boilers for residential and communal sectors; Coal hasn't to contaminate' Katalog ochrony środowiska — Ekoprofit nr 1 (61)/2002, Katowice, 2002 (Polish).

Kubica K. (2003/3). 'Zagrożenia trwałymi zanieczyszczeniami, zwłaszcza dioksynami i furanami z indywidualnych palenisk domowych i kierunki działań dla ich ograniczenia' ('Threats caused by persistent pollutants, particularly by dioxins and furans from residential heating and the directions of protection actions aiming at their emission reduction'). Project: [GF/POL/01/004](http://gf/pol/01/004) — Enabling activities to facilitate early action on the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs Convention), Warszawa, 2004; <http://ks.ios.edu.pl/gef/doc/gef-pol-nip-r1.pdf>.

Kubica K. (2004/5). 'Spalanie i współspalanie paliw stałych w miastach' ('Combustion and co-combustion of solid fuels'). Rozdział w monografii 'Zarządzanie energią w miastach' ('Management of energy in the town'). red. R. Zarzycki; ISBN 83-86492-26-0; Polska Akademia Nauk Oddział w Łodzi, Łódź 2004 s. 102–140.

Kubica K., (1997/1). 'Distribution of PAH generated in domestic fuels boilers'. Proc. of the ninth International Conference on Coal Science, Essen, Niemcy, 7–12.9.1997.

Kubica K., (2002/1). 'Emission of Pollutants during Combustion of Solid Fuels and Biomass in Small Appliances'. UN-ECE TFEIP Combustion and Industry Expert Panel Workshop on: 'Emissions from Small and Medium Combustion Plants', Ispra, April 2002, Procc. No I.02.87.

Kubica K., (2003/1). 'Environment Pollutants from Thermal Processing of Fuels and Biomass', and 'Thermochemical Transformation of Coal and Biomass' in Thermochemical Processing of Coal and Biomass, pp. 145–232, ISBN 83-913434-1-3. Publication, copyright by IChPW and IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003 (Polish).

Kubica K., J. Rańczak J. (2003/3). 'Co-firing of coal and biomass in mechanical great boilers'; Procc., of Int., Conf., Combustion of alternative fuels in power and cement industry, 20–21.2.2003, Opole, Poland, pp. 81–97.

Kubica K., Paradiz B., Dilara (2004/4). 'Toxic emissions from Solid Fuel Combustion in Small Residential Appliances'. Procc. sixth International Conference on Emission Monitoring CEM-2004, 9–11.6.2004, Milano Italy; [www.cem2004.it](http://www.cem2004.it).

Kubica K., Paradiz B., Dilara P., (2004). 'Small combustion installations — Techniques, emissions and measurements', Ispra, EUR report 2004.

Kubica K., Rańczak, J., Rzepa, S., Ściążko, M., (1997/2). 'Influence of 'biofuel' addition on emission of pollutants from fine coal combustion', Proc. fourth Polish-Danish Workshop on Biofuels, Starbieniewo, 12–14 czerwca 1997/2.

Kupiainen, K., Klimont, Z., (2004). 'Primary Emissions of Submicron and Carbonaceous Particles in Europe and the Potential for their Control', IIASA Interim Report IR-04-079, [www.iiasa.ac.at/rains/reports.html](http://www.iiasa.ac.at/rains/reports.html)

Kupiainen, K. & Klimont, Z. (2007): Primary emissions of fine carbonaceous particles in Europe. *Atmospheric Environment* 41 (2007), 2156-2170.

Lamberg, H., Nuutinen, K., Tissari, J., Ruusunen, J., Yli-Pirilä, P., Sippula, O., Tapanainen, M., Jalava, P., Makkonen, U., Teinilä, K., Saarnio, K., Hillamo, R., Hirvonen, J.-R. & Jokiniemi, 2011: Physicochemical characterization of fine particles from small-scale wood combustion. *Atmospheric Environment*, 2011, 45.

Li, V.S., 2006: Conventional Woodstove Emission Factor Study, Environment Canada

McDonald, J.D., Zielinska, B., Fujita, E.M., Sagebiel, J.C., Chow, J.C. & Watson, J.G, 2000: Fine Particle and Gaseous Emission Rates from Residential Wood Combustion

Muhlbaier, J.L., 1981: Particulate and gaseous emissions from natural gas furnaces and water heaters. *Journal of the air pollution control association*, 31:12, pp. 1268-1273

Naturvårdsverket: Emission factors and emissions from residential biomass combustion in Sweden.

Nielsen, M., Nielsen, O-K. & Hoffmann, L., 2013: Improved inventory for heavy metal emissions from stationary combustion plants – 1990-2009 (in prep.).

Nielsen, M., Nielsen, O-K. & Thomsen, M., 2010: Emissions from decentralized CHP plants 2007 – Energinet.dk environmental project No. 07/1882.

Nussbaumer, T., Klippel, N. & Johansson, L., 2008: Survey on measurements and emission factors on particulate matter from biomass combustion in IEA countries. 16th European Biomass Conference and Exhibition, 2–6 June 2008, Valencia, Spain

Pacyna J.M., Munthe J. (2004). ‘Summary of research of projects on mercury funded by EC DG Research’. Workshop on Mercury Needs for further International Environmental Agreements, Brussels, 29–30.3.2004.

Paulrud, S., Petersson, K., Steen, E., Potter, A., Johansson, L., Persson, H., Gustafsson, K., Johansson, M., Österberg, S. & Munkhammar, I., 2006: Användningsmönster och emissioner från vedeldade lokaledstäder i Sverige (in Swedish)

Perry R.H., Green D.W., (1997). *Chemical Engineers Handbook*, Ed.7, Mc Grow-Hill, London, 1997.

Pettersson, E., Boman, C., Westerholm, R., Boström, D. & Nordin, A., 2011: Stove Performance and Emission Characteristics in Residential Wood Log and Pellet Combustion, Part 2: Wood Stove. *Fuels Energy*, 2011, 25

Pfeiffer, F., Struschka, M., Baumbach, G., Hagenmaier, H. & Hein, K.R.G., 2000: PCDD/PCDF emissions from small firing systems in households. *Chemosphere* 40 (2000) 225-232.

Pulles, T., van der Gon, H.D., Appelman, W. & Verheul, M. (2012): Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles. *Atmospheric Environment*. Accepted, in press.

Pye S., Jones G., Stewart R., Woodfield M., Kubica K., Kubica R., Pacyna J. (2005/1). 'Costs and environmental effectiveness of options for reducing mercury emissions to air from small-scale combustion installations', AEAT/ED48706/Final report v2, December 2005.

Pye S., Thistlethwaite G., Adams M., Woodfield M., Goodwin J., Forster D., Holland M. (2004). Study Contract on the Cost and Environmental Effectiveness of Reducing Air Pollution from Small-scale Combustion Installations' (EC reference ENV.C.1/SER/2003/0099r), <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/>

Quass U., Fermann M., Bröker G.; (2000). 'The European Dioxin Emission Inventory — Stage II Desktop studies and case studies'. Final report 31.12.2000, Vol. 2, pp. 115–120, North Rhine Westphalia State Environment Agency.

Rau, J.A. 1989. Composition and Size Distribution of Residential Wood Smoke Particles. *Aerosol Science and Technology* 10, 181-192. As cited in Kupiainen & Klimont (2002).

Roe S.M., Spivey, M.D., Lindquist, H.C., Kirstin B. Thesing, K.B., Randy P. Strait, R.P & Pechan, E.H. & Associates, Inc, 2004: Estimating Ammonia Emissions from Anthropogenic Non-Agricultural Sources. Draft Final Report. April 2004.

Schmidl, C., Luisser, M., Padouvas, E., Lasselsberger, L., Rzaca, M., Cruz, C.R.-S., Handler, M., Peng, G., Bauer, H. & Puzbaum, H., 2011: Particulate and gaseous emissions from manually and automatically fired small scale combustion systems. *Atmospheric Environment*, 2011, 45.

Syc, M., Horak, J., Hopan, F., Krpec, K., Tomsej, T., Ocelka, T. & Pekarek, V., 2011: Effect of Fuels and Domestic Heating Appliance Types on Emission Factors of Selected Organic Pollutants. *Environmental Science & Technology*, 2011.

Skreiberg, Ø., 1994. 'Advanced techniques for Wood Log Combustion'. Procc. from Comett Expert Workshop on Biomass Combustion May 1994.

Struschka, M., Kilgus, D., Springmann, M. & Baumbach, G., 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, 44/08, Umwelt Bundes Amt, Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD)

The Italian Ministry for the Environment, 2005: Experimental study on atmospheric pollutant emissions from heating systems, in Italy. Promoted by the Italian Ministry for the Environment, in cooperation with: The Lombardy Region, the Piedmont Region, the Italian Oil Union, Assopetroli, ENEA, CTI, SSC, IPASS.

Tissari, J., Hytönen, K., Lyyräinen, J. & Jokiniemi, J., 2007: A novel field measurement method for determining fine particle and gas emissions from residential wood combustion. *Atmospheric Environment*, 2007, 41.

UNEP, 2005: Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. United Nations Environment Programme.

USEPA AP-42 (and USEPA various dates). US-EPA (ed.), 'Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Stationary Point and Area Sources', fifth edition. Available at [www.epa.gov/ttn/chief/ap42/](http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/)

US EPA, 1996: US EPA AP-42, chapter 1.9, Residential Fireplaces

US EPA, 1998: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Chapter 1.4: Natural gas combustion.

US EPA, 2000: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Chapter 3.1: stationary gas turbines.

US EPA, 2011: SPECIATE Version 4.3

Wien, S., England, G. & Chang, M., 2004b: Development of Fine Particulate Emission Factors and Speciation Profiles for Oil and Gas Fired Combustion Systems. Topical Report: Test Results for a Combined Cycle Power Plant with Supplementary Firing, Oxidation Catalyst and SCR at Site Bravo; Prepared for the U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory: Pittsburgh, PA; the Gas Research Institute: Des Plains, IL; and the American Petroleum Institute: Washington, DC, 2004.

Winther, K., 2008: Vurdering af brændekedlers partikelemission til luft i Danmark (in Danish)

Zhang, J., Smith, K.R., Ma, Y., Ye, S., Jiang, F., Qi, W., Liu, P., Khalil, M.A.K., Rasmussen, R.A. & Thorneloe, S.A., 2000: Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission factors. *Atmospheric Environment* 34 (2000) 4537-4549.

Zhang, H., Wang, S., Hao, J., Wan, L., Jiang, J., Zhang, M., Mestl, H.E.S., Alnes, L.W.H., Aunan, K. & Mellouki, A.W., 2012: Chemical and size characterization of particles emitted from the burning of coal and wood in rural households in Guizhou, China. *Atmospheric Environment* 51 (2012) 94-99

## 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/)).

## Приложение А Коэффициенты технологических выбросов

В данном приложении дается компиляция различных данных о выбросах для того, чтобы у пользователей была возможность сравнения с их собственными данными.

**Таблица А 1 Коэффициенты выбросов установок малого сжигания, работающих на угле**

Установка	Загрязнители						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Открытый бытовой камин	n.d.	n.d.	n.d.	14 <sup>1)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовая закрытая печь	<sup>2)</sup> 420	75	1500	n.d.	60	n.d.	n.d.
	<sup>3)</sup> 104 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	709 <sup>1)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовой котел	<sup>4)</sup> 17.2 <sup>1)</sup>	6.2 <sup>1)</sup>	1.8 <sup>1)</sup>	n.d.	0.02 <sup>1)</sup>	n.d.	n.d.
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	n.d.	n.d.	416 <sup>2)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	0.1 <sup>2)</sup>

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания:

1. Отсутствует информация о стандартных эталонах по НМЛОС и ЛОС – используются обычные данные по СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>
2. Исходные первоначальные данные в г/кг;
3. Исходные первоначальные данные в г/кг; предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н 24 ГДж/т (насыпная плотность).
4. Угольная печь;
5. Комнатный обогреватель, мощностью 12,5 кВт, антрацитовый.
6. Котел, использующий битуминозный уголь; n.d. — нет данных.

**Таблица А 2 Коэффициенты выбросов для сжигания промышленного твердого топлива**

Установка	Загрязнители						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Бытовой камин	<sup>2)</sup> n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.0–20	n.d.	n.d.
Бытовые закрытые печи	<sup>3)</sup> n.d.	n.d.	121–275 <sup>2)</sup>	10.5 <sup>2)</sup> ; 16.1 <sup>2)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.
	<sup>4)</sup> 75 <sup>2)</sup> и 127 <sup>2)</sup>	<sup>4)</sup> 75 <sup>2)</sup> и 7 <sup>2)</sup>	1 125 <sup>2)</sup> ; 1 193 <sup>2)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовой котел	<sup>5)</sup> 371	382	12 400	n.d.	91	n.d.	n.d.
	<sup>6)</sup> n.d.	64–73	140–7 400	n.d.	0–500 <sup>7)</sup>	n.d.	n.d.
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	<sup>8)</sup> n.d.	35	270	n.d.	2 <sup>7)</sup>	n.d.	n.d.

Источник: Hobson M. et al., 2003.

Примечания:

1. Отсутствует информация о стандартных эталонах по НМЛОС и ЛОС – обычно используются данные по СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.

- Исходные первоначальные данные в г/кг.
- Камин, 10 кВт, сорта бездымного угля.
- Печи, древесный уголь и брикеты из древесного угля, комнатный обогреватель, мощностью 12,5 кВт, кокс и брикеты промышленного производства.
- ЦГИПВ ЕЭК ООН: Данные Нидерландов по использованию кокса.
- ЦГИПВ ЕЭК ООН: Швеция, котлы, работающие на топливных гранулах, 1,8-2 МВт.
- Как общее содержание углеводов (ТНС).
- ЦГИПВ ЕЭК ООН: Швеция, котлы, работающие на брикетном топливе, 1,8-2 МВт; n.d.- нет данных.

**Таблица А3 Диапазон значений выбросов от установок малого сжигания, работающих на угле, которые используют сжигание в неподвижном слое с противотоком (наполняемые вручную)**

Типы установок	Эффективность %	Сортировка топлива	Коэффициент выбросов загрязняющих веществ						
			СО г/ГДж	SO <sub>2</sub> <sup>а)</sup> г/ГДж	NO <sub>x</sub> г/ГДж	ОКВЧ г/ГДж	16 ПАУ г/ГДж	Бензапирен <sup>а)</sup> мг/ГДж	ЛОС (С3) г/ГДж
Типовая печь	45–75	Несортированный уголь	3 500– 12 500	200–800	100–150	700–900	20–40	200–600	500–700
Кирпичная печь	60–75		2 500– 11 000	200–800	100–200	600– 1 200	15–25	150–350	400–800
Кухонная плита	40–60		3 600– 11 000	200–800	50–150	300– 1 000	50–90	400–650	500– 1 100
Типовой котел	50–67		1 800– 7 000	200–800	50–150	150–500	30–90	600–900	400– 1 200
Современный котел	76–82	Сортированный уголь	200– 1 500	200–800	150–200	50–100	0.2–0.6	2–30	60–120

Источник: Kubisa, 2003/1.

Примечание:

<sup>а)</sup> Коэффициент выбросов диоксида серы сильно зависит от содержания серы в топливе; это - коэффициенты выбросов для содержания серы в диапазоне 0,5% - 1,0% с эффективностью окисления серы примерно 90%.

**Таблица А4 Диапазон выбросов от установок малого сжигания, работающих на угле, которые используют сжигание в неподвижном слое с противотоком (главным образом наполняемые автоматически)**

Типы установок	Эффективность %	Сортировка топлива	Коэффициент выбросов загрязняющих веществ						
			СО г/ГДж	SO <sub>2</sub> <sup>а)</sup> г/ГДж	NO <sub>x</sub> г/ГДж	ОКВЧ г/ГДж	16 ПАУ г/ГДж	Бензапирен <sup>а)</sup> мг/ГДж	ЛОС (С3) г/ГДж
Современный котел <sup>б)</sup>	76–80	Мелкий уголь	2 800– 1 100	250–750	150–200	50–200	0.2–0.8	3–50	100–250
Котел с топками	77–84	Мелкий уголь	1 500– 400	250–750	150–250	30–120	0.2–2.0	5–50	2–50
Механическая топка, ретортный котел	77–89	5–25 мм <sup>с)</sup>	120–800	130–350	150–300	30–60	0.1–0.7	1–20	1–50

Источник: Kubisa, 2003/1.

Примечания:

- <sup>а)</sup> Коэффициент выбросов диоксида серы сильно зависит от содержания серы в топливе; это - коэффициенты выбросов для содержания серы в диапазоне 0,5% - 1,0% с эффективностью окисления серы примерно 90%.



2. <sup>b)</sup> Наполняемые вручную.
3. <sup>c)</sup> Для мощности более 50 кВт, крупность 5-30 мм.

**Таблица А5 Значения выбросов в результате сжигания в печах и малых котлах, полученные в ходе замеров, проводимых в Польше**

Параметр	Единица измерения	Современный котел с нижней загрузкой мощностью 30 кВт		Современный ретортный котел, с верхней загрузкой		Печь мощностью 5,7 кВт	
		Уголь J	Уголь W	50 кВт	150 кВт	Уголь J	Уголь W
Тепловой к.п.д.	%	67.8	70.9	82.9	82.0	54.7	51.2
CO	г/ГДж	3 939	2 994	48	793	3 271	2 360
SO <sub>2</sub>	г/ГДж	361.6	282.8	347.8	131.5	253.0	211.0
NO <sub>x</sub> в виде NO <sub>2</sub>	г/ГДж	190.3	162.3	172.9	160.0	81.2	104.0
ЛОС (СЗ)	г/ГДж	514.2	483.1	6.1	4.8	486.0	700.0
Пыль; ОКВЧ	г/ГДж	227.0	294.0	267	30.0	523.0	720.0
16 ПАУ	мг/ГДж	26 688	29 676	87.2	0.2	39 500	3 2800
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	нг I-Teq/ГДж	285.0	804.1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Источник: Kubica, ЦГИПВ ЕЭК ООН, 2002/1.

Примечание:

n.d. — нет данных.

**Таблица А6 Коэффициенты выбросов для современных малых котлов, использующих угольное топливо (< 1 МВт) в Польше. Рекомендательные типовые требования**

Загрязняющие вещества	Современные котлы с нижней подачей, заполняемые вручную	Современные котлы с верхней подачей, заполняемые автоматически
	Коэффициент выбросов (г/ГДж)	
Моноксид углерода, CO	≤ 2 000	≤ 1 000
Диоксид азота; NO <sub>x</sub> в виде NO <sub>2</sub>	≤ 150	≤ 200
Диоксид серы; SO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	≤ 400	≤ 400
Пыль; ОКВЧ	≤ 120	≤ 100
Общий органический углерод <sup>2)</sup>	≤ 80	≤ 50
16 ПАУ согласно данным Агентства по охране окружающей среды	≤ 1.2	≤ 0.8
Бензо(а)пирен; В(а)Р	≤ 0.08	≤ 0.05

Источник: Kubica, 2003/1, Kubica, ЦГИПВ ЕЭК ООН, (2002/1).

Примечания:

1. <sup>1)</sup> Коэффициент выбросов диоксида серы сильно зависит от содержания серы в топливе; данные коэффициенты выбросов были утверждены для содержания серы < 0.6 %.
2. <sup>2)</sup> Общий органический углерод является суммой органических загрязняющих веществ как газообразной фазы, так и растворимых частиц органического растворителя, кроме C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> (Kubica 2003/1).

**Таблица А7 Значения выбросов от совместного сжигания угля и древесины в малых и средних котлах в Польше**

Параметр	Единица измерения	Автоматически заполняемый котел с горелками мощностью 25 кВт		Котел кипящего слоя мощностью 63 МВт		Топки с подвижными колосниковыми решетками; 10 МВт		Топки с подвижными колосниковыми решетками; 25 МВт	
		Уголь	Максимум и минимум 80% угля и 20% древесины	Уголь	91% по массе угля и 9% древесины	Уголь	92 % по массе угля и 8 % древесины	Уголь	97% по массе угля и 3% сухого осадка сточных вод
Тепловой к.п.д.	%	79.1	81.6	87.4	86.2	81.1	81.4	84.4	85.7
СО	г/ГДж	254	333	35.2	41.5	120	63	23.8	24.7
SO <sub>2</sub>	г/ГДж	464	353	379	311	290	251	490	557
NO <sub>x</sub> в виде NO <sub>2</sub>	г/ГДж	269	232	109	96	150	155	137	141
ЛОС (СЗ)	г/ГДж	14.0	9.5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Пыль; ОКВЧ	г/ГДж	50.3	37.6	6.6	7.7	735	948	133	111
16 ПАУ	мг/ГДж	401	207	346	121	126	117	269	63

Источник: Kubiczka, et al., 2003/2.

Примечание:

n.d. — нет данных.

**Таблица А8 Коэффициенты выбросов для сжигания биомассы; сравнение конструкции печи низкого и высокого уровня**

Выбросы	Низкого уровня	Высокого уровня
Коэффициент избытка воздуха, λ	2–4	1.5–2
СО; г/ГДж	625–3125	13–156
СхНу <sup>2)</sup> ; г/ГДж	63–312	< 6
ПАУ; мг/ГДж	62–6 250	< 6.2
Частицы, после циклона; г/ГДж	94–312	31–94

Источник: van Loo, 2002.

Примечания:

- 1) Исходные первоначальные данные в мг/м<sup>3</sup><sub>0</sub> при содержании 11% O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ц</sub> 16 ГДж/т и 10 м<sup>3</sup>/кг топочных газов.
- 2) Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.

**Таблица А9 Коэффициенты выбросов для горелок, работающих на топливных гранулах в Швеции**

Тип горелок	ОКВЧ (г/ГДж)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	Общее содержание углеводородов <sup>1)</sup> (г/ГДж)	NO <sub>x</sub> (г/ГДж)	Производи- тельность (кВт)
Горелка, работающая на топливных гранулах (непрерывная работа)						
Номинальный эффект	22	9.5	11.1	3	73	10.7
Мощность 6 кВт	4	6.0	14.6	78	70	6.2
Производимая электроэнергия 6 кВт*	28	4.8	15.8	31	68	6.2
Производимая электроэнергия 3 кВт	65	3.7	16.9	252	66	3.2
Горелка, работающая на топливных гранулах (электрический запал)						
Номинальный эффект	16	13.0	7.4	1	70	22.2
Производимая электроэнергия 6 кВт	64	9.1	11.3	60	64	6.1
Производимая электроэнергия 6 кВт+	-	10.6	9.7	41	174	6.3
Производимая электроэнергия 3 кВт	15	8.6	11.9	10	67	3.1

Источник: Bostrom, 2002.

Примечания:

1. Отсутствует информация о стандартных эталонах по общему содержанию углеводородов (ТНС) – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.
2. \*Мощная вентиляция, + древесина с высоким содержанием золы.

**Таблица А10 Коэффициенты выбросов для котлов, работающих на древесном топливе, в Швеции**

Тип горелок	ОКВЧ (г/ГДж)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	Общее содержание углеводородов <sup>1)</sup> (г/ГДж)	CO (г/ГДж)	NO <sub>x</sub> (г/ГДж)
Котел с водяным охлаждением						
Периодическое сжигание поленьев	89	6.8	13.4	1 111	4 774	71
Котел с водяным охлаждением						
Эксплуатация с использованием аккумулятора	103	8.3	11.8	1 500	5 879	67
Периодическое сжигание поленьев	n.d.	5.6	13.4	4 729	16 267	28
Холодный запуск	2 243	6.9	14.6	2 958	8 193	64

Источник: Bostrom, 2002.

Примечание:

- 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по общему содержанию углеводородов (ТНС) – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.
- 2) n.d. — нет данных.

**Таблица А11 Средние арифметические значения выбросов для сжигания древесины.**  
 Данные были собраны в ходе исследований, проводившихся Международным энергетическим агентством (МЭА) в разных странах (Норвегии, Швейцарии, Финляндии, Великобритании и Дании)

Методики	NO <sub>x</sub> (г/ГДж)	СО (г/ГДж)	ЛОС <sup>а)</sup> (г/ГДж)	Общее содержание углеводородов (ТНС) в виде С <sub>Н</sub> <sub>4</sub> (г/ГДж)	Частицы, ОКВЧ (г/ГДж)	ПАУ мг/ГДж
Циклонные печи	333	38	2.1	n.d.	59	n.d.
Котлы кипящего слоя	170	0	n.d.	1	2	4
Пылесжигательные топки	69	164	n.d.	8	86	22
Установки с колосниковыми решетками	111	1 846	n.d.	67	122	4 040
Топки с механическим забрасывателем	98	457	n.d.	4	59	9
Котлы, работающие на древесном топливе	101	4 975	n.d.	1 330	n.d.	30
Современные дровяные печи	58	1 730	n.d.	200	98	26
Традиционные дровяные печи	29	6 956	671	1 750	1 921	3 445
Камины	n.d.	6 716	520	n.d.	6 053	105

Источник: van Loo, 2002.

Примечания:

1. Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по С<sub>Н</sub><sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.
2. n.d. — нет данных.

**Таблица А12 Средние арифметические значения выбросов в результате сжигания биомассы в в ограниченных областях применения**

Методики	Нагрузка (кВт)	Коэффициент избытка воздуха	СО (г/ГДж)	С <sub>х</sub> Н <sub>у</sub> <sup>а)</sup> (г/ГДж)	Частицы ОКВЧ (г/ГДж)	NO <sub>x</sub> (г/ГДж)	Температура (°С)	Эффективность (%)
Дровяные печи	9.33	2.43	3 116	363	81	74	307	70
Каминные вставки	14.07	2.87	2 702	303	41	96	283	74
Печи, накапливающие тепло	13.31	2.53	1 723	165	34	92	224	78
Печи, работающие на топливных гранулах	8.97	3.00	275	7	28	92	132	83
Каталитические дровяные печи	6.00	n.d.	586	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Источник: van Loo, 2000.

Примечания:

1. Исходные первоначальные данные в мг/м<sup>3</sup> при содержании 13 % O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ц</sub> 16 ГДж/т и 10 м<sup>3</sup>/кг топочных газов.
2. <sup>а)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub> – обычно используются данные по С<sub>Н</sub><sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.
3. n.d. — нет данных.

**Таблица А13 Выбросы в результате применения малых промышленных установок для сжигания древесной щепы в Нидерландах (г/ГДж)**

Тип работы	Принцип сжигания	Регулирование тяги	Мощность, кВт	СО	СхНу <sup>а)</sup>	NOx	ОКВЧ	Эффективность (%)
Ручная	Горизонтальная колосниковая решетка	Естественная, нерегулируемая	36	1 494	78	97	13	85
		Принудительная, нерегулируемая	34.6	2 156	81	108	18	83.5
			30	410	13	114	21	90
Автоматическая	Котел с механическим забрасывателем	Принудительная, регулируемая	~40	41	2	74	50	85.4
			320	19	2	116	32	89.1

Источник: van Loo, 2002.

Примечания:

1. Исходные первоначальные данные в мг/м<sup>3</sup> при содержании 11 % O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ц</sub> 16 ГДж/т и 10 м<sup>3</sup>/кг топочных газов.
2. <sup>а)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.
3. n.d. — нет данных.

**Таблица А14 Значения выбросов в результате сжигания биомассы при ограниченном использовании, полученные в ходе замеров, проводимых в Польше**

Методики	Мощность, (кВт)	SO <sub>2</sub> (г/ГДж)	СО (г/ГДж)	ЛОС в виде С3 (г/ГДж)	ОКВЧ (г/ГДж)	NOx (г/ГДж)	16 ПАУ, г/ГДж	Эффективность (%)
Дровяные печи, использующие в качестве топлива поленья	5.7	9.8	6 290	1 660	1 610	69	33 550	64.4
Топка с верхней загрузкой, для сжигания топливных гранул	25	29	200	21	9.9	179	71	80.4
Топки, работающие на топливных гранулах	20.5	6.0	58.5	7.2	29.7	295	122	85.7
Газовая плита, с предварительной сушильной камерой	20.0	21.0	1 226	6.8	15.6	78.9	480	83.9

Источник: Kubica et al., 2002/2.

**Таблица А15 Значения выбросов в результате сжигания в малых и средних котлах, полученные в ходе замеров, проводимых в Польше**

Параметр	Единица измерения	Котел с топкой на соломе с неподвижной решеткой мощностью 65 кВт		Современный котел с нижней загрузкой 30 кВт		Автоматические котлы	
		Рапсовая солома	Пшеничная солома	Брикеты из древесных опилок	Крупные куски сосновой древесины	3,5 МВт	1,5 МВт
						Смесь соломы зерновых злаков	
Тепловой к.п.д.	%	81.	84.2	81.3	76	90.1	84.3
CO	г/ГДж	2 230	4 172	1 757	2 403	427	1 484
SO <sub>2</sub>	г/ГДж	127.1	66.5	15.9	4.8	74.6	151.0
NO <sub>x</sub> в виде NO <sub>2</sub>	г/ГДж	105.3	76.1	41.6	31.7	110.1	405.0
ЛОС в виде СЗ	г/ГДж	Сведений нет	Сведений нет	176.1	336.4	Сведений нет	Сведений нет
ОКВЧ	г/ГДж	654.0	901.0	39.0	116.0	31.5	109.0
Общий органический углерод <sup>1)</sup>	г/ГДж	59.4	39.4	98.6	176.0	18.1	39.0
16 ПАУ согласно данным Агентства по охране окружающей среды	мг/ГДж	9 489	3 381	9 100	9 716	197	0.4
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	Токсический Эквивалент /ГДж	840.9	746.2	107.5	1 603	Сведений нет	Сведений нет

Источник: Kubica, 2003/1, Kubica, ЦГИПВ ЕЭК ООН, (2002/1).

**Таблица А16 Коэффициенты выбросов для котлов мощностью 1,75 МВт и 2 МВт в Швеции**

Топливо	Производительность (%)	O <sub>2</sub> (%)	СО (г/ГДж)	Общее содержание углеводорода в (ТНС) (г/ГДж)	СН <sub>4</sub> (г/ГДж)	ОКВЧ (г/ГДж)	NO <sub>x</sub> (г/ГДж)	NH <sub>3</sub> (г/ГДж)
Древесные топливные гранулы	20	4	7 400	500	400	43	17	6
Древесные топливные гранулы	50	7	1 600	17	< 1	43	27	1
Древесные топливные гранулы	100	4	140	< 1	< 1	32	37	< 1
Брикеты	100	6.3	270	2	< 1	36	35	< 1
Лесосечные отходы	100	6.5	42	< 1	< 1	71	74	< 1
Древесная щепа	100	7.2	3 900	48	31	51	25	2

Источник: *Bostrom C-A, ЦГИПВ ЕЭК ООН(2002.)*.

Примечание:

<sup>a)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>.

**Таблица А17 Коэффициенты выбросов для установок малого сжигания, работающих на биомассе**

Установка	Загрязняющие вещества						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Бытовой камин	n.d.	n.d.	4 000	n.d.	90–800	13 937; 10 062; 7 9371 <sup>2)</sup>	n.d.
Бытовые закрытые печи	<sup>3)</sup> n.d.	29	7 000	1 750 <sup>5)</sup>	670	3 500	n.d.
	<sup>4)</sup> n.d.	58	1 700	200 <sup>5)</sup>	n.d.	26	n.d.
Бытовой котел	<sup>6)</sup> n.d.	101	5 000	1 330 <sup>5)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.
Малый промышленный или институциональный котел	<sup>7)</sup> n.d.	25	3 900	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	<sup>8)</sup> n.d.	n.d.	n.d.	480	n.d.	n.d.	n.d.
	<sup>9)</sup> n.d.	n.d.	n.d.	96	n.d.	n.d.	n.d.

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания:

- <sup>1)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по НМЛОС и ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.
- <sup>2)</sup> Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>d</sub> 16 ГДж/т и ПАУ, являющиеся ∑16 ПАУ.
- <sup>3)</sup> Традиционная дровяная печь.
- <sup>4)</sup> Современная дровяная печь.
- <sup>5)</sup> Общее содержание углеводов (ТНС) в виде CH<sub>4</sub>.
- <sup>6)</sup> Котлы, работающие на древесном топливе
- <sup>7)</sup> Котлы, работающие на древесной щепе мощностью 1,8-2 МВт
- <sup>8)</sup> котел мощностью 120 кВт, работающий на древесине, древесным угле, демонстрационный.
- <sup>9)</sup> Усовершенствованный котел мощностью 120 кВт, работающий на древесине, древесным угле.
- n.d. — нет данных.

**Таблица А18 Коэффициенты выбросов для бытовых процессов сжигания (г/ГДж) в Нидерландах**

Загрязняющее вещество	Топливо				
	Природный газ	Нефть	СНГ	Нефтепродукт	Уголь
ЛОС <sup>1)</sup>	6.3	15	2	10	60
SO <sub>2</sub>	0.22	87	0.22	4.6	420
N <sub>2</sub> O	0.1	0.6	0.1	0.6	1.5
NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	57.5	50	40	50	75
CO	15.8	60	10	10	1 500
CO <sub>2</sub>	55 920	73 000	66 000	73 000	103 000
ОКВЧ	0.3	5	10	2	200
PM <sub>10</sub>	0.3	4.5	2	1.8	120
Частицы > ТЧ <sub>10</sub>	-	0.5	-	0.2	80

Источник: Heslinga D., 2002.

Примечание:

- <sup>1)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.



**Таблица А19 Коэффициенты выбросов установок малого сжигания, работающих на газе и нефтяном топливе (г/ГДж), полученные в ходе замеров, проводимых в Польше**

Загрязняющее вещество	Топливо							
	Природный газ				Нефть			
	35 кВт	218 кВт	210 кВт	650 кВт	35 кВт	195 кВт	400 кВт	650 кВт
НМЛОС (в виде С3) <sup>1)</sup>	8.9	7.8	6.2	0.6	5	4.2	10	2.1
SO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	-	-	-	-	110	112	140	120.3
NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> ) <sup>1)</sup>	142	59.1	24.6	38.4	43	56.4	60	56.7
CO <sup>1)</sup>	10.3	30.9	21.2	15.3	46	44	45	33.6
Общий органический углерод <sup>1)</sup>	5.5	6.4	4.2	4.5	25	20.8	15	7.5
SO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	n.d.	-	-	-	115–145 в среднем 130	-	-	-
NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> ) <sup>2)</sup>	17-22 в среднем 20	-	-	-	35-55 в среднем 40	-	-	-
CO <sup>2)</sup>	7–12 в среднем 9	-	-	-	10-12 в среднем 11	-	-	-

Источник: <sup>1)</sup> Kubica et al., 1999; <sup>2)</sup> Kubica et al., 2005/2 Измерения производились в полевых условиях.

Примечание:  
n.d. — нет данных.

**Таблица А20 Коэффициенты выбросов установок малого сжигания, работающих на газе и нефтяном топливе (г/ГДж), полученные в ходе замеров, проводимых в Польше**

Загрязняющее вещество	Топливо							
	Природный газ					Нефть		
	2,1 МВт	11,0 МВт	5,8 МВт	4,6 МВт	2,3 МВт	1,7 МВт	2,2 МВт	
NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	64	30	29	38	23	66	63	
CO	3.1	0.0	0.0	3.6	0.4	0.0	1.4	
SO <sub>2</sub>	не упомянуто	не упомянуто	не упомянуто	не упомянуто	не упомянуто	105	69	
ОКВЧ	не упомянуто	0.2	0.2	не упомянуто	0.1	не упомянуто	0.2	

Источник: Czekalski B et al., 2003.

Таблица А21 Коэффициенты выбросов для установок малого сжигания, работающих на газе

Установка	Загрязняющие вещества						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Открытые камины	0.5	50	20	6	n.d.	n.d.	n.d.
Закрытые печи	0.5	50	10	3	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовой котел	0.2; 0.5	40.2; 57.5	8.5; 15.8	3.0; 15.0	5–30	n.d.	1.5 <sup>2)</sup>
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	n.d.	n.d.	n.d.	1.0; 5.0	5.0	n.d.	0.1 <sup>1)</sup> 38 <sup>3)</sup>
Сельскохозяйственная нагревательная установка	0.22	65	10	n.d.	30	n.d.	n.d.
ТЭЦ: Паровая, газовая турбина;	n.d.	179	43	2.1	n.d.	n.d.	n.d.

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания:

- 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Исходные первоначальные данные в мг/т предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ч</sub> 35 ГДж/т.
- 2) мг/1000хм<sup>3</sup>
- 3) n.d. — нет данных.

Таблица А22 Коэффициенты выбросов для установок малого сжигания, работающих на СНГ

Установка	Загрязняющие вещества						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Открытые камины	Нет						
Закрытые печи	n.d.	n.d.	454 <sup>1)</sup>	447 <sup>1)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовой котел	0.22	40	10	n.d.	2	n.d.	n.d.
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.
Сельскохозяйственная нагревательная установка	0.22	40	10	n.d.	2	n.d.	n.d.
ТЭЦ Паровая, газовая турбина	Нет						

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания

- 1) <sup>1)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ч</sub> 42 ГДж/т.
- 2) n.d. — нет данных.

**Таблица А23 Коэффициенты выбросов для установок малого сжигания, работающих на жидком котельном топливе (керосине)**

Установка	Загрязняющие вещества						
	г/ГДж					мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Бытовой камин	Нет						
Бытовые закрытые печи	n.d.	n.d.	421 <sup>2)</sup> ; 1 478 <sup>2)</sup>	354 <sup>2)</sup> ; 1 457 <sup>2)</sup>	n.d.	n.d.	n.d.
Бытовой котел	87	50	60	1.5; 7.5	15	n.d.	0.1
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	n.d.	n.d.	n.d.	1.0; 5.0	n.d.	n.d.	n.d.
Сельскохозяйственная нагревательная установка	0.22	50	10	n.d.	10	n.d.	n.d.
ТЭЦ Паровая, газовая турбина	Нет						

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания:

- 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.
- 2) Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ц</sub> 42 ГДж/т.
- 3) n.d. — нет данных.

**Таблица А24 Коэффициенты выбросов для установок малого сжигания, работающих на нефтяном топливе**

Установка	Загрязняющие вещества							
	г/ГДж						мг/ГДж	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	ТЧ <sub>10</sub>	НМЛОС <sup>1)</sup>	ЛОС <sup>1)</sup>	ПАУ	Бензарирен
Бытовой камин	Нет							
Бытовые закрытые печи	Нет							
Бытовой котел	n.d.	n.d.	n.d.	8.0– 50	n.d.	10	n.d.	0.08 <sup>2)</sup>
Малый котел для коммерческого/институционального сектора	<sup>3)</sup> 449	62.4	15.6	3.1	n.d.	0.6	n.d.	n.d.
	<sup>4)</sup> 467	61.4	15.4	18.5	n.d.	0.6	n.d.	n.d.
	<sup>5)</sup> 488	169	15.4	26.4	n.d.	0.9	n.d.	n.d.
	n.d.	n.d.	n.d.	3–23	n.d.	8	n.d.	0.1 <sup>2)</sup> ; 0.5 <sup>2)</sup> ; 0.5 <sup>2)</sup>
Сельскохозяйственная нагревательная установка	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	0.08 <sup>2)</sup>
ТЭЦ <sup>6)</sup>	n.d.	186	14		2.1	6.8	n.d.	0.1 <sup>2)</sup>

Источник: Hobson M., et al., 2003).

Примечания:

- 1) <sup>1)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.
- 2) <sup>2)</sup> Исходные первоначальные данные в г/Мт предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ц</sub> 42 ГДж/т.
- 3) <sup>3)</sup> 1,5 % серы (S).

- 4) <sup>4)</sup> 4,5 % серы (S).  
 5) <sup>5)</sup> 5,5 % серы (S).  
 6) <sup>6)</sup> Генераторная силовая станция.  
 7) n.d. — нет данных.

**Таблица A25 Выбросы загрязняющих веществ от газообразного, жидкого и угольного топлива из установок малого сжигания в Италии**

Установка		Загрязняющие вещества						
		г/ГДж						
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	ЛОС <sup>1)</sup>	ОКВЧ	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>
Природный газ	Диапазон	0.22–0.5	7.8–350	20–50	0.5–10	0.03–3	0.03–3	0.03–0.5
	В среднем	0.5	50	25	5	0.2	0.2	0.2
СНГ	Диапазон	9.7–150	30–269	20–40	0.1–15	0.2–50	0.2–50	0.2–50
	В среднем	100	50	20	3	5	5	5
Жидкое котельное топливо	Диапазон	69–150	24–370	5–40	1.1–48	1.5–60	1.5–60	1.5–50
	В среднем	150	150	16	10	40	40	30
Уголь	Диапазон	60–2 252	45–545	100–5 000	3–600	70–350	10–400	30–200
	В среднем	650	150	2 000	200	150	140	70

Источник: Caserini S. 2004.

Примечание:

- <sup>1)</sup> Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

**Таблица А26 Секторальные коэффициенты выбросов для печного оборудования в Германии в секторе домашних хозяйств и секторе мелких потребителей, в 1995 году (Pfeiffer et al.) 2000)**

Сектор	Топливо	Загрязняющие вещества				
		г/ГДж				
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> в виде NO <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	ОКВЧ
Домашние хозяйства	Высокосортный уголь и высокосортные продукты	456	51	4 846	95 732	254
	Высокосортный уголь	380	49	5 279	95 930	278
	Брикеты	561	54	4 246	95 457	221
	Кокс из высокосортных углей	511	60	6 463	106 167	15
	Брикеты из бурого угля	261	71	3 732	96 021	86
	Натуральная древесина	7	50	3 823	103 093	42
	Дистиллятное топливо	77	46	25	73 344	1.6
	Природный газ	0.5	38	14	55 796	0.03
Мелкие потребители	Высокосортный уголь и высокосортные продукты	419	108	564	95 930	278
	Высокосортный уголь	419	108	564	95 930	278
	Кокс из высокосортных углей	370	61	1 498	106 167	12
	Брикеты из бурого угля	234	87	4 900	95 663	59
	Натуральная древесина и древесные отходы	9.1	78	2 752	101 099	45
	Дистиллятное топливо	77	47	14	73 344	1.7
	Остаточный нефтепродукт	384	162	9.9	75 740	38
	Природный газ	0.5	31	11	55 796	0.03

**Таблица А27 Коэффициенты выбросов CO, NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> для современных методик сжигания угля и биомассы**

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
BLT, 2000/1	Котлы, работающие на древесном топливе, с двумя топочными камерами и звуковым локатором «лямбда»	n.d.	100	141
BLT, 2000/1	Котел производительностью 25 кВт, работающий на древесных топливных гранулах и щепе с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	127; n.d.	186; 589

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
	Котел производительностью 43 кВт, работающий на древесных топливных гранулах и древесной щепе с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	110; 71	60; 37
	Котел мощностью 60 кВт, работающий на древесном топливе, воздушно-сухой древесине дуба с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	79; n.d.	127; 720
	Котел мощностью 25 кВт, работающий на древесной щепе с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	115; n.d.	23; 358
	Котел производительностью 46,7 кВт, работающий на древесных топливных гранулах с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	110; 118	118; 172
BLT, 2003	Котел производительностью 7,7, 26 кВт, работающий на древесных топливных гранулах и брикетах с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	67; n.d.	7; 44
BLT, 1999г.	Котел производительностью 500 кВт, работающий на древесной щепе с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	123; n.d.	16; 126
BLT, 2004г./1	Котел производительностью 20 кВт, работающий на древесной щепе с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	44; n.d.	17; 108
BLT, 2004/2	Котел производительностью 50 кВт, работающий на древесных поленьях и брикетах с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	109; n.d.	44; n.d.
BLT, 2000г./2	Камерный котел, производительностью 60 кВт, работающий на древесных брикетах с предельной нагрузкой 100% и 33%	n.d.	88; n.d.	30; 120
BLT, 2005/2	Камерный котел, производительностью 27 кВт, работающий на древесных поленьях	n.d.	78	131
Houck et al., 2001 <sup>1)</sup>	Камины; сухая древесина	n.d.	n.d.	4 010
Hübner et al., 2005 <sup>2)</sup>	Котел < 50 кВт; работающий на древесных топливных гранулах	n.d.	n.d.	120
	Котел; работающий на колотых древесных поленьях	n.d.	n.d.	790–1 400
	Котел; работающий на коксе	n.d.	n.d.	2 400
	Котел; работающий на древесине и коксе	n.d.	n.d.	3 500

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
	Котел; работающий на древесине, брикетах из бурого угля	n.d.	n.d.	4 200
	Котел; работающий на древесных поленьях (на буковой древесине, древесине хвойных деревьев)	n.d.	n.d.	3 800
	Котел; работающий на древесине (на буковой древесине, древесине хвойных деревьев), коксе	n.d.	n.d.	2 100
	Котел; работающий на древесных брикетах, брикетах из бурого угля, древесине	n.d.	n.d.	2 100
	Печь; работающая на поленьях из буковой древесины	n.d.	n.d.	2 100–4 700
	Печь; работающая на древесине	n.d.	n.d.	1 500
	Печь; работающая на древесине хвойных деревьев (маленьких поленьях)	n.d.	n.d.	2 400
	Печь; работающая на древесине (маленьких поленьях)	n.d.	n.d.	1 600
	Печь; работающая на древесных брикетах	n.d.	n.d.	4 600
Johansson et al., 2001 <sup>1)</sup>	Котлы производительностью 1,75-2,5 МВт, работающие на древесных топливных гранулах, с неподвижными решетками и движущимися скребками	n.d.	30–50	20–100
Houck et al., 2000 <sup>1)</sup>	Печь обычного типа, работающая на дровах в кордах	n.d.	n.d.	7 200
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины	n.d.	n.d.	1 400–1 630
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, из твердой древесины	n.d.	n.d.	125; 188; 219
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины, с верхней подачей	n.d.	n.d.	146; 449; 510
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины, с нижней подачей	n.d.	n.d.	112; 169

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
Boman et al., 2005	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (высокая нагрузка)	n.d.	31-36; в среднем 33	52-100; в среднем 88
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (низкая нагрузка 2,3 кВт)	n.d.	29-33; в среднем 31	243-383; в среднем 299
	Дровяная печь с естественной тягой, с производительностью 9 кВт; топливо – березовая, сосновая древесина, древесина хвойных деревьев	n.d.	37-71; в среднем 50	1 200-7 700; в среднем 3 800
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4-9,5 кВт; топливо - сосновая древесина, древесина хвойных деревьев (высокая нагрузка)	n.d.	57-65; в среднем 61	110-170; в среднем 140
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4 - 9,5 кВт; топливо - сосновая древесина, древесина хвойных деревьев (низкая нагрузка 30%)	n.d.	52-57; в среднем 54	320-810; в среднем 580
Kubica, 2004/2.	Котлы, работающие на древесных топливных гранулах			
Kubica et al., 2005/4	Автоматически наполняемые угольные котлы-топки; топливо – мелкий уголь (определенной крупности)	120-450; в среднем 260	96–260; в среднем 190	90–850 в среднем 280
	Автоматически наполняемые угольные котлы; топливо - мелкий уголь (уголь определенной крупности)	355–600 в среднем 420	70–200 в среднем 145	60–800 в среднем 450
Kubica K.; 2004/1	Печь обычного типа с производительностью 5 кВт	253	81	2 272
Kubica, 2004/2	Котел, топка; топливо – древесные топливные гранулы	n.d.	n.d.	300–500
	Камерный котел, с верхней подачей; топливо – мелкий уголь	250–700	100–150	1 100–2 800
	Автоматический котел, топка; топливо - мелкий уголь	130–350	100–250	120–800
	Автоматический угольный котел; топливо - мелкий уголь	250–700	100–250	400–1500



Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
	Камерный котел, с использованием современной технологии; уголь определенной крупности)	150–550	150–250	50–100
Kubica et al., 2005/1	Котлы с движущейся колосниковой решеткой с производительностью 5 – 32 МВт	n.d.	116–137	10–24
	Котлы с движущейся колосниковой решеткой с производительностью 0,3 – 0,6 МВт	n.d.	146–248	36–363 <sup>4)</sup>
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь	n.d.	140	130
	Автоматически наполняемый угольный котел - топка	n.d.	70–220	120–800
	Котел, с нижней подачей, топливо - уголь-орешек	n.d.	150–200	200–1500
	Котел, с верхней подачей, топливо - уголь-орешек	n.d.	50–150	1 800–3 500
	Котел, с нижней подачей, топливо – древесные поленья	n.d.	32	2 403
	Котел, с нижней подачей, топливо - древесные брикеты	n.d.	42	1 757
	Автоматически наполняемый угольный котел – топка с производительностью 30 кВт, топливо – древесные топливные гранулы	n.d.	200	200
	Автоматически наполняемый котел, топливо – древесная щепа	n.d.	150	880
Kubica at al., 2005/23)	Автоматически наполняемый угольный котел – топка ≤ 25 кВт (на 120 шт.) топливо – мелкий уголь	n.d.	67-207; в среднем 161	104-320; в среднем 150
	Автоматически наполняемый угольный котел, ≤ 25 кВт (на 68 шт.); топливо – мелкий уголь,	155–496 в среднем 252	64-208; в среднем 122	119-435; в среднем 232

Примечания:

- 1) <sup>1)</sup> Исходные первоначальные данные в г/кг топлива предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>ч</sub> 24 ГДж/т (насыпная плотность) для каменного угля, 17 ГДж/т (насыпная плотность) для лигнита и бурого угля, 30 ГДж/т (насыпная плотность) для антрацита, 30 ГДж/т (насыпная плотность) для кокса; 16 ГДж/т (насыпная плотность) для древесины, 42 ГДж/т (насыпная плотность) для нефти и 35 ГДж/т (насыпная плотность) для природного газа.
- 2) <sup>2)</sup> Производительность всех котлов < 50 кВт и всех печей < 10 кВт.
- 3) <sup>3)</sup> Измерения производились в полевых условиях.
- 4) n.d. — нет данных.

**Таблица А 28 Коэффициенты выбросов для установок, использующих в качестве топлива древесину, в Британской Колумбии (Gulland, 2003)**

Установка	Загрязняющие вещества <sup>1)</sup>						
	г/ГДж						
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	ЛОС <sup>1)</sup>	ОКВЧ	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>
<b>Камин</b>							
Обычного типа со стеклянными дверцами	12.5	87.5	6 162.5	1 312.5	843.75	812.5	806.25
Обычного типа без стеклянных дверей	12.5	87.5	4 856.3	406.3	1 206.3	1 156.3	1 156.3
Современная технология	12.5	87.5	4 400	437.5	318.75	300	300
Вставка; обычного типа	12.5	87.5	7 212.5	1 331.3	900	850	850
Вставка; каталитическая	12.5	87.5	4 400	437.5	318.8	300	300
Вставка; современная технология	12.5	87.5	4 400	437.5	318.8	300	300
<b>Дровяная печь</b>							
Обычного типа	12.5	87.5	6 250	2 218.8	1 537.5	1 450	1 450
Обычного типа, негерметичная	12.5	87.5	6 250	2 218.8	1 537.5	1 450	1 450
Обычного типа, герметичная	12.5	87.5	7 212.5	1 331.3	900	850	850
Современная технология	12.5	87.5	4 400	437.5	318.8	300	300
Каталитическая	12.5	87.5	4 400	437.5	318.8	300	300
Печь, работающая на топливных гранулах	12.5	87.5	550	94	75	69.7	64
<b>Котлы</b>							
Центральная печь/ с (внутренним) котлом	12.5	87.5	4 281.3	1 331.3	881.3	831.3	831.3
Центральная печь/ с котлом (снаружи)	12.5	87.5	4 281.3	1 331.3	881.3	831.3	831.3
Прочее оборудование	12.5	87.5	7 212.5	1 331.3	900	850	850

Примечание:

<sup>1)</sup> Исходные первоначальные данные в кг/т топлива предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>д</sub> 16 ГДж/т для древесины.

**Таблица А 29 Коэффициенты выбросов твердых частиц при сжигании угля и твердых видов промышленного топлива (г/ГДж) приводятся в справочных источниках**

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
BUWAL, 2001 <sup>1)</sup>	Малые печи	n.d.	110	270
	Бытовой котел	n.d.	90	150
СЕРМЕИР, 2002 <sup>1)</sup>	Бытовой, топливо – бурый уголь	70	140	350
	Бытовой, топливо – каменный уголь («высокого качества»)	60	120	300
	Бытовой, топливо – каменный уголь («низкого качества»)	25	50	100
	Бытовой, топливо – каменный уголь («низкого качества»)	100	200	800
Pfeiffer et al., 2000 <sup>1)</sup>	Бытовой, топливо – каменный уголь	n.d.	n.d.	260–280
	Бытовой, топливо – брикеты из бурого угля	n.d.	n.d.	120–130
	Бытовой, топливо - кокс	n.d.	n.d.	14
Spitzer et al., 1998 <sup>1)</sup>	Отопление жилых помещений	n.d.	n.d.	153±50 %
	Котел, печи для домов	n.d.	n.d.	94±54 %
Winiwarter et al, 2001 <sup>1)</sup>	Бытовые установки	75	85	94
	Бытовые печи, камины	122	138	153
UBA, 1999a <sup>1)</sup>	Бытовые печи, топливо – каменный уголь	n.d.	n.d.	250
	Бытовые печи, топливо – бурый уголь	n.d.	n.d.	350
Агентство по охране окружающей среды, 1998a <sup>1)</sup>	Малые котлы, с верхней загрузкой	n.d.	n.d.	291
	Малые котлы, с нижней загрузкой	n.d.	n.d.	273
	Топка, с использованием каменного угля в качестве топлива	n.d.	n.d.	1 200
	Котлы, использующие в качестве топлива pulverизованный лигнит	n.d.	n.d.	1 105
Meier и Bischoff, 1996 <sup>1)</sup>	Сжигание на топочной решетке, топливо - лигнит	n.d.	n.d.	2 237
Hobson M. et al, 2003	Бытовой камин; < 10 кВт, топливо - уголь	n.d.	375 <sup>2)</sup> – 459 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовой камин; < 10 кВт, топливо - сорта бездымного угля	n.d.	38–67 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовой камин; < 10 кВт, топливо – смесь нефтяного кокса	n.d.	96–117 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовой камин; < 5 кВт, топливо - уголь	n.d.	1 683 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовая закрытая печь; US EPA, разработка печей, работающих на древесном угле	n.d.	n.d.	100 <sup>2)</sup>

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Бытовая закрытая печь; US EPA, разработка печей, работающих на брикетах из древесного угля	n.d.	n.d.	121 <sup>2)</sup>
	Бытовая закрытая печь; CRE < 10 кВт, топливо - сорта бездымного угля	n.d.	42-50 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовая закрытая печь; CRE < 10 кВт, топливо – смеси нефтяного кокса	n.d.	108-133 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовые котлы; исследование по оценке экологического риска, котел с электронным впрыском топлива, битуминозного угля	n.d.	250 <sup>2)</sup>	n.d.
	Бытовые котлы; ЦГИПВ ЕЭК ООН, Данные Нидерландов по использованию кокса	n.d.	6	n.d.
	ЦГИПВ ЕЭК ООН; Швеция, котлы, работающие на брикетном топливе, с производительностью 1,8 – 2 МВт	n.d.	n.d.	36
Kubica, 2004/1	Печь обычного типа с производительностью 5 кВт	n.d.	n.d.	523
Kubica, 2004/2	Камерный котел, с верхней подачей; топливо – мелкий уголь	n.d.	n.d.	50–200
	Автоматически наполняемый угольный котел - топка	n.d.	n.d.	30–60
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь	n.d.	n.d.	30–120
	Камерный котел, топливо - уголь определенной крупности; с распределением воздуха для горения	n.d.	n.d.	50–150
Kubica et al., 2005/1	Котлы с движущейся колосниковой решеткой с производительностью 5 – 32 МВт	n.d.	n.d.	58–133
	Котлы с движущейся колосниковой решеткой с производительностью 0,3 – 0,6 МВт	n.d.	n.d.	51–64
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь	n.d.	n.d.	50
	Автоматически наполняемый угольный котел - топка	n.d.	n.d.	30–60
	Котел, с нижней подачей, топливо - мелкий уголь	n.d.	n.d.	50–100
	Котел, с верхней подачей, топливо - мелкий уголь	n.d.	n.d.	300–1100
Kubica et al., 2005/2 <sup>3)</sup>	Автоматически наполняемый угольный котел – топка, 25 кВт (на 120 шт.)	n.d.	n.d.	54–133 в среднем 78

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь, 25 и 35 кВт (на 68 шт.)	n.d.	n.d.	70-380 в среднем 187
Kubica et al., 2005/3	Печи и котлы; топливо – каменный уголь < 1 МВт	25-100 в среднем 65	25-1050 в среднем 270	30-1,200 в среднем 360
	Котлы > 1 МВт < 50 МВт; топливо – каменный уголь	70-122 в среднем 70	90-250 в среднем 110	25-735 в среднем 140
	Бурый уголь Коммунально-бытовой/Коммерческий/Институциональный сектор	140	260	350
	Кокс Коммунально-бытовой/Коммерческий/Институциональный сектор	30 -80 в среднем 80	96-108 в среднем 90	14-133 в среднем 110
Krucik A. et al., 2006 <sup>2)</sup>	Автоматически наполняемый угольный котел – топка, 100 кВт	n.d.	n.d.	98
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь, 25 кВт	n.d.	n.d.	13
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь, 90 кВт	n.d.	n.d.	16
Lee et al., 2005 <sup>2)</sup>	Камин	n.d.	1 200	n.d.

Примечания:

- 1) <sup>1)</sup> Как приводится у Klimont и других, 2002.
- 2) <sup>2)</sup> Исходные первоначальные данные в г/кг; предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н 24 ГДж/т (насыпная плотность).
- 3) <sup>3)</sup> Измерения производились в полевых условиях.
- 4) n.d. — нет данных.

**Таблица А 30 Фракции гранулометрического состава твердых частиц при сжигании угля, приводимые в справочных источниках (процент выбросов ОКВЧ)**

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
UBA, 1999a <sup>1)</sup>	Бытовые печи, топливо – каменный уголь	n.d.	90 %	100 %
Агентство по охране окружающей среды, 1998a <sup>1)</sup>	Малые котлы, с верхней загрузкой	14 %	37 %	100 %
	Малые котлы, с нижней загрузкой	25 %	41 %	100 %
Hlawiczka et al., 2002	Бытовые печи, топливо – каменный уголь	не упомянуто	76 % <sup>2)</sup>	100 %

Примечания:

1. <sup>1)</sup> Как приводится у Klimont и других, 2002.
2. <sup>2)</sup> Исходные первоначальные данные: 76% ТЧ выбрасывалось в виде фракций гранулометрического состава до 12 мкм.

**Таблица А 31 Коэффициенты выбросов твердых частиц при сжигании древесины, приводимые в справочных источниках (г/ГДж)**

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
BUWAL, 2001 <sup>1)</sup>	Бытовые камины	n.d.	150	150
	Бытовые печи	n.d.	150	150
	Бытовые малые котлы, с ручной загрузкой	n.d.	50	50
	Малые котлы, с автоматической загрузкой	n.d.	80	80
Karvosenoja, 2000 <sup>1)</sup>	Бытовые печи	n.d.	n.d.	200–500
Dreiseidler, 1999 <sup>1)</sup>	Бытовые печи	n.d.	n.d.	200
Baumbach, 1999 <sup>1)</sup>	Бытовые печи	n.d.	n.d.	50–100
Pfeiffer et al., 2000 <sup>1)</sup>	Бытовые и хозяйственные	n.d.	n.d.	41–65
СЕРМЕИР, 2002 <sup>1)</sup>	«Высокий уровень выбросов»	270	285	300
	«Низкий уровень выбросов»	135	143	150
Winiwarter et al, 2001 <sup>1)</sup>	Бытовые установки	72	81	90
	Бытовые печи, камины	118	133	148
NUTEK, 1997 <sup>1)</sup>	Котел для домов, обычного типа	n.d.	n.d.	1 500
	Котел для домов, современный с аккумуляторным бачком	n.d.	n.d.	17
Smith, 1987 <sup>1)</sup>	Печи для отопления жилых помещений < 5 кВт	n.d.	n.d.	1 350
	Бытовые кухонные плиты < 5 кВт	n.d.	n.d.	570
BUWAL, 1995 (1992, Швейцарское предельное значение) <sup>1)</sup>	до 1 МВт	n.d.	n.d.	106
Spitzer et al., 1998 <sup>1)</sup>	Отопление жилых помещений	n.d.	n.d.	148±46 %
	Котел, печи для домов	n.d.	n.d.	90±26%
Zhang et al., 2000 <sup>1)</sup>	Древесное топливо в Китае	n.d.	n.d.	760–1 080
Houck and Tiegs, 1998/1 <sup>3)</sup>	Печь обычного типа	n.d.	n.d.	1 680
	Печь обычного типа с уплотненным топливом	n.d.	n.d.	1 200
	Некаталитическая печь	n.d.	n.d.	490
	Каталитическая печь	n.d.	n.d.	440
	Кирпичный отопительный агрегат	n.d.	n.d.	250
	Печь, работающая на топливных гранулах	n.d.	n.d.	130
	Камин, обычного типа	n.d.	n.d.	8 600
	С двойным кожухом, конвекционный, с центральной тягой	n.d.	n.d.	4 600
	С конвекционными трубами, «С»-образный, со стеклянной дверцей	n.d.	n.d.	4 000
	С двойным кожухом, конвекционный, с воздухоподувкой, стеклянными дверцами	n.d.	n.d.	1 900
Кирпичный камин с профилированными топками и армированными дверцами	n.d.	n.d.	1 200	

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Камин, с некаталитической вставкой	n.d.	n.d.	500
	Камин, с каталитической вставкой	n.d.	n.d.	450
	Камин, с вставкой для древесных топливных гранул	n.d.	n.d.	130
Агентство по охране окружающей среды, 1998b (1,2)	Камины	n.d.	805	875
	Дровяная печь	n.d.	724	787
Hobson M. et al, 2003	ЦГИПВ ЕЭК ООН, Швеция, котлы, работающие на древесной щепе, с производительностью 1,8 – 2 МВт	n.d.	n.d.	51
	Камин < 5 кВт, топливо – твердая древесина <sup>2)</sup>	n.d.	494	n.d.
	Бытовой камин: сотни исследований источников <sup>2)</sup>	n.d.	n.d.	738
СИТЕРА, Париж, 2003	Открытые камины	698	713	750
	Закрытые камины обычного типа и вставки	288	295	310
	Закрытые печи обычного типа и кухонные плиты	288	295	310
	Котлы, работающие на древесных поленьях, с ручной загрузкой топлива	233	238	250
	Котлы, работающие на древесном топливе, с автоматической загрузкой	9	10	10
Агентство по охране окружающей среды, 1998a <sup>4)</sup>	Котлы, использующие в качестве топлива древесную кору	n.d.	n.d.	2 266
Lammi et al, 1993 <sup>4)</sup>	Кипящий слой в больших котлах	n.d.	n.d.	1 000 – 3 000
	Сжигание на топочной решетке в больших котлах	n.d.	n.d.	250–1 500
Tullin et al.; 2000	Котлы и печи, работающие древесине/на топливных гранулах	n.d.	n.d.	50
	Старый дровяной котел	n.d.	n.d.	1 000
Hays et al. (2003) <sup>2)</sup>	Дровяная печь	143.8–637.5	n.d.	n.d.
	Камины	537.5	n.d.	n.d.
BLT, 2000/1	Котлы, работающие на древесном топливе, с двумя топочными камерами и звуковым локатором «лямбда»	n.d.	n.d.	20
BLT, 2005/1	Котел, работающий на древесных топливных гранулах и древесной щепе, с производительностью 25 кВт	n.d.	n.d.	14
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах и древесной щепе с предельной нагрузкой 43 кВт – 100% и 33 %	n.d.	n.d.	23; 9
	Дровяной котел с производительностью 60 кВт	n.d.	n.d.	28

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Котел мощностью 25 кВт, работающий на древесной щепе	n.d.	n.d.	18
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах с предельной нагрузкой 46,7 кВт – 100% и 33 %	n.d.	n.d.	5; 12
BLT, 2003	Котел производительностью 7,7, - 26 кВт, работающий на древесных топливных гранулах и брикетах	n.d.	n.d.	4
BLT, 1999	Котел производительностью 500 кВт, работающий на древесной щепе	n.d.	n.d.	28
BLT, 2004/1	Котел производительностью 20 кВт, работающий на древесной щепе	n.d.	n.d.	8
BLT, 2004/2	Котел производительностью 50 кВт, работающий на древесных поленьях и брикетах	n.d.	n.d.	16
BLT, 2000/2	Камерный котел, производительностью 60 кВт, работающий на древесных брикетах	n.d.	n.d.	10
BLT, 2005/2	Камерный котел, производительностью 27 кВт, работающий на древесных поленьях	n.d.	n.d.	12
McDonald et. al., 2000 <sup>2)</sup>	Камины	В виде ТЧ <sub>2,5</sub>	n.d.	180-560; в среднем 380
	Дровяная печь	n.d.	n.d.	140-450; в среднем 270
Lee et al., 2005 <sup>2)</sup>	Открытый камин	n.d.	425	n.d.
Gullet et al., 2003	Камин, топливо - сосна	n.d.	n.d.	147
	Камин, топливо – синтетические поленья (из воска и древесных опилок)	n.d.	n.d.	483
	Печь, топливо – древесина дуба	n.d.	n.d.	504
Fine et al., 2002 <sup>2)</sup>	Камины; топливо: твердая древесина - тюльпанное дерево	n.d.	n.d.	425 ± 50
	Камины; топливо: твердая древесина – белый ясень	n.d.	n.d.	206 ± 19
	Камины; топливо: твердая древесина – амбровое дерево	n.d.	n.d.	218 ± 25
	Камины; топливо: твердая древесина – карая белая	n.d.	n.d.	425 ± 56
	Камины; топливо: мягкая древесина – сосна ладанная	n.d.	n.d.	231 ± 25
	Камины; топливо: мягкая древесина – сосна Элиота	n.d.	n.d.	100 ± 19
Fine et al.; 2001 <sup>2)</sup>	Кирпичные камины обычного типа; топливо: твердая древесина – клен красный северный	n.d.	n.d.	206 ± 19



Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Кирпичные камины обычного типа; топливо: твердая древесина – дуб красный	n.d.	n.d.	356 ± 19
	Кирпичные камины обычного типа; топливо: твердая древесина – береза японская	n.d.	n.d.	169 ± 19
	Кирпичные камины обычного типа; топливо: мягкая древесина – сосна веймутова	n.d.	n.d.	713 ± 125
	Кирпичные камины обычного типа; топливо: мягкая древесина – восточный гемлок	n.d.	n.d.	231 ± 25
	Кирпичные камины обычного типа; топливо: мягкая древесина – пихта бальзамическая	n.d.	n.d.	300 ± 31
	Камины; древесина	170–710	n.d.	n.d.
Boman et al., 2004	Котлы с горелками, работающие на древесных топливных гранулах, производительностью 10-15 кВт, с верхней подачей топлива: древесных опилок, лесосечных отходов и древесной коры	n.d.	n.d.	114–377 в среднем 240
	Котлы с горелками, работающие на древесных топливных гранулах, производительностью 10-15 кВт, с горизонтальной подачей топлива: древесных опилок, лесосечных отходов и древесной коры	n.d.	n.d.	57-157 в среднем 95
	Котлы с горелками, работающие на древесных топливных гранулах, производительностью 10-15 кВт, с нижней подачей топлива: древесных опилок, лесосечных отходов и древесной коры	n.d.	n.d.	64-192 в среднем 140
Broderick et al. 2005 <sup>2)</sup>	Все кирпичные и заводского изготовления камины (с нулевым зазором)	n.d.	n.d.	590
	Все камины, работающие на дровах в кордах	n.d.	n.d.	810
	Камины, для пиломатериалов всех размеров	n.d.	n.d.	410
	Все камины с закрытыми дверцами	n.d.	n.d.	350
	Все камины с открытыми дверцами	n.d.	n.d.	690
	Камины, все кирпичные камины	n.d.	n.d.	660
	Камины, все камины заводского изготовления	n.d.	n.d.	580
	Камины, работающие на дровах в кордах, заводского изготовления, с открытыми дверцами	n.d.	n.d.	870
	Камины, для пиломатериалов всех размеров, заводского изготовления, с открытыми дверцами	n.d.	n.d.	510
	Все камины, для всех видов древесины	n.d.	n.d.	В среднем 590
Все заводского изготовления, с открытыми дверцами, работающие на дровах в кордах	n.d.	n.d.	В среднем 840	
Gaegauf et al., 2001	Дровяные комнатные обогреватели	n.d.	n.d.	70 ± 25

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Дровяные теплоаккумулирующие печи	n.d.	n.d.	167 ±44
	Дровяные котлы, работающие с использованием в качестве топлива поленьев	n.d.	n.d.	28 ±11
	Котлы, работающие на древесных топливных гранулах	n.d.	n.d.	20 ±0.4
	Комнатные обогреватели, работающие на древесных топливных гранулах	n.d.	n.d.	54 ± 3
	Котлы, работающие на древесной щепе – обезвоженном топливе	n.d.	n.d.	94 ± 13
	Котлы, работающие на древесной щепе – сыром топливе	n.d.	n.d.	48 ± 6
	Котлы, работающие на древесной щепе – отходах	n.d.	n.d.	64 ± 7
Johansson et al., 2001 <sup>7)</sup>	Котлы производительностью 1,75-2,5 МВт, работающие на древесных топливных гранулах, с неподвижными решетками и движущимися скребками	n.d.	n.d.	35–40
Nussbaumer, 2001 <sup>2)</sup>	Любые автоматические дровяные печи	n.d.	n.d.	< 110
	Печи с топками с нижней подачей	n.d.	n.d.	< 55
	Дровяные котлы, работающие с использованием в качестве топлива поленьев	n.d.	n.d.	34
	Котел, работающий на древесной щепе <sup>5)</sup>	n.d.	n.d.	68
	Котел, работающий на древесных отходах <sup>5)</sup>	n.d.	n.d.	70
	Котел, работающий на городских древесных отходах <sup>6)</sup>	n.d.	n.d.	1.5
Houck et al., 2000 <sup>2)</sup>	Печь обычного типа, работающая на дровах в кордах	n.d.	n.d.	750
	Печи, работающие на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины	n.d.	n.d.	80–170
	Печи, работающие на древесных топливных гранулах, твердой древесине	n.d.	n.d.	125; 190;220
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины, с верхней подачей	n.d.	n.d.	27.5; 37.5; 62.5
	Котел, работающий на древесных топливных гранулах, из мягкой древесины, с нижней подачей	n.d.	n.d.	16.3; 25.0
Houck et al., 2005 <sup>2)</sup>	Печь обычного типа, дровяная печь	890	n.d.	n.d.
	Каталитическая сертифицированная дровяная печь	430	n.d.	n.d.
	Некаталитическая сертифицированная дровяная печь	330	n.d.	n.d.
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, не подлежащая сертификации	160	n.d.	n.d.

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Сертифицированная печь, работающая на древесных топливных гранулах	160	n.d.	n.d.
Boman et al., 2005	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (с высокой нагрузкой)	n.d.	n.d.	11–20 в среднем 15
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (с низкой нагрузкой 2,3 кВт)	n.d.	n.d.	32–81 в среднем 51
	Дровяная печь с естественной тягой, с производительностью 9 кВт; топливо – березовая, сосновая древесина, древесина хвойных деревьев	n.d.	n.d.	37–350 в среднем 160
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4–9,5 кВт; топливо – сосновая древесина, древесина хвойных деревьев (с высокой нагрузкой)	n.d.	n.d.	15–17; в среднем 16
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4 – 9,5 кВт; топливо – сосновая древесина, древесина хвойных деревьев (с низкой нагрузкой 30%)	n.d.	n.d.	21–43 в среднем 34
Krucki et al., 2006 <sup>(2)</sup>	Котел, работающий на биомассе, с двухступенчатой топочной камерой, с производительностью 95 кВт, топливо – древесные поленья	n.d.	n.d.	34
	Котел, работающий на биомассе, с двухступенчатой топочной камерой, с производительностью 22 кВт, топливо – древесные поленья	n.d.	n.d.	13
Kubica, 2004/1	Печь обычного типа с производительностью 5 кВт	n.d.	n.d.	1 610
Kubica, 2004/2	Котлы/топки, работающие на древесных топливных гранулах	n.d.	n.d.	20–60
	Камерный котел (заполняемый вручную), топливо – древесные поленья	n.d.	n.d.	70–175
Kubica et al., 2005/1	Котел, с нижней подачей, топливо – древесные поленья	n.d.	n.d.	116
	Котел, с нижней подачей, топливо – древесные брикеты	n.d.	n.d.	39
	Автоматически наполняемый котел – топка с производительностью 30 кВт, топливо – древесные топливные гранулы	n.d.	n.d.	6
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо – древесная щепа	n.d.	n.d.	60
Kubica et al., 2005/3	Бытовые/промышленные/институциональные/	9–698 в среднем 450	10–713 в среднем 490	17–4 000 в среднем 520

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Котлы > 1МВт < 50 МВт	9–170 в среднем 80	60–214 в среднем 80	20–500 в среднем 100
Hedberg et al., 2002 <sup>2)</sup>	Промышленная стеатитовая печь, использующая в качестве топлива березовые поленья	6–163 в среднем 81	n.d.	n.d.
Johansson et al, 2006	Котел для домов, современный, с аккумуляторным бачком	n.d.	n.d.	26–450
Johansson et al, 2006	Котел для домов, обычного типа	n.d.	n.d.	73–260
Johansson et al, 2004 a	Котел для домов, современный, с аккумуляторным бачком	n.d.	n.d.	23–89
Johansson et al, 2004 a	Котел для домов, обычного типа	n.d.	n.d.	87–2 200
Johansson et al, 2006	Котел для домов, обычного типа	n.d.	n.d.	73–260
Johansson et al, 2004 a	Топки/котлы, работающие на древесных топливных гранулах	n.d.	n.d.	12–65
Ohlström, 2005	Дровяные печи, использующие в качестве топлива поленья	90 <sup>8)</sup>	n.d.	100
	Сауна	190 <sup>8)</sup>	n.d.	200
	Топки, работающие на древесных топливных гранулах	70 <sup>8)</sup>	n.d.	n.d.
	Топки, работающие на древесных топливных гранулах	25 <sup>8)</sup>	n.d.	35
	Котел, работающий на древесной щепе/древесных топливных гранулах с производительностью 30-50 кВт	15 <sup>8)</sup>	n.d.	20
	Котел, работающий на древесной щепе с производительностью 30-50 кВт	10 <sup>8)</sup>	n.d.	20
	Котел производительностью 30-50 кВт, работающий на древесных топливных гранулах	10 <sup>8)</sup>	n.d.	15
	Механическая топка <sup>6)</sup> , работающая на древесной щепе/древесных топливных гранулах с производительностью 50-500 кВт	20 <sup>8)</sup>	n.d.	40
	Механическая топка <sup>6)</sup> , работающая на древесной щепе с производительностью 30-500 кВт	30 <sup>8)</sup>	n.d.	50
	Механическая топка, работающая на древесных топливных гранулах с производительностью 50-500 кВт	10 <sup>8)</sup>	n.d.	20
	Котел с решеткой, работающий на древесной щепе, с производительностью 5-20 МВт	20–55 <sup>6)</sup>		
	Котел кипящего слоя, работающий на древесной щепе, с производительностью 20- 100 МВт	2–20 <sup>7)</sup>		

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Котел с решеткой, работающий на древесной щепе, с производительностью 20-100 МВт <sup>7)</sup>	3–10		
	Котел с решеткой, работающий на древесной щепе, с производительностью 10 МВт	3 <sup>8)</sup>	n.d.	10
Paulrud et al. 2006.	Дровяная печь, использующая в качестве топлива поленья	n.d.	n.d.	22–181
Johansson et al, 2004b	Печь, работающая на топливных гранулах	30–55	30–58	n.d.
	Топка/котел, работающие на древесных топливных гранулах	10–60	10–75	n.d.
Glasius et al, 2005	Дровяная печь	n.d.	n.d.	200–5 500
Schauer et. al., 2001	Открытый камин	330–630	n.d.	n.d.
Purvis et. al., 2000	Открытый камин	n.d.	n.d.	170–780
Wierzbicka, 2005	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 1,5 МВт, с использованием в качестве топлива древесных опилок, с низкой нагрузкой	36 <sup>6,8)</sup>	n.d.	
	С движущейся колосниковой решеткой, с производительностью 1,5 МВт, с использованием в качестве топлива древесных опилок, со средней нагрузкой	28 <sup>6,8)</sup>	n.d.	
	С движущейся колосниковой решеткой, с производительностью 1,5 МВт, с использованием в качестве топлива древесных опилок, с высокой нагрузкой	25 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 1,5 МВт, с использованием в качестве топлива древесных гранул, с низкой нагрузкой	20 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 1,5 МВт, с использованием в качестве топлива древесных гранул, со средней нагрузкой	19 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 1 МВт, с использованием в качестве топлива лесосечных отходов, со средней нагрузкой	676 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 1 МВт, с использованием в качестве топлива лесосечных отходов, с высокой нагрузкой	57 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
Strand. et al, 2004	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 6 МВт, с использованием в качестве топлива лесосечных отходов, с высокой нагрузкой	43 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 12 МВт, с использованием в качестве топлива лесосечных отходов, с высокой нагрузкой	77 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.
	С движущейся колосниковой решеткой с производительностью 0,9 МВт, с использованием в качестве топлива древесных гранул, с низкой нагрузкой	10 <sup>6,8)</sup>	n.d.	n.d.

Примечания:

1. Как приводится у Klimont и других, 2002г.
2. Исходные первоначальные данные в фунтах/т или г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н<sub>д</sub> 16 ГДж/т.
3. Первоначальные коэффициенты рассчитываются на базе выделяемой тепловой единицы, преобразование не производилось.
4. Данные по крупномасштабному сжиганию приводятся лишь в качестве иллюстрации.
5. Обеспыливание с помощью циклонного сепаратора.
6. Обеспыливание с помощью фильтрующего сепаратора.
7. ТЧ составляют, в основном, 0,1 – 0,3 мкм. Обычно более, чем 80% всех частиц по размеру больше 1 мкм. Средняя крупность обычно составляет около 0,1 мкм (50 нм – 200 нм).
8. Измеряется как ТЧ1.
9. n.d. — нет данных.

**Список цитированной литературы для Приложения А**

- APEG (The Airborne Particle Expert Group) (1999). 'Source apportionment of airborne particulate matter in the United Kingdom'. Prepared on behalf of the Department of the Environment, Transport and the Regions, the Welsh Office, the Scottish Office and the Department of the Environment (Northern Ireland).
- Baart A., Berdowski J., van Jaarsveld J. and Wulfraat K., (1995). 'Calculation of atmospheric deposition of contaminants on the North Sea', TNO-MEP-R 95/138, Delft, The Netherlands.
- Bartle K.D., Ściążko M., Kubica K. (1996). 'Clean Coal — Derived Solid Fuels for Domestic and power Plant Combustion'. Report 1996, contract CIPA-CT92-3009, 1996.
- Baumbach G., Zuberbühler U., Struschka M., Straub D., Hein K.R.G. (1999). 'Feinstaubuntersuchungen an Holzfeuerunge', Teil 1: Bereich Hausbrand und Kleingewerbe. Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Report No 44–1999, Universität Stuttgart. Juli 1999.
- Berdowski J.J.M., Bass 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, Apeldorn, The Netherlands, 1997.
- BLT (Various 1999–2005). BLT — Biomass Logistics Technology Francisco Josephinum, Wieselburg, Austria. Reports are available at this link: <http://blt.josephinum.at/index.php?id=653>
- Boman C., Nordin A., Öhman M., Boström D. (2005). 'Emissions from small-scale combustion of biomass fuels — Extensive quantification and characterization', Energy Technology and Thermal Process Chemistry Umeå University, STEM-BHM (P12648-1 and P21906-1), Umeå, February 2005.
- Boman Ch., Nordin A., Boström D., and Öhman M. (2004). 'Characterization of Inorganic Particulate Matter from Residential Combustion of Pelletized Biomass Fuels', Energy&Fuels 18, pp. 338–348, 2004
- Bostrom Curt-Ake, (2002). 'Emission Factors for Small Scale Combustors (Bio-Fuels). IVL, Sweden', UN-ECE TFEIP Combustion and Industry Expert Panel Workshop on: 'Emissions from Small and Medium Combustion Plants', Ispra, April 2002, Procc. No. I.02.87.
- Broderick D.R., Houck J.E. (2005). 'Development of a Fireplace Baseline Particulate Emission Factor Database', OMNI Consulting Services, Inc.  
[www.omni-test.com/publications/baselinepaper1.pdf](http://www.omni-test.com/publications/baselinepaper1.pdf)
- Bryczkowski A., Kubica R. (2002). 'Inżynieria i Aparatura Chemiczna', 41, No 4, 14, 2002 (Polish).
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1995). 'Emissionsfaktoren für Stationäre Quellen', BUWAL, Bern.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (2001). 'Massnahmen zur Reduktion von PM10-Emissionen', Schlussbericht, BUWAL Abteilung Luftreinhaltung und NIS, January, 2001.
- Caserini S., Monguzzi A.M., Fracaroli A., Moretti M., Giudici A. (2003). Distribuzione delle emissioni di diossine in atmosfera in Lombardia: scenario attuale e trend per le principali sorgenti, I Convegno: Ingegneria e Chimica per l'Ambiente 'POP: diffusione nell'ambiente, loro controllo e tecnologie di abbattimento' Milano, 26–27.11.2003,

[www.aidic.it/POP/convegno%20novembre%202003.htm](http://www.aidic.it/POP/convegno%20novembre%202003.htm)

Caserini Stefano, (2004). Private Communication, Technical University Milano.

CEC (2003). 'European energy and transport. Trends to 2030', KO-AC-02-001-EN-C, European Commission, Directorate General for Energy and Transport, Luxembourg.

CEPMEIP (2002). 'Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance', 2002, [www.air.sk/tno/cepmeip/](http://www.air.sk/tno/cepmeip/)

Chapter Combustion Plants as Point Sources — B111, EMEP/Corinair Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

CITEPA, (2003). 'Wood Combustion in Domestic Appliances'. Final background document on the sector, 30.6.2003.

Cofala J., Klimont, Z., Amann, M. (2006). 'The potential for further control of emissions of fine particulate matter in Europe', IIASA IR 06-011. [www.iiasa.ac.at/rains/reports/wp-06-011.pdf](http://www.iiasa.ac.at/rains/reports/wp-06-011.pdf)

COM(2003). 423 final, 'Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air', Brussels, 16.7.2003.

Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42) (1996). Volume 1: 'Stationery Point and Planning and Standards', Research triangle Park. North Carolina, 1996.

Czekalski B., Drodz W., (2003). 'Emission from oil and gas boilers — The results of investigation in Poland. Personal communication', EN-POL, Katowice, Poland, October 2003.

Davies M., Rantall, T.D., Stokes B.J., Williamson F., (1992). 'Characterisation of Trace Hydrocarbon Emissions from Coal Fired Appliances'. Final report on Ecsc. Project No 7220–ED821. Report No ENV/27.

Determination of Mean Emission Factors as Representative Figures for Emission of Stuttgart — IVD (1996, final report to P&D. Project 29546364/ Emission Factors, 1996.

Dreiseidler, A., Baumbach, G., Pregger, T., and Obermeier, A. (1999). 'Studie zur Korngrößenverteilung (< PM10 und PM2.5) von Staubemissionen', Forschungsbericht 297 44 853, i. A. Des Umweltbundesamtes Berlin, Germany (different UBA sources, partly personal communication, cited in this study).

Ehrlich Ch., Noll G., Kalkoff W.-D. (2001). 'Overview of investigations on aerosols from combustion (including biomass) in Germany', pp. 50 in Aerosols from Biomass Combustion, ISBN 3-908705-00-2, International Seminar at 27.6.2001 in Zurich by IEA Bioenergy Task 32 and Swiss Federal Office of Energy, Verenum, Zurich 2001, [www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf).

Emission Factors Manual PARCOPM–ATMOS (1993). 'Emission Factors for Air Pollutants', final version — TNO report 92–233/112322-24285, 1992, 1993.

EPA (Environmental Protection Agency, 1996). 'Report on Revisions to fifth Edition AP-42 Section 1.10 Residential Wood Stoves', pp. 10/92, United States Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, North Carolina, U.S.

EPA (Environmental Protection Agency, 1998a). 'Compilation of Air Pollutant Emission Factors', fifth edition, EPA AP-42, United States Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, North Carolina.

EPA (Environmental Protection Agency, 1998b). 'Compilation of Air Pollutant Emission Factors,



Section 7.1, Residential Wood Combustion', fifth edition, EPA AP-42. United States Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, North Carolina, U.S.

Fine P.M., Cass G.R., Simoneit B.T. (2001). 'Chemical Characterization of Fine Particle Emissions from Fireplace Combustion of Woods Grown in the Northeastern United States', *Environmental, Science and Technology* 35, pp. 2665–2675, 2001.

Fine P.M., Cass G.R., Simoneit B.T. (2002). 'Chemical Characterization of Fine Particle Emissions from the Fireplace Combustion of Woods Grown in the Southern United States', *Environmental, Science and Technology* 36, pp. 1442–1451, 2002.

Gaegauf U.Ch., Wieser, Y. Macquat W.Y. (2001). 'Field investigation of nanoparticle emissions from various biomass combustion systems' pp. 80 in *Aerosols from Biomass Combustion*, ISBN 3-908705-00-2, International Seminar on 27.6.2001 in Zurich by IEA Bioenergy Task 32 and Swiss Federal Office of Energy, Verenum, Zurich 2001 [www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf)

Geueke K.J., Gessner A., Hiester E., Quaß U., Bröker G., (2000). 'Elevated Emissions of Dioxin and Furans from Domestic Single Stove Coal Combustion', *Organohalogen Compounds*, Vol. 46, pp. 272–275, 2000.

Glasius, M, Vikelsoe, J, Bossi, R, Vibeke Andersson, H, Holst, J, Johansen, E and Schleicher, O. 2005. Dioxin, PAH og partikler fra braendeovne. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet. DMU nr 212. (In Danish).

Grochowalski A, (2002). 'Ambient air concentration and emission of dioxins in Poland' and 'Results of dioxins emission measurements from thermal processes in Poland 1996–2002'. Proc., of JRC Workshop on the Determination of Dioxins in Industrial Emissions, Brno, Czech Republic, 16–19.4.2002, pp. 87.

Gulland J. (2003). 'Residential Wood Combustion, Overview of Appliance Categories', June 2003, updated September 2003.

Gullett B.K., Touati A., Hays M.D. (2003). 'ПХДД/Ф, ПХБ, HxCBz, PAH, and PM Emission Factors for Fireplace and Woodstove Combustion in the San Francisco Bay Region', *Environmental, Science and Technology* 37, pp. 1758–1765, 2003.

Hays M.D., Smith N.D., Kinsey J., Dongb Y., Kariherb P. (2003). 'Polycyclic aromatic hydrocarbon size distributions in aerosols from appliances of residential wood combustion as determined by direct thermal desorption — GC/MS', *Aerosol Science*, 34, pp. 1061–1084, 2003.

Hedberg E., Kristensson A., Ohlsson M., Johansson C., Johansson P., Swietlicki E., Vesely V., Wideqvist U., Westerholm R. (2002). 'Chemical and physical characterization of emissions from birch wood combustion in a wood stove', *Atmospheric Environment* 36, pp. 4823–4837, 2002.

Heslinga D., (2002). 'Emission from stationary combustion sources smaller than 20 kW in the Netherlands: methodology and emission factors', UN-ECE TFEIP Combustion and Industry Expert Panel Workshop on: 'Emissions from Small and Medium Combustion Plants', Ispra, April 2002, Procc. No I.02.87.

Hlawiczka S., Fudala J. (2003). 'Distribution of Cd, Pb and Hg emissions among sectors of economy in Poland and the emission assessment for the years 1990–2000' in: *Environmental Engineering Studies, Polish Research on the way to the EU*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003.

Hlawiczka S., Kubica K., Zielonka U., (2003). 'Partitioning factor of mercury during coal combustion in low capacity domestic heating appliances', *The Science of the Total Environment*, Elsevier, 312, pp. 261–265, 2003.

- Hobson M., Thistlethwaite G., (2003). 'Emission factors programme Task 7 — Review of Residential and Small-Scale Commercial Combustion Sources', AEAT/ENV/R/1407, Issue 1.
- Houck J.E., Broderick D.R. (2005). 'PM<sub>2.5</sub> Emission Reduction Benefits of Replacing Conventional Uncertified Cordwood Stoves with Certified Cordwood Stoves or Modern Pellet Stoves', OMNI Environmental Services, Inc.. Prepared for Hearth, Patio and Barbecue Association, 26.5.2005, [www.omni-test.com/publications/Emission\\_Reduction.pdf](http://www.omni-test.com/publications/Emission_Reduction.pdf)
- Houck J.E., Crouch J., Huntley R.H. (2001). 'Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors', OMNI Consulting Services Inc., Hearth Products Association, U.S. EPA. [www.omni-test.com/publications/ei.pdf](http://www.omni-test.com/publications/ei.pdf)
- Houck J.E., Scott A.T., Purvis C.R., Kariher P.H., Crouch J. and Van Buren M.J. (2000). 'Low emission and high efficiency residential pellet-fired Heaters'. Proceedings of the Ninth Biennial Bioenergy Conference, Buffalo, NY, October 15–19, 2000, [www.omni-test.com/Publications.htm](http://www.omni-test.com/Publications.htm)
- Houck J.E., Tieg P., E., (1998). 'Residential Wood Combustion — PM<sub>2.5</sub> Emissions', Westar PM<sub>2.5</sub> Emission Inventory Workshop, Reno, Nevada, 22–23.7.1998.
- Houck J.E., Tieg P., E., (1998/1). 'Residential Wood Combustion Technology Review', Vol. 1. Technical report, EPA-600/R-98-174a, December 1998.
- Houck, J. and Tieg, P.E. (1998). 'Residential Wood Combustion Technology Review' EPA-600/R-98-174 (Volumes 1 and 2).
- Hübner C., Boos R., Prey T. (2005). 'In-field measurements of ПХДД/Ф emissions from domestic heating appliances for solid fuels', Chemosphere 58, pp. 367–372, 2005.
- Hustad J. E., Skreiberg Ø., and Sønju O. K., (1995). 'Biomass Combustion Research and Utilisation in IEA Countries, Biomass and Bioenergy', Vol. 9, Nos 1–5, 1995.
- IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), 2004. 'Results of the RAINS model developed at IIASA', Laxenburg, Austria, [www.iiasa.ac.at/rains](http://www.iiasa.ac.at/rains)
- Johansson L., Tullin C., Leckner B. (2001). 'Particulate emissions from small-scale biomass combustion' pp. 87 in Aerosols from Biomass Combustion, ISBN 3-908705-00-2, international seminar on 27.6.2001 in Zurich by IEA Bioenergy Task 32 and Swiss Federal Office of Energy, Verenum, Zurich 2001 [www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf)
- Johansson, L et al. (2006). 'Fältmätningar av metan och andra viktiga komponenter från ved pannor' (Field measurements of methane and other parameters from wood log boilers). SP Swedish National Testing and Research Institute. Borås, Sweden 2006. STEM-BHM (21826-1, 21826-2, 5030403). In Swedish with English summary.
- Johansson, L, Johansson, M, Tullin, C (2004a). 'Emissionsnivåer av komponenter som omfattas av miljömålet 'Frisk luft' vid P-märkning och miljöprovning av eldningsutrustning för villor' (Emission parameters within the Swedish environmental objective clean air to the emission levels obtained during the testing of domestic combustion devices for testing of emission limits and by the P-mark). SP Swedish National Testing and Research Institute. Borås, Sweden 2004. STEM-BHM (20710-1). In Swedish with English summary.
- Johansson, L, Leckner, B, Gustavsson, L, Cooper, D, Tullin, C, Potter, A. 2004 b. 'Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets', *Atmospheric Environment* 38 (2004) pp. 4183–4195.
- Kakareka S., Kukharchyk T., Khomisch V., (2003). 'Belarusian Contribution to EMEP'. Annual report 2002, Minsk-Moscow, January 2003.

- Karasek F., Dickson L., (1987). *Science*, 237, 1987
- Karcz A., Kubica K., Ściążko M.. 'Fuel coke — An environment friendly alternative to coal. II CUSTNET Conference on Coal Research a Development through Collaboration in Europe', Ostrawa, Republika Czeska, 2–4.09.1996.
- Karvosenoja, N. (2000). 'Results of investigation in Finland. Personal communication'.
- Klimont Z., Cofala J., Bertok I., Amann M., Heyes Ch., and Gyarfas F. (2002). 'Modelling Particulate Emissions in Europe: A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Costs'. Interim report IR-02-076. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, [www.iiasa.ac.at/rains/reports/ir-02-076.pdf](http://www.iiasa.ac.at/rains/reports/ir-02-076.pdf)
- Krucki A., Juńczyk J. (2006). Private communication, Instytut Techniki Ciepłej w Łodzi, June 2006.
- Kubica K. (2001/1). 'Combustion of biomass in small capacity appliances — Emission of pollutants', Międzynarodowa Konferencja nt. 'Odnawialne źródła energii u progu XXI wieku', s. 419, Warszawa 2001 (Polish, abstract in English).
- Kubica K. (2002/3). 'Low emission coal boilers as alternative for oil and gas boilers for residential and communal sectors; Coal hasn't to contaminate' Katalog ochrony środowiska — Ekoprofit nr 1 (61)/2002, Katowice, 2002 (Polish).
- Kubica K. (2003/3). 'Zagrożenia trwałymi zanieczyszczeniami, zwłaszcza dioksynami i furanami z indywidualnych palenisk domowych i kierunki działań dla ich ograniczenia' ('Threats caused by persistent pollutants, particularly by dioxine and phuranes from residential heating and the directions of protection actions aiming at their emission reduction'). Project: [GF/POL/01/004](http://www.ggf.org/GEF/POL/01/004) — Enabling activities to facilitate early action on the impementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs Convention). Warszawa, 2004, <http://ks.ios.edu.pl/gef/doc/gf-pol-nip-r1.pdf>
- Kubica K. (2004/1). 'Toxic Pollutants Emission from either Combustion Process and Co-Combustion of Coal and Biomass', 'Ochrona Powietrza w Teorii i Praktyce', ISBN 83-921514-0-2 pp. 213–229, Zabrze, 2004 (in Polish, abstract in English).
- Kubica K. (2004/2). 'Analiza wskaźników emisji zanieczyszczeń do powietrza — pyłów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych — ze spalania paliw'. Raport 30-011-BK-3086 dla IOS. Warszawa, 30 grudzień, 2004 (in Polish).
- Kubica K. (2004/5). 'Spalanie i współspalanie paliw stałych w miastach' ('Combustion and co-combustion of solid fuels'), Rozdział w monografii 'Zarządzanie energią w miastach' ('Management of energy in the town'), red. R. Zarzycki, ISBN 83-86492-26-0, Polska Akademia Nauk Oddział w Łodzi, Łódź 2004. 102–140.
- Kubica K. (2006/2). 'Występowanie metali ciężkich w biomase drzewnej Gmin Zabrze i Bytom w aspekcie jej wykorzystania w energetyce i produkcji kompostu' ('Appearance of heavy metals in wood biomass of Zabrze and Bytom Communes owing to its use in energy and compost production'). Interim report, July 2006, WSEiA, Bytom.
- Kubica K., (1997/1). 'Distribution of PAH generated in domestic fuels boilers'. Proc. of ninth International Conference on Coal Science, Essen, Niemcy, 7–12.09.1997.
- Kubica K., (1998). 'The effect of coal combustion process in stable bed conditions on generation and distribution of PAHs'. Proc. of the II International Scientific Conference 'Air Protection in theory and Application', 339, Szczyrk, 2–4.6.1998.

- Kubica K., (2002/1). 'Emission of Pollutants during Combustion of Solid Fuels and Biomass in Small Appliances', UN-ECE TFEIP Combustion and Industry Expert Panel Workshop on: 'Emissions from Small and Medium Combustion Plants', Ispra, April 2002, Procc. No.I.02.87 .
- Kubica K., (2003/1). 'Environment Pollutants from Thermal Processing of Fuels and Biomass', and 'Thermochemical Transformation of Coal and Biomass' in Thermochemical Processing of Coal and Biomass; pp. 145–232, ISBN 83-913434-1-3, publication. Copyright by IChPW and IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003, (in Polish).
- Kubica K., et al. (2002/2). 'Development of technologies for biomass utilization'. Report IChPW 1.3.2002 (in Polish).
- Kubica K., Hlawiczka S., Cenowski M., Kubica R. (2005/3). 'Analiza zmian wskaźników emisji pyłu z wybranych procesów w okresie 1990–1999'. Raport dla IOS, Warszawa, wrzesień, 2005 (in Polish)
- Kubica K., J. Rańczak J. (2003/3). 'Co-firing of coal and biomass in mechanical great boilers'. Procc., of Int., Conf., Combustion of alternative fuels in power and cement industry, 20–21.2.2003, Opole, Poland, pp. 81–97.
- Kubica K., Kubica R., Pacyna J., Pye S., Woodfield M. (2006/1). 'Mercury emission from combustion of coal in SCIs', MEC3 — Mercury Emissions from Coal Third International Experts' Workshop, Katowice, Poland, 5–7.6.2006, [www.nilu.pl/mec3/](http://www.nilu.pl/mec3/)
- Kubica K., Kubica R., Zawiejska Z., Szyrwińska I. (2005/2). 'Ocena efektów ekologicznych i społecznych programu obniżenia niskiej emisji, zrealizowanego w Tychach w latach 2002–2004 w dzielnicach obrzeżnych miasta'. Raport Nr 0433/05 z dnia 01-03-2005 NILU Polska Sp. z o.o., SOZOPROJEKT Sp. z o.o., Katowice, maj, 2005.
- Kubica K., Misztal M., (1997/3). 'Promotion of Low Emission Coal Fired Boilers'. Report Thermie B Action DIS-0715-95-UK, IChPW, Zabrze, March 1997.
- Kubica K., Paradiz B., Dilara (2004/4). 'Toxic emissions from Solid Fuel Combustion in Small Residential Appliances'. Procc. Sixth International Conference on Emission Monitoring CEM-2004, 9–11.6.2004, Milano Italy, [www.cem2004.it](http://www.cem2004.it)
- Kubica K., Paradiz B., Dilara P., (2004). 'Small combustion installations — Techniques, emissions and measurements', Ispra, EUR report 2004.
- Kubica K., Ranczak J, Matuszek K., Hrycko P., Mosakowski S., Kordas T. 'Emission of Pollutants from Combustion of Coal and Biomass and Its Co-firing in Small and Medium Size Combustion Installation' (2003/2), fourth Joint UNECE Task Force and EIONET Workshop on Emission Inventories and Projections in Warsaw, Poland, 22–24.9.2003.
- Kubica K., Ranczak J., Wilkosz K. (1999). Report ICHPW 2696/99 'Determination of non-metallic organic compounds emission factors for solid fuels (coal coke), gas and oil fire appliances', Zabrze, 31.5.99 (in Polish).
- Kubica K., Ściążko M. (1994). 'Correlation of coal properties to char, briquette, and utilization characteristics'. International conference 'Production and Utilization of Ecological Fuels from East Central European Coals', Praga, Republika Czeska, 31.10–1.11.1994.
- Kubica K., Zawistowski J., Rańczak J. (2005/1). 'Spalanie paliw stałych w instalacjach małej mocy — rozwój technik spalania węgla i biomasy'. Karbo, 50, p. 2, 2005 (in Polish, abstract in English).
- Kubica, K., Rańczak, J., Rzepa, S., Ściążko, M., (1997/2002). 'Influence of 'biofuel' addition on

- emission of pollutants from fine coal combustion'. Proc. fourth Polish-Danish Workshop on Biofuels, Starbieniewo, 12–14 czerwca 1997/2002.
- Kupiainen, K., Klimont, Z., (2004). 'Primary Emissions of Submicron and Carbonaceous Particles in Europe and the Potential for their Control', IIASA IR 04-079, [www.iiasa.ac.at/rains/reports.html](http://www.iiasa.ac.at/rains/reports.html)
- Lammi K., Lehtonen E. and Timonen T. (1993). 'Energiantuotannon hiukkaspäästöjen teknis-taloudelliset vähentämismahdollisuudet' ('Technical and economical alternatives to reduce particulate emissions from energy production'), Helsinki, Finland, Ministry of the Environment. Report 120, p. 64 (in Finnish with English summary).
- Lee R.M., Coleman P., Jones J.L., Jones K.C., Lohmann R. (2005). 'Emission Factors and Importance of ПХДД/Фs, ПХБs, PCNs, PAHs and PM10 from the Domestic Burning of Coal and Wood in the UK', *Environmental, Science and Technology* 39, pp. 1436–1447, 2005.
- Loibel W., Orthofer O., Winiwarter W. (1993). 'Spatially disaggregated emission inventory for anthropogenic NMVOC emissions in Austria', *Atmospheric Environment*, 27A, 16, pp. 2575–2590, 1993.
- McDonald J.D., Zielinska B., Fujita E., Sagebie J.C., Chow J.C., and Watson J.G. (2000). 'Fine Particle and Gaseous Emission Rates from Residential Wood Combustion', *Environmental, Science and Technology*, 34, pp. 2080–2091, 2000.
- Meier, E. and Bischoff, U. (1996). 'Alkalische Emisisionsfaktoren beim Einsatz ballastreicher Braunkohlen in Vebrennunganlagen', IfE Leipzig i.A des BMBF, Beitrag C2.2 des Verbundvorhabens SANA. In: Wissenschaftliches Begleitprogramm zur Sanierung der Atmmosphäre über den neuen Bundesländern, Abschlussbericht Band II.
- Moritomi H., Fujiwara N. (2005). 'Mercury emission from coal combustion in Japan', Mercury Experts Conference 2, MEC2 — 25.5. 2005, Ottawa, Canada.
- Nielsen M., Illerup J.B., Kristensen P.G., Jensen J., Jacobsen H.H., Johansen L., P., (2002). 'Emission factors for CHP plants < 25 MWe', (2003), fourth Joint UNECE Task Force and EIONET Workshop on Emission Inventories and Projections in Warsaw, Poland, 22–24.9.2003.
- Nussbaumer T. (2001). 'Relevance of aerosols for the air quality in Switzerland' pp. 1 in Aerosols from Biomass Combustion, ISBN 3-908705-00-2. International seminar on 27.6.2001, [www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/aerosols.pdf)
- NUTEK (1997). 'Environmentally — Adapted Local Energy Systems'. Report 4733, Swedish Environmental Agency, Stockholm.
- Oanh N.T.K., Reutergårdh L.B., Dung N.T. (1999). 'Emission of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Particulate Matter from Domestic Combustion of Selected Fuels', *Environmental, Science and Technology* 33, pp. 2703–2709, 1999.
- Ohlström, M. (1998). 'Energiantuotannon pienhiukkaspäästöt Suomessa' ('The fine particle emissions of energy production in Finland'), Espoo, Finland, Technical Research Center of Finland, VTT Research Notes 1934, p. 114. (In Finnish with English summary).
- Ohlström, Mikael, Tsupari, Eemeli, Lehtilä, Antti & Raunemaa, Taisto. Pienhiukkaspäästöt. (2005). Fine particle emissions and their reduction potentials in Finland. The effects of greenhouse gas emission reduction. Espoo 2005. VTT Tiedotteita Research Notes 2300. 91 s. + liitt. 1 s. Finland. (In Finnish with English summary).
- Olendrzynski K., Fudala J., Hlawiczka S., Cenowski S., Kachniarz M., Kargulewicz I., Debski B.

- Skoskiewicz J.(2002). 'Emission Inventory of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, PM, HMs, NMVOCs and POPs in Poland 2000', UN-ECE – EMEP/Poland. Report/2002, IOS, Warszawa.
- Pacyna J.M., Munthe J. (2004). 'Summary of research of projects on mercury funded by EC DG Research'. Workshop on Mercury Needs for further International Environmental Agreements, Brussels, 29–30.3.2004.
- Pacyna J.M., Pacyna E.G., (2001). 'An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide', *Environ.Rev.*2001, No 9 pp. 269 – 298.
- Paulrud, S et al. 2006. 'Användningsmönster och emissioner från vedeldade lokaleldstäder' ('The use of domestic wood burning and emissions from wood stoves'). IVL-report, Swedish Environmental Research Institute, Gothenburg, Sweden 2006 (In Swedish with English summary).
- Perry R.H., Green D.W., (1997). Chemical Engineers Handbook, edition 7, Mc Grow-Hill, London, 1997.
- Pfeiffer F., Struschka, M., Baumbach, G. (2000). 'Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher'. UBA-FB 295 46 36414/00, Umweltbundesamt, Berlin May 2000 (German, English abstract).
- Pulles T., van Aardenne J., Tooly L., Rypdal K., (2001). 'Good Practice Guidance for CLRTAP (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) Emission Inventories', European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC), 7.11.2001, [www.emep.int](http://www.emep.int) or on the Internet site of the European Environment Agency <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAR/en>
- Purvis, C. & Mccrills, R. 2000. 'Fine particulate matter (PM) and organic speciation of fireplace emissions', *Environmental, Science and Technology*, 34, pp. 1653–1658.
- Purvis, C. & Mccrills, R. 2000. 'Fine particulate matter (PM) and organic speciation of fireplace emissions', *Environmental, Science and Technology*, 34, pp. 1653–1658.
- Pye S. (2005/2). UK National atmospheric Emission Inventory (supplied by Pye S, UK, July 2005).
- Pye S., Jones G., Stewart R., Woodfield M., Kubica K., Kubica R., Pacyna J. (2005/1). 'Costs and environmental effectiveness of options for reducing mercury emissions to air from small-scale combustion installations', AEAT/ED48706/Final report v2, December 2005.
- Pye S., Thistlethwaite G., Adams M., Woodfield M., Goodwin J., Forster D., Holland M. (2004). 'Study Contract on the Cost and Environmental Effectiveness of Reducing Air Pollution from Small-scale Combustion Installations' (EC reference ENV.C.1/SER/2003/0099r), <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/>
- Quass U., Fermann M., Bröker G.; (2000). 'The European Dioxin Emission Inventory — Stage II' Desktop studies and case studies'. Final report 31.21.2000, Vol. 2, pp. 115–120, North Rhine Westphalia State Environment Agency.
- Ross A.B., Jones J.M., Chaiklangmuang S., Pourkahanian M., Williams A., Kubica K., Andersson J.T., Kerst M., Danihelka P. i Bartle K.D. (2002). 'Measurement and prediction of the emission of pollutants from the combustion of coal and biomass in a fixed bed furnace', *Fuel* 81, 5, pp. 571, 2002.
- Saanum et al, (1995). 'Emissions from Biomass Combustion', Norway Institute of Technology, 1995.

- Schauer, J., Kleeman, M., Cass, G., Simoneit, B. 2001. 'Measurement of emissions from air pollution sources 3. C1-C29 organic compounds from fireplace combustion of wood', *Environmental, Science and Technology*, 35, pp. 1716–1728.
- Senior C. (2004). 'Mercury Tutorial — Mercury Transformations'. Connie Senior (private presentation), Reaction Engineering International. The 29th International Technical Conference on Coal Utilization and Fuel Systems Clearwater, Florida, 18–22.4.2004 (on behalf of EPA).
- Skreiberg, Ø., 1994. 'Advanced techniques for Wood Log Combustion'. Procc. from Comett Expert Workshop on Biomass Combustion, May 1994.
- Smith, K.R. (1987). 'Biofuels, Air Pollution, and Health, A Global Review', Plenum Press, New York, p. 452.
- Spitzer, J., Enzinger, P., Fankhauser, G., Fritz, W., Golja, F., Stiglbrunner, R. (1998). 'Emissionsfaktoren für Feste Brennstoffe'. Endbericht Nr.: IEF-B-07/98, Joanneum Research, Graz, December 1998, p. 50.
- Strand, M. 2004. 'Particle Formation and Emission in Moving Grate Boilers Operating on Woody Biofuels'. Doctorial thesis. Department of Chemistry, TD, Växjö University, Sweden.
- Struschka, M., Zuberbühler U., Dreiseidler A., Dreizler D., Baumbach, G. (2003). 'Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionminderung'. UBA-FB 299 44 140, Umweltbundesamt, Berlin Juli 2003 (German, English abstract).
- Tan Y., Mortazavi R., Bob Dureau B., Mark A. Douglas M.A. (2004). 'An investigation of mercury distribution and speciation during coal combustion', *Fuel* 83 (2004), pp. 2229–2236.
- Thanner G., Moche W., (2002). 'Emission von Dioxine, ПХБs und PAHs aus Kleinf Feuerungen', Umweltbundesamt, Federal Environment Agency, Austria, Monographien Band 153, Wien, 2002.
- The Air Quality Strategy for UK; 2000. 'The Air Quality Strategy for England, Scotland, Wales and Northern Ireland', Working Together for Clean Air, Cm 4548 January, 2000.
- Tullin C., Johansson L., Leckner B. (2000). 'Particulate emissions from small-scale biomass combustion', Nordic Seminar on Small Scale Wood Combustion, Nadendal, Finland, 2000.
- UBA (Umweltbundesamt) (1989). 'Luftreinhaltung'88, Tendenzen — Probleme — Lösungen', Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin, in Dreiseidler et al. 1999.
- UBA (Umweltbundesamt) (1998). 'Schriftliche Mitteilung von Hr. Nöcker vom 01.09.1998, UBA II 4.6', Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin, in Dreiseidler et al. 1999.
- UBA (Umweltbundesamt) (1998a). 'Schätzung der Staubemissionen in Deutschland (Industrieprozesse, Kraftwerke und Fernheizwerke, industrie Feuerungen)'. Schriftliche Mitteilung von Hr.Remus vom 9.2000. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin.
- UBA (Umweltbundesamt) (1999a). 'Various estimates of particulate emission factors and particle size distributions' by Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin, in Dreiseidler et al., 1999.
- UMEG (Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH) (1999). 'Feinstaubuntersuchungen an Holzfeuerungen, Teil 2: Bereich Industrie Feuerungen > 1 MW', Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Report No 44-1999, Universität Stuttgart, July, 1999.
- UNEP Chemicals (2003). 'Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin

and Furan Releases', Geneva, Switzerland, first edition, May 2003.

Van der Most, P.F.J., Veldt, C. (1992). 'Emission Factors Manual PARCOM-ATMOS, Emission factors for air pollutants 1992, Final version'; TNO and Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment, Air and Energy Directorate Ministry of Transport and Water Management: The Netherlands. Reference number 92-235, 1992.

Van Loo S., and Koppejan J. (2002). Handbook of Biomass Combustion and Co-firing., Twente University Press, Enschede, 2002.

Wierzbicka, A., Lillieblad, L., Pagels, J., Strand, M., Gudmundsson, A., Ghaibi, A., Swietlicli, M. Sanati, M., Bohgard, M. 'Particle emissions from district heating units operating on three commonly used biofuels', *Atmospheric Environment* 39 (2005), pp. 139-150.

Williams A., Kubica K., Anderson J., Bartle K.D., Danihelka P., (2001). INCO-Copernicus Contr. No ERB IC15-CT98-053: 'Influence of co-combustion of coal and biomass on the emission of pollutants in domestic appliances'. Final report 1999-2001.

Winiwarter, W., Trenker, Ch., Höflinger, W. (2001). 'Österreichische Emissionsinventur für Stau', A study for Austrian Environmental Agency (Umweltbundesamt). Final report, ARC Seibersdorf Research Report, ARC — S-0151, 121 p., September 2001.

Zhang J., Smith K., Ma Y., Ye S., Jiang S., Qi W., Liu P., Khalil M., Rasmussen R., Thorneloe S., (2000). 'Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: A database for emission factors', *Atmospheric Environment* 34 (2000) pp. 4537-4549.



## Приложение В Расчет коэффициентов выбросов из концентраций

### В.1 Стандартизация концентраций в выбросах, связанных со сжиганием

Ежегодные выбросы, интенсивность выбросов и предельно допустимые значения выбросов обычно выражаются в единицах массы загрязнителя (например, т/год<sup>-1</sup>, кг/час<sup>-1</sup>, мг/м<sup>-3</sup>). Обратите внимание, что массовая концентрация не имеет смысла, пока не заданы объемные условия — обычно для процессов горения к этим условиям относится объем сухого воздуха при нормальных условиях (0 °С, 101,3 кПа) и стандартной концентрации кислорода. Для горения топлива теоретически требуется минимальное (стехиометрическое) количество воздуха. На практике для режима горения требуется воздуха больше, чем предусмотрено стехиометрическими условиями. Содержание кислорода в отработавших газах от установки сжигания является показателем объема избыточного воздуха, подающегося в систему горения. Приведение к стандартному содержанию кислорода дает возможность сравнивать различные технологии, поскольку это устраняет влияние разбавления (или концентрирования) при различных уровнях превышения воздуха/поступающего воздуха на концентрацию загрязняющего вещества.

Обычно используют следующие концентрации кислорода для нормирования выбросов:

- котлы, работающие на жидком топливе или газе — 3 % O<sub>2</sub>
- котлы, работающие на твердом топливе — 6, 7 % O<sub>2</sub>
- котлы, работающие на древесине — 6, 10, 11 или 13 % O<sub>2</sub>
- мусоросжигание — 11 % O<sub>2</sub>
- газовые турбины — 15 % O<sub>2</sub>
- стационарные двигатели — 5, 15 % O<sub>2</sub>
- сушилки — 17 % O<sub>2</sub>

Другие стандартизованные концентрации кислорода, включая 0 % O<sub>2</sub>, обычно используется при испытаниях коммунальных газовых установок. Концентрации можно приводить к стандартным величинам с помощью двуокиси углерода (хотя это и используется очень редко).

Обычно данные по концентрациям выбросов проводятся как массовые концентрации при заданном содержании кислорода. Однако когда данные по выбросам приводятся в ином виде, следующие уравнения могут помочь пользователю в приведении данных к более удобному виду.

Некоторые загрязняющие вещества были измерены и приводятся для влажных условий, и может потребоваться их приведение к условиям сухой среды.

$$[X]_d = [X]_w \cdot \frac{100}{(100-[H_2O])}$$

где:

[X]<sub>w</sub> измеренная концентрация для влажного отработавшего газа (миллионная доля, мг/м<sup>-3</sup>, % (по объему));

[X]<sub>d</sub> измеренная концентрация для сухого отработавшего газа (те же единицы, что и для влажного);

[H<sub>2</sub>O] является содержанием влаги в отработавшем газе в виде объемного % для влажных условий.

Многие загрязняющие вещества измеряются в виде объемных (молярных) концентраций. Приведение к массовой концентрации предполагает приближение идеального газа и подробно описано ниже:

$$[X]_m = [X]_d \frac{MW}{22.4}$$

где:

$[X]_d$  измеренная концентрация в ppm (миллионная доля) по объему для сухого отработавшего газа;

$[X]_m$  измеренная концентрация в мг/м<sup>3</sup> по объему для сухого отработавшего газа;

MW относительная массовая концентрация загрязняющего вещества (например, 64 для SO<sub>2</sub>);

22.4 объем, который занимает 1 киломоль идеального газа при 0 °С, 101,3 кПа (м<sup>3</sup>).

Обратите внимание, что концентрация NO<sub>x</sub> в выбросе и коэффициенты выброса задаются в терминах NO<sub>2</sub>. Отсюда получается, что относительная молекулярная масса, используемая для NO<sub>x</sub>, равна 46. Концентрация ЛОС в выбросе часто задается в терминах углерода. Отсюда относительная молекулярная масса, используемая для ЛОС, равна 12, но это положение в дальнейшем будет часто пересматриваться при использовании калибровочного газа (например, МВт для концентраций, измеренных как пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, 'эквивалентом' будет 3 x 12 = 36).

Приведение к стандартной концентрации O<sub>2</sub> задается следующим соотношением:

$$[X]_{ref} = [X]_m \cdot \frac{(20.9 - [O_2]_{ref})}{(20.9 - [O_2]_m)}$$

где :

$[X]_{ref}$  является приведенной концентрацией загрязняющего вещества при стандартном содержании O<sub>2</sub>;

$[X]_m$  измеренная концентрация в мг/м<sup>3</sup> для сухого отработавшего газа;

$[O_2]_m$  измеренная концентрация O<sub>2</sub> в % для сухого воздуха;

$[O_2]_{ref}$  стандартная концентрация O<sub>2</sub> в % для сухого воздуха (например, 3, 6 или 15 %).

Этот расчет подходит, если концентрации загрязняющего вещества и O<sub>2</sub> измерены в сухом воздухе.

## В.2 Расчет коэффициентов выбросов

Коэффициент выбросов характеризуют загрязнение веществом от технологической деятельности. Для процессов сжигания коэффициенты выбросов обычно описываются как масса загрязняющего вещества, выбрасываемого при сжигании единичной массы топлива.

Коэффициент выбросов можно рассчитать различными способами; в применяемом подходе используется приведенная концентрация загрязняющего вещества в выбросе и удельный теоретический (стехиометрический) объем отработавшего газа для используемого топлива. Этот подход исключает необходимость измерения расхода отработавшего газа, которое могло бы иметь высокую степень неопределенности и не могло быть применено на многих установках для сжигания.

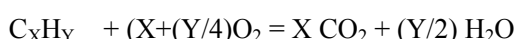
В этом подходе необходимо знать используемое топливо, концентрацию вредного вещества и содержание кислорода.

Анализ топлива, если его можно провести, дает возможность рассчитать удельный объем отработавшего газа из элементного анализа. Однако метод-19 Агентства США по защите окружающей среды дает объемы отработавшего газа для любого широко используемого топлива. Для другого топлива (например, генераторных газов, биогаза, неочищенного

природного газа или газов, получаемых при переработке отходов) рекомендуется проводить анализ для минимизации возможных неопределенностей.

Способ анализа топлива: анализ топлива и расчеты по режиму горения используются для определения стехиометрического требования к объему воздуха и сухого отработавшего газа на единицу массы топлива. Обратите внимание на то, что важно знать условия проведения анализа, данные которого могут быть опубликованы, особенно для твердого топлива. Расчеты предполагают использование приближения идеального газа. Объем сухого отработавшего газа рассчитывается для стандартной концентрации  $O_2$ , использованной для нормирования концентрации выбросов загрязняющего вещества. Коэффициент выбросов загрязняющего вещества (EF) может быть рассчитан умножением приведенной концентрации загрязняющего вещества на объем сухого отработавшего газа при той же самой приведенной концентрации кислорода.

В общем случае объемы отработавшего газ, произведенного в результате сжигания топлива, можно рассчитать в соответствии со следующими соотношениями.



Обратите внимание, что некоторая часть кислорода может быть получена из топлива. Для горения в воздухе каждый кубический метр кислорода связан в отношении (79,1/20,9) с азотом.

Объем сухого отработавшего газа при стехиометрических условиях ( $DFGV_{SC}$ ) в расчете на единицу массы топлива (или объема в случае газообразных топлив) можно рассчитать, и поэтому объем сухого отработавшего газа для условий, приведенных к нормальным условиям ( $DFGV_{ref}$ ) для требуемого стандартного содержания кислорода, можно получить из соотношения:

$$DFGV_{ref} = DFGV_{SC} \cdot (20.9/(20.9-[O_{2ref}]))$$

Коэффициент выбросов загрязняющего вещества (EF) может быть рассчитан умножением приведенной концентрации загрязняющего вещества на объем сухого отработавшего газа при той же самой приведенной концентрации кислорода. Например, при 15 % кислорода:

$$EF = [X]_{15\%} \cdot DFGV_{15}$$

Коэффициенты выбросов приводятся в различных видах, и все они обычно пересчитываются, используя физические или другие свойства топлива.

Например, коэффициент выброса тепла (так, как это делается в Руководстве) может быть получен делением коэффициента выброса, рассчитанным выше, на теплоту сгорания топлива. В Руководстве это соответствует низшей CV топлива.

$$EF_{thermal} = \frac{EF}{CV}$$

где:

$EF_{thermal}$  является коэффициентом теплового выброса, выраженного в единицах, подходящих для пользователя (например, в  $г/ГДж^{-1}$ );

CV является низшей теплотой сгорания топлива в соответствующих единицах, подходящих для коэффициента выброса.

Метод 19: USEPA приводит стехиометрический объем сухого отработавшего газа для жидкого топлива. Данные USEPA можно найти в методе 19 USEPA (Свод Федеральных Нормативных Актов США, Раздел 40, Часть 60, Приложение А). Данные USEPA по коэффициенту F представлены как объем сухого отработавшего газа при 20 °C, связанного с высшей теплотой сгорания топлива. Условия USEPA не совпадают с используемыми в Руководстве (на основе низшей теплоты сгорания) или концентрации в выбросе, обычно приводимая в Европе (сухой газ при н.у. — 0°C, 101,3 кПа), и, как следствие, эти данные

требуют некоторых преобразований. При расчетах используется приближение идеального газа.

Метод USEPA описан на сайте [www.epa.gov/ttn/emc/methods/method19.html](http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method19.html), а коэффициенты F приводятся далее.

**ТАБЛИЦА 19-2. КОЭФФИЦИЕНТЫ F ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТОПЛИВА<sup>1</sup>**

Тип топлива	F <sub>d</sub>		F <sub>w</sub>		F <sub>c</sub>	
	dscm/J	dscf/10 <sup>6</sup> Btu	wscm/J	wscf/10 <sup>6</sup> Btu	scm/J	scf/10 <sup>6</sup> Btu
Уголь						
Антрацит <sup>2</sup>	2.71x10 <sup>-7</sup>	10,100	2.83x10 <sup>-7</sup>	10,540	0.530x10 <sup>-7</sup>	1,970
Битуминозный уголь <sup>2</sup>	2.63x10 <sup>-7</sup>	9,780	2.86x10 <sup>-7</sup>	10,640	0.484x10 <sup>-7</sup>	1,800
Лигнит	2.65x10 <sup>-7</sup>	9,860	2.21x10 <sup>-7</sup>	11,950	0.513x10 <sup>-7</sup>	1,910
Топливо <sup>3</sup>	2.47x10 <sup>-7</sup>	9,190	2.77x10 <sup>-7</sup>	10,320	0.383x10 <sup>-7</sup>	1,420
Газ						
Природный	2.34x10 <sup>-7</sup>	8,710	2.85x10 <sup>-7</sup>	10,610	0.287x10 <sup>-7</sup>	1,040
Пропан	2.34x10 <sup>-7</sup>	8,710	2.74x10 <sup>-7</sup>	10,200	0.321x10 <sup>-7</sup>	1,190
Бутан	2.34x10 <sup>-7</sup>	8,710	2.79x10 <sup>-7</sup>	10,390	0.337x10 <sup>-7</sup>	1,250
Древесина	2.48x10 <sup>-7</sup>	9,240	--	--	0.492x10 <sup>-7</sup>	1,830
Древесная кора	2.58x10 <sup>-7</sup>	9,600	--	--	0.516x10 <sup>-7</sup>	1,920
Муниципальные отходы	2.57x10 <sup>-7</sup>	9,570	--	--	0.488x10 <sup>-7</sup>	1,820
Твердые отходы	--					

<sup>1</sup> Определяются в стандартных условиях: 20°C (68°F) и 760 мм рт.ст. (29.92 д рт.ст.)

<sup>2</sup> Классифицируются согласно ASTM D 388.

<sup>3</sup> Неочищенная нефть, остатки нефтепродуктов или дистиллятное топливо.

Используются коэффициенты F<sub>d</sub> — они представляют стехиометрический объем сухого отработавшего газа в расчете на единицу потребляемой энергии. Коэффициенты F<sub>w</sub> и F<sub>c</sub> представляют объем влажного отработавшего газа и объем CO<sub>2</sub> соответственно.

Прежде всего, пересчитывается объем сухого отработавшего газа USEPA при стехиометрических условиях, чтобы получить объем отработавшего газа (DFGV<sub>ref</sub>) для требуемого содержания кислорода при н.у. и для низшей потребляемой энергии.

$$F_d' = F_d \cdot (273/293) \cdot ((CV_{\text{выш}})/CV_{\text{низ}})$$

Здесь:

- F<sub>d</sub>' — стехиометрический объем сухого отработавшего газа при н.у. в расчете на единицу чистой потребляемой энергии — м<sup>3</sup>/Дж<sup>-1</sup>
- F<sub>d</sub> — коэффициент USEPA (20 °C и высшая потребляемая энергия)
- 273/293 — объемная поправка — отношение температур в Кельвинах

Обратите внимание, что при этом нужно знать отношение высшей теплоты сгорания топлива к низшей. Показательные отношения, приведенные ниже, основываются на данных Великобритании (DUKES 2007).

**Таблица В1 Значения теплоты сгорания**

Топливо	CV <sub>выш</sub>	CV <sub>низш</sub>	Единицы измерения	Отношение высшей/низшей
Уголь для электростанции	26,2	24,9	ГДж/т <sup>-1</sup>	1,05
Промышленный уголь	26,6	25,3	ГДж/т <sup>-1</sup>	1,05
Древесина	11,9	10	ГДж/т <sup>-1</sup>	1,08
НФО	43,3	41,2	ГДж/т <sup>-1</sup>	1,05
Газойл	45,6	43,4	ГДж/т <sup>-1</sup>	1,05
Природный газ	39,8	35,8	МДж/м <sup>-3</sup>	1,11

Теперь можно рассчитать объем сухого отработавшего газа при стандартном содержании кислорода:

$$F_{dref} = F_d \cdot (20.9 / (20.9 - [O_{2ref}]))$$

Коэффициент выбросов загрязняющего вещества ( $EF_{thermal}$ ) может быть рассчитан умножением приведенной концентрации загрязняющего вещества на объем сухого отработавшего газа при той же самой приведенной концентрации кислорода. Например, при 15 % кислорода:

$$EF_{thermal} = [X]_{15\%} \cdot F_{d15\%}$$

Коэффициенты выбросов выражаются различными способами, и все они обычно пересчитываются, используя физические или другие свойства топлива.

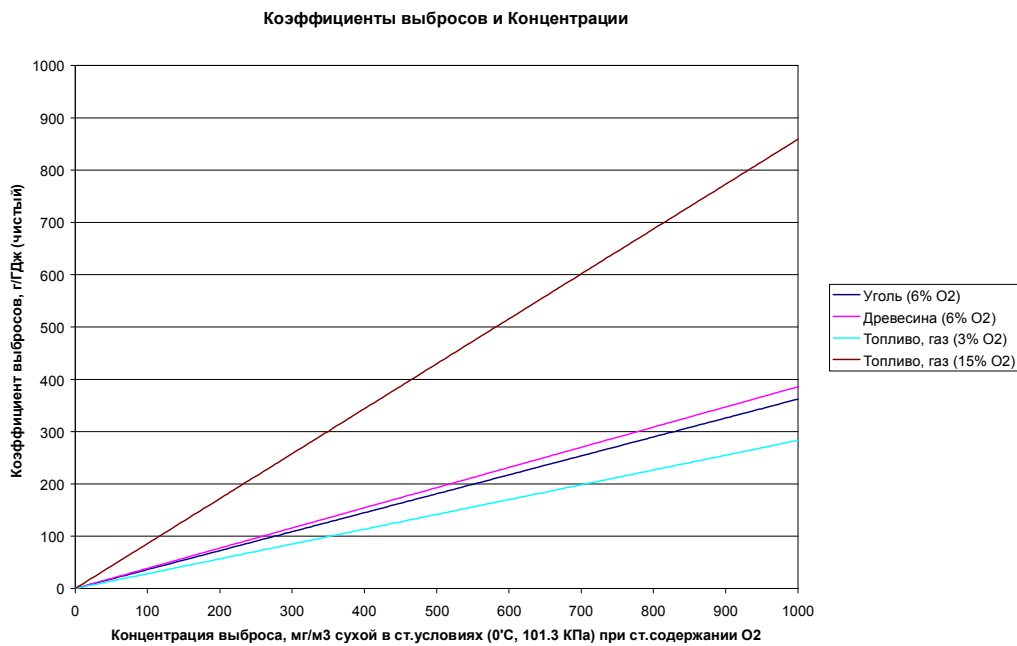
Например, коэффициенты выброса массы можно получить умножением коэффициента теплового выброса, рассчитанного выше, на низшую теплоту сгорания топлива.

$$EF = EF_{thermal} \cdot CV$$

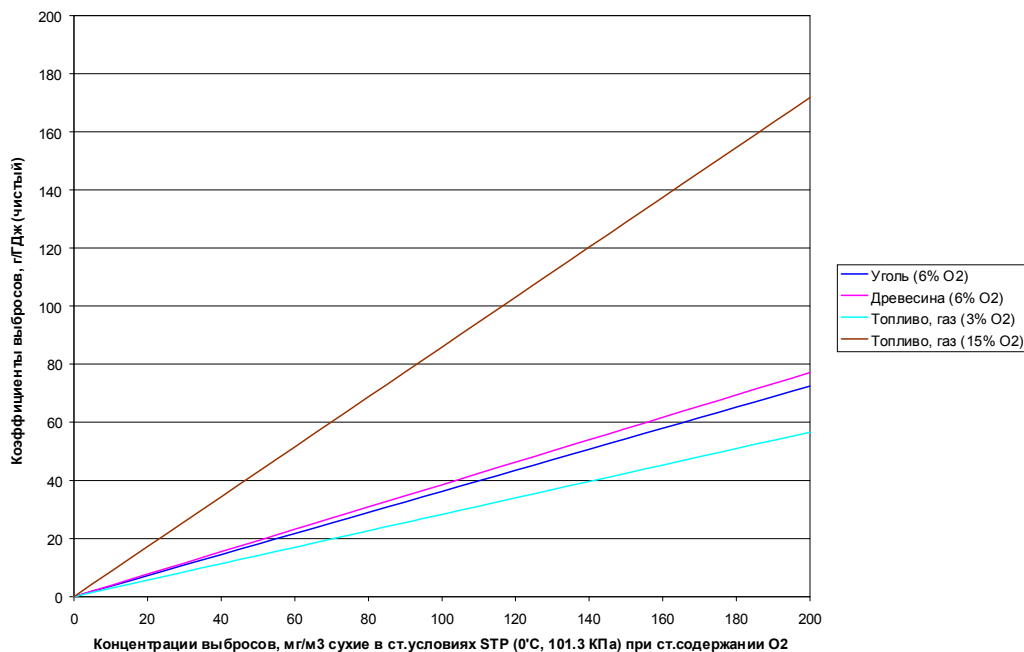
где:

- $EF_{тепл}$  - коэффициент теплового выброса, выраженный в единицах, которые подходят для пользователя (например, г/ГДж<sup>-1</sup>);
- CV - низшая теплота сгорания топлива в подходящих единицах, которые подходят к единицам коэффициента выброса.

Рисунки с примерами для корреляции концентраций выброса с коэффициентами выброса из метода 19 USEPA метод 19; коэффициенты F приведены на рис. C1 и C2.



**Рис. В1. Коэффициенты выброса — выбранные топлива и приведенные концентрации до 1 000 мг/м<sup>-3</sup>**



**Рис. В2. Коэффициенты выброса — выбранные топлива и приведенные концентрации до 200 мг/м<sup>-3</sup>**

## Приложение С Коэффициенты выбросов, связанные с предельными величинами выбросов в выбранных странах

Таблица С1 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для установок малого сжигания, работающих на угле

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°C, 101.3 КПа)								Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)								
			O <sub>2</sub> %	NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		PM		CO	ЛОС	NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO	ЛОС
				Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая			Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий		
Бельгия	0,3-5 МВт	6	300	800	1250	1250	100	200	250		109	290	453	453	36	72	91		
Бельгия	5-20 МВт	6	300	800	1250	1250	50	200	200		109	290	453	453	18	72	72		
Бельгия	20-50 МВт	6	300	600	1250	1250	50	200	250		109	217	453	453	18	72	91		
Чехия	0,2-50 МВт	6	650				250		650	50	235				91		235	18	
Чехия	< 50 МВт	6	1500		800	2500			1000	50	543		290	906			362	18	
Франция	20-50 МВт	6	450	650	850	2000	50	100	200	110	163	235	308	725	18	36	72	40	
Франция	< 4 МВт	6	550	825	2000		150				199	299	725		54				
Франция	4-10 МВт	6	550	825	2000		100				199	299	725		36				
Франция	> 10 МВт	6	550	825	2000		100				199	299	725		36				
Финляндия	1-50 МВт	6	275	550	1100	1100	55	140			100	199	398	398	20	51			
Германия	< 2,5 МВт	7	300	500	350	1300	50		150		116	194	136	505	19		58		
Германия	< 5 МВт	7	300	500	350	1300	50		150		116	194	136	505	19		58		
Германия	> 5 МВт	7	300	500	350	1300	20		150		116	194	136	505	8		58		
Германия	> 10 МВт	7	300	400	350	1300	20		150		116	155	136	505	8		58		
Италия	20-50 МВт	6	400		200		30		200	20	145		72		11		72	7	
Латвия	< 10 МВт	6	600		2500		1000		2000		217		906		362		725		
Латвия	10-50 МВт	6	600		2500		500		2000		217		906		181		725		
Норвегия	0,5-1 МВт	7	250				100		150		97				39		58		
Норвегия	1-5 МВт	7	250				20		100		97				8		39		
Норвегия	5-50 МВт	7	200				20		100		78				8		39		
Польша	<5	6					630								228				
Польша	5-50 МВт	6					400								145				
Португалия		6	1500		2700				1000	50	543		978				362	18	
Словакия	0,2-2 МВт	6			2500		250						906		91				
Словакия	0,2-50 МВт	6					150								54				
Словения	1-50 МВт	6	100		2000		150		100		36		725		54		36		
Словения	5-50 МВт	6					50								18				
Великобритания	20-50 МВт	6	450	650	2000	3000	300		150		163	235	725	1087	109		54		

Примечания:

1. Значения всех установок для сжигания даются в МВтт (эффективная тепловая мощность).
2. Диапазон концентраций (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и ТЧ) обычно соответствует предельным уровням выбросов новых и существующих установок, предназначенных для сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших имеющихся технологий (BAT), чем предельные уровни выбросов.

**Таблица С2 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для установок  
малого сжигания, работающих на угле**

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°С, 101.3 КПа)								Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)											
			NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO		ЛОС		NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO		ЛОС	
			%	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий
Франция	20-50 МВт	11	400	650	200	2000	50	100	200	110	232	377	116	1161	29	58	116	64				
Франция	< 4 МВт	11	500	750	200		150				290	435	116		87							
Франция	4-10 МВт	11	500	750	200		100				290	435	116		58							
Франция	> 10 МВт	11	500	750	200		100				290	435	116		58							
Финляндия	1-5 МВт	6	250	500			250	375			96	193			96	145						
Финляндия	5-10 МВт	6	250	500			125	250			96	193			48	96						
Финляндия	10-50 МВт	6	250	500			50	125			96	193			19	48						
Германия	< 2,5 МВт	11	250		350		100			10	145		203	58								6
Германия	< 5 МВт	11	250		350		50			10	145		203	29								6
Германия	> 5 МВт	11	250		350		20			10	145		203	12								6
Италия		6	400		200		30		200	20	154		77	12							77	8
Латвия	< 10 МВт	6	600		200		1000		2000		231		77	386							771	
Латвия	10-50 МВт	6	600		200		500		2000		231		77	193							771	
Норвегия	0,5-1 МВт	11	250				100	300	150		145			58	174	87						
Норвегия	1-5 МВт	11	250				20	300	100		145			12	174	58						
Норвегия	5-20 МВт	11	200	300			20	100	100		116	174		12	58	58						
Норвегия	20-50 МВт	11	200	300			20	50	100		116	174		12	29	58						
Польша	<5	6					700							270								
Польша	5-50 МВт	6					400							154								
Португалия		6	1500		2700				1000	50	579		1041								386	19
Великобритания	20-50 МВт	6	450				300		150		174			116							58	

Примечания:

1. Значения всех установок для сжигания даются в МВт (эффективная тепловая мощность).
2. Диапазон концентраций (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и ТЧ) обычно соответствует предельным уровням выбросов новых и существующих установок, предназначенных для сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших имеющихся технологий (БАТ), чем предельные уровни выбросов.

**Таблица С3 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для установок  
малого сжигания, работающих на топливе**

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°С, 101.3 КПа)								Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)											
			NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO		ЛОС		NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO		ЛОС	
			%	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий
Чехия		3			1700		100						481		28							
Чехия		3			1700		100						481		28							
Франция	20-50 МВт	3	450	650	850	1700	50	100	100	110	127	184	241	481	14	28	28	31				
Франция	< 4 МВт	3	550	825	1700		150				156	233	481		42							
Франция	4-10 МВт	3	550	825	1700		100				156	233	481		28							
Франция	> 10 МВт	3	500	750	1700		100				141	212	481		28							
Финляндия	1-15 МВт	3	800	900	1700		50	200			226	255	481		14	57						
Финляндия	15-50 МВт	3	500	670	1700		50	140			141	190	481		14	40						
Германия	НWB	3	180	350			50		80		51	99			14		23					
Германия	LPS	3	200	350			50		80		57	99			14		23					
Германия	HPS	3	250	350			50		80		71	99			14		23					
Италия	5-50 МВт	3	500		1700		100				141		481		28							
Латвия	< 10 МВт	3	400		1700		50		400		113		481		14		113					
Латвия	10-50 МВт	3	400		1700		50		400		113		481		14		113					
Норвегия	0,5-1 МВт	3	250				100	100	10		71			28	28	3						
Норвегия	1-5 МВт	3	250				20	100	10		71			6	28	3						
Норвегия	5-50 МВт	3	200	600			20	150	10		57	170		6	42	3						
Польша	<5	3																				
Португалия		3	1500		2700				1000	50	424		764				283	14				
Словакия	0,2-2 МВт	3			1700		100						481		28							
Словения	1-50 МВт	3			1700		50						481		14							
Словения	5-50 МВт	3					50							14								
Великобритания	20-50 МВт	3	200	600	1700		100	150	150		57	170	481		28	42	42					

Примечания

1. Значения всех установок для сжигания даются в МВт (эффективная тепловая мощность).
2. Диапазон концентраций (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и ТЧ) обычно соответствует предельным уровням выбросов новых и существующих установок, предназначенных для сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших имеющихся технологий (БАТ), чем предельные уровни выбросов.
3. Обратите внимание на то, что для SO<sub>2</sub> предельный уровень выбросов из установок, предназначенных для сжигания, не оснащенных новыми технологиями, определяется с помощью содержания серы в топливе и на базе Директивы 1999/32/ЕС по содержанию серы в определенных видах жидкого топлива (1% для тяжелого топлива и 0,2% для газойля вплоть до 1.1.2008г., когда предельное содержание серы в газойле стало 0,1%).
4. Германия делит выбросы NO<sub>x</sub> по применению; с высоким содержанием воды (НWB) - водогрейный котел, (LPS) - паровой котел, осуществляющий подачу пара при температуре до 210° С и до 1,8 МПа, пар высокого давления (HPS) – котлы, осуществляющие подачу пара при температуре до 210° С или давлении более 1,8 МПа.



**Таблица С4 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для установок  
малого сжигания, работающих на газе**

Страна	Мощность	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°С, 101.3 кПа)								Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)							
			O2 %	NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO	ЛОС	NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO
			Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	CO	ЛОС	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	CO	ЛОС
Чехия		3			35		10						10		3			
Франция	20-50 МВт	3	120	350	35		5		100	110	34	99	10		1		28	31
Франция	<10 МВт	3	150	225	35		5				42	64	10		1			
Франция	> 10 МВт	3	100	150	35		5				28	42	10		1			
Финляндия	1-15 МВт	3	340	400							96	113						
Финляндия	15-50 МВт	3	170	300							48	85						
Германия	НWB	3	100		10		5		50		28		3		1		14	
Германия	LPS	3	110		10		5		50		31		3		1		14	
Германия	HPS	3	150		10		5		50		42		3		1		14	
Италия		3	350		35		5				99		10		1			
Латвия	< 10 МВт	3	350		35		5		150		99		10		1		42	
Латвия	10-50 МВт	3	350		35		5		150		99		10		1		42	
Норвегия	0,5-1 МВт	3	120						10		34						3	
Норвегия	1-5 МВт	3	120						10		34						3	
Норвегия	5-50 МВт	3	120	200					10		34	57					3	
Польша		3					5								1			
Португалия		3	1500		2700				1000	50	425		765				283	14
Словакия	0,2-2 МВт	3			35		10						10		3			
Словения	1-50 МВт	3			35		5						10		1			
Словения	5-50 МВт	3					5								1			
Великобритания	20-50 МВт	3	140		35		5		100		40		10		1		28	

Примечания:

1. Значения всех установок для сжигания даются в МВт (эффективная тепловая мощность).
2. Диапазон концентраций (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и ТЧ) обычно соответствует предельным уровням выбросов новых и существующих установок, предназначенных для сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших имеющихся технологий (BAT), чем предельные уровни выбросов.
3. Германия делит выбросы NO<sub>x</sub> по применению; с высоким содержанием воды (НWB) - водогрейный котел, (LPS) - паровой котел, осуществляющий подачу пара при температуре до 210° С и до 1,8 МПа, пар высокого давления (HPS) – котлы, осуществляющие подачу пара при температуре до 210° С или давлении более 1,8 МПа.

**Таблица С5 Предельно допустимые на национальном уровне выбросы для двигателей и  
газовых турбин**

Страна	Топливо	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°С, 101.3 кПа)								Коэффициент выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)							
			O2 %	NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO	ЛОС	NOx		SO <sub>2</sub>		ТЧ		CO
			Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	CO	ЛОС	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	CO	ЛОС
<b>Двигатели:</b>																		
Франция	Газ	5	350								112							
Франция	Топливо	5	1000								319							
Финляндия	Газ	15	750	1750							644	4561						
Финляндия	Топливо	15	750	2300	600		60	70			644	5990	1563		156	182		
Германия	Газ, <3 МВт	5	1000				20		300	2000	319				19		290	1934
Германия	Газ	5	500				20		300	650	159				19		290	629
Германия	Топливо, <3 МВт	5	1000				20		300		319				19		290	
Германия	Топливо	5	500				20		300		159				19		290	
Великобритания	Газ	15	500	750			50	100	450	200	430	1955		130	261	1173	521	
Великобритания	Топливо	15	1100	1800			100		150	150	944	4688			260		391	391
<b>Газовые турбины:</b>																		
Финляндия	Газ	15	115	175							99	150						
Финляндия	Топливо	15	115	175							99	150						
Германия	Газ	15	75						100		64						86	
Германия	Топливо	15	150						100		129						86	
Великобритания	Газ	15	60	125					60		52	107					52	
Великобритания	Топливо	15	125	165					60		107	142					52	

Примечания:

1. Значения всех установок для сжигания даются в МВт (эффективная тепловая мощность).
2. Диапазон концентраций (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и ТЧ) обычно соответствует предельным уровням выбросов новых и существующих установок, предназначенных для сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших имеющихся технологий (BAT), чем предельные уровни выбросов.
3. Обратите внимание на то, что для SO<sub>2</sub> предельный уровень выбросов из установок, предназначенных для сжигания, не оснащенных новыми технологиями, определяется с помощью содержания серы в топливе и на базе Директивы 1999/32/ЕС по содержанию серы в определенных видах жидкого топлива (1% для тяжелого топлива и 0,2% для газойля вплоть до 1.1.2008г., когда предельное содержание серы в газойле стало 0,1%).

## Приложение D Материалы для обсуждения – Обновление методов для небольших сжиганий (1A4)

Нильсен, О.-К., Плейдруп, М.С. и Нильсен, М. (2012)

Во многих странах установки малого сжигания являются ключевой категорией для нескольких загрязняющих веществ. Особенно в странах с большим количеством печей и котлов, в которых используется биомасса или твердое топливо, эта категория источников будет ключевой для ТЧ, НМЛОС, СО, ПАУ и ПХДД/Ф. В дополнение к важности категории в отношении выбросов установки малого сжигания также ассоциируются с высокой степенью неопределенности в отношении данных по осуществляемой деятельности (особенно для дров) и коэффициентов выбросов (КВ). На КВ в руководстве 2009 г. ссылки не приводились на научной основе. Практически для всех КВ есть ссылки на предыдущие версии Руководства, где на КВ ссылок нет. Поэтому неясно, какие ссылки являются исходными для КВ. Учитывая большое значение этого сектора источников, это очень неудобно.

В данных материалах для обсуждения приводится обзор КВ в руководстве 2009 г., а также предлагаются объяснения и ссылки на КВ, включенные в руководство 2013 г.

### Бытовые установки

В настоящее время в Руководстве содержится четыре таблицы для КВ уровня 1 и большее количество таблиц для КВ уровня 2, как указано в таблице ниже. В настоящее время не существует согласования между технологическими описаниями в разделе 2.2 и КВ, приведенными в разделе 3 главы. Отсюда необходимость описания способов и КВ, представленных в данной главе.

Перечень таблиц КВ для бытовых установок в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-3	1	Уголь	Бытовой	
Таблица 3-4	1	Природный газ	Бытовой	
Таблица 3-5	1	Другие типы жидкого топлива	Бытовой	
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	
Таблица 3-12	2	Твердое топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-13	2	Газообразное топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Камины
Таблица 3-15	2	Твердое топливо	Бытовой	Печи
Таблица 3-16	2	Твердое топливо	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Печи
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-19	2	Природный газ	Бытовой	Печи
Таблица 3-20	2	Природный газ	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Печи
Таблица 3-22	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт

Таблица 3-23	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные камины
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные печи
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи на гранулированном топливе

### Сжигание биомассы

Коэффициенты выбросов в настоящее время включены в одну таблицу коэффициентов выбросов уровня 1 и 6 таблиц коэффициентов выбросов уровня 2. Описание технологии в главе 2.2 не согласуется с таблицами коэффициентов выбросов уровня 2. Предлагаемые наименования новых технологий и ссылка на описание технологий в главе 2.2 приведены ниже. Коэффициенты выбросов для усовершенствованных каминов будут удалены и заменены таблицей коэффициентов выбросов для энергоэффективных печей.

Перечень таблиц КВ для бытовых установок в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	Наименование новой технологии	Наименование технологии в главе 2.2
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой		-	-
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Камины	Открытые камины	Открытые и частично закрытые камины
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Печи	Обычные печи	Закрытые камины, обычные традиционные печи, кухонное оборудование
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Котлы < 50 кВт	Обычные котлы < 50 кВт	Обычные котлы для биомассы
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные камины	Энергоэффективные печи	Энергоэффективные обычные печи, каменные жаросберегающие печи <sup>2</sup>
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные печи	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	Усовершенствованные печи для сжигания, каталитические печи для сжигания, усовершенствованные котлы для сжигания
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи на гранулированном топливе	Печи и котлы на гранулированном топливе	Современные печи на гранулированном топливе, автоматические дровяные котлы (гранулы/опилки)

В целом коэффициенты выбросов в обновлении руководства 2010 г. относятся к обновлению руководства 2007 г. Все коэффициенты выбросов были обновлены, а ссылки добавлены.

Если коэффициенты выбросов в литературных источниках приводятся в г/кг сухих дров, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных

<sup>2</sup> Каменные жаросберегающие печи можно включить в категорию усовершенствованных/экологических печей и котлов в зависимости от технологии.

в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул.

Большинство коэффициентов выбросов были округлены до одной или двух значащих разрядов.

В целом коэффициенты выбросов уровня 1 для биомассы были основаны на коэффициентах выбросов для обычных печей, в которых сжигаются дрова.

### *NO<sub>x</sub>*

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 50-120 г/ГДж.

Для открытых каминов текущий коэффициент выбросов составляет 50 г/ГДж. Это выше, чем коэффициент выбросов AP-42. Однако будет предполагаться, что коэффициент выбросов равен коэффициенту выбросов для обычных печей, и, таким образом, коэффициент выбросов изменен не будет.

Для обычных печей диапазон значений коэффициента выбросов в литературе составляет 35-84 г/ГДж, а текущее значение коэффициента выбросов 50 г/ГДж согласуется с общим уровнем выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 50 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011). Диапазон 30-150 г/ГДж не будет изменен.

Для обычных котлов диапазон коэффициентов выбросов в литературе составляет 28-125 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 120 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 80 г/ГДж<sup>3</sup> и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011). Диапазон 30-150 г/ГДж не будет изменен.

Для энергоэффективных котлов в обзоре литературы приводится диапазон выбросов NO<sub>x</sub> 25-74 г/ГДж. Будет применяться коэффициент выбросов для обычных печей и обычных котлов (80 г/ГДж).

Для экологических и усовершенствованных печей и котлов диапазон в литературе составляет 54-126 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов – 90 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов соответствует данным в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 95 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011). Диапазон 50-150 г/ГДж не будет изменен.

Для печей и котлов на гранулированном топливе диапазон в литературе составляет 49-282 г/ГДж (49-180 г/ГДж, если не включать одно резко отклоняющееся значение), а текущий коэффициент выбросов – 90 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов немного выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 80 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011). Диапазон 50-150 г/ГДж будет изменен на 50-200 г/ГДж.

<sup>3</sup> Среднее значение коэффициентов выбросов для старых и современных котлов.

Данные о выбросах для NO<sub>x</sub>, г/ГДж.

	Технология	Дрова	Выброс NO <sub>x</sub> , г/ГДж
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.9	Камин	-	144
Pettersson et al., 2011	Печь	Деревянные бревна	47 (35-66)
Fernandes et al., 2011	Чугунная печь	Деревянные бревна	37-74
Tissari et al., 2007	Печь	Деревянные бревна	25 (20-30)
Bäfver et al., 2011	Старая печь	Деревянные бревна	70-84
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.10	Обычная дровяная печь	Деревянные бревна	78
Li (2006)	-	Деревянные бревна	61
Johansson et al., 2004	Старые дровяные котлы	Деревянные бревна	68 (28-72)
Johansson et al., 2004	Современные дровяные котлы	Деревянные бревна	92 (60-125)
Johansson et al., 2003a	Котлы, не экологичные	Деревянные бревна	61 (28-72)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	36-100
Tissari et al., 2007	Несколько (с аккумулярованием тепла)	Деревянные бревна	25-57
Lamberg et al., 2011	Современные каменные печи	Деревянные бревна	74
Koyuncu & Pinar, 2007	Печи на биомассе (с вторичным воздухом)	Топливная древесина <sup>1)</sup>	12,54 (0,75-18,32) <sup>1)</sup>
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (C)	Брикеты и бревна	60-111
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (D)	Брикеты и бревна	54-106
Bäfver et al., 2011	Современная печь	Деревянные бревна	74-110
Kistler et al., 2012	Дымоход тип	-	92 (58-132)
Johansson et al., 2003a	Котлы, экологичные	Деревянные бревна	96 (56-126)
Austrian Environmental label	Печи с ручной подачей	Деревянные бревна	120
Boman et al., 2011	Двойные котлы на гранулированном топливе	Гранулы	49-62
Schmidl et al., 2011	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	79-83
Schmidl et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	63-77
Johansson et al., 2004	Котлы на гранулированном топливе	Гранулы	78 (62-180)
Sippula et al., 2007	Печь на гранулированном топливе с вертикальной загрузкой	Гранулы, кора и стебли	56 (56-282)
Lamberg et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	49 (42-56)
Bäfver et al., 2011	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	68-170
Verma et al., 2011	Котлы на гранулированном топливе (5 различных типов)	Гранулы	< 60
Kistler et al., 2012	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	100 (74-131)
Todorovic et al., 2007	Котлы		68

1) Диапазон включает другие типы топлива из биомассы

Коэффициенты выбросов NOx при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов NO <sub>x</sub> , г/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	80	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	50	Предполагается равным обычным печам.
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	50	Pettersson et al. (2011)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	80	Pettersson et al. (2011)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	80	Предполагается равным обычным печам.
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные /экологичные печи и котлы	95	Pettersson et al. (2011)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	80	Pettersson et al. (2011)

## CO

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 500-6 000 г/ГДж.

Для открытых каминов диапазон коэффициентов выбросов в литературе составляет 750-12 000 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 6 000 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 4 000 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Goncalves et al. (2012). Диапазон будет изменен на 1 000-10 000 г/ГДж.

Для обычных печей диапазон в литературе составляет 750-23 700 г/ГДж (750-10 000, если не включать одно резко отклоняющееся значение). Текущий коэффициент выбросов 6 000 г/ГДж выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 4 000 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011) и Goncalves et al. (2012). Диапазон будет изменен на 1 000-10 000 г/ГДж.

Для обычных котлов диапазон коэффициентов выбросов в литературе составляет 500-16 400 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 4 000 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов согласуется с общим уровнем выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 4 000 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2004)<sup>4</sup>. Диапазон будет изменен на 500-10 000 г/ГДж.

Для энергоэффективных печей диапазон коэффициентов выбросов в обзоре литературы составляет 680-6 250. Предполагается, что коэффициент выбросов равен коэффициенту обычных котлов.

Для экологичных и усовершенствованных котлов диапазон в литературе составляет 500-5 400 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов – 3 000 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше значений, данных в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 2 000 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2003). Экологические устройства включают другие нормы выбросов CO. Диапазон будет изменен на 500-5 000 г/ГДж.

<sup>4</sup> Предполагается, что 2/3 дров сжигаются в старых котлах, а 1/3 в новых котлах. Одно резко выделяющееся значение для старых котлов не включено.

Для печей и котлов на гранулированном топливе диапазон в литературе составляет 5-2 564 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов – 500 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 300 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Schmidl et al. (2011) и Johansson et al. (2004). Диапазон будет изменен на 10-2 500 г/ГДж.

Данные о выбросах для CO, г/ГДж.

	Технология	Дрова	Выброс CO, г/ГДж
Goncalves et al., 2012	Камин	бревна (и брикеты)	2 833-4 750
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.9	Камин	Деревянные бревна	7 017
Naturvårdsverket	Открытые камин	Деревянные бревна	4 000 (2 100-12 000)
Meyer, 2012	Открытый камин	Деревянные бревна	750-6 185
Pettersson et al. 2011	Печь	Деревянные бревна	3 600 (1 100-7 200)
Goncalves et al., 2012	Дровяная печь	расколотые бревна (и брикеты)	3 172-5 511
Tissari et al., 2007	Печь	Деревянные бревна	1 823 (1 458-2 188)
Pettersson et al., 2011	Печь	Деревянные бревна	2 400
Bäfver et al, 2011	Старая печь	Деревянные бревна	1 800-3 200
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.10	Обычная дровяная печь	Деревянные бревна	6 411
Naturvårdsverket	Печь на деревянных бревнах	Деревянные бревна	2 500 (5-23 700)
Li (2006)	-	Деревянные бревна	5 689
Paulrud et al., 2006	Печь	-	2 200 (750-4 700)
Paulrud et al., 2006	Камин со вставкой	-	2 200 (930-3 700)
McDonald et al., 2000	дровяная печь	мягкая и твердая древесина	7 163 (5 706-9 922)
Hübner et al., 2005	Одиночная печь, дровяная	-	2 830 (1 500-4 700)
Johansson et al., 2004	Старые дровяные котлы	Деревянные бревна	5 640 (4 800-16 400) <sup>2)</sup>
Johansson et al., 2004	Современные дровяные котлы	Деревянные бревна	1 324 (507-3 781)
Winther 2008	Старые котлы	Деревянные бревна	9 001-10 890
Winther 2008	Новые котлы	Деревянные бревна	2 616-3 165
Johansson et al., 2003a	Котлы, не экологичные	Деревянные бревна	7 000 (4 100-16 400)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	1 300-12 000
Hübner et al., 2005	Котлы, дровяные	Деревянные бревна	3 220 (540-4 300)
Tissari et al., 2007	Несколько (с аккумулярованием тепла)	Деревянные бревна	6 250 (1 458-6 250)
Lamberg et al., 2011	Современные каменные печи	Деревянные бревна	580
Koyuncu & Pinar, 2007	Печи на биомассе (с вторичным воздухом)	Топливная древесина <sup>1)</sup>	1 489 (1 403-3 276) <sup>1)</sup>
Fernandes et al., 2011	Печь на кампеше	Деревянные бревна	1 527-3 587
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (C)	Брикеты и бревна	839-1 751
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (D)	Брикеты и бревна	939-1 814
Bäfver et al, 2011	Современная печь	Деревянные бревна	1 200-1 900
Kistler et al., 2012	Дымоход тип	-	2 098 (1 189-3 681)
Johansson et al., 2003a	Котлы, экологичные	Деревянные бревна	1 952 (507-5 400)
Austrian Environmental label	Печи с ручной подачей	Деревянные бревна	700 <sup>3)</sup>
Nordic Ecolabelling - Swan			1 117 <sup>3)</sup>
P-mark			2 464 <sup>3)</sup>
Boman et al., 2011	Двойные котлы на гранулированном топливе	Гранулы	75-770
Schmidl et al., 2011	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	33-488 <sup>4)</sup>
Schmidl et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	5-319
Johansson et al., 2004	Котлы на гранулированном топливе	Гранулы	464 (30-1 100)
Sippula et al., 2007	Печь на гранулированном топливе с вертикальной загрузкой	Гранулы, кора и стебли	142 (142-2 564)
Lamberg et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	80 (13-147)
Bäfver et al, 2011	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	57-270
Verma et al., 2011	Котлы на гранулированном топливе (5 различных типов)	Гранулы	<200 (750)
Naturvårdsverket	Горелка на гранулированном топливе	Гранулы	300 (31-1 700)
Kistler et al., 2012	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	184 (118-245)
Todorovic et al., 2007	Котлы		200

---

Hübner et al., 2005 <i>Nordic Ecolabelling – Swan</i>	Котлы, гранулы и опилки	Гранулы и опилки <i>Гранулы</i>	853 (120-1 400) 526 <sup>3)</sup>
--	-------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

---

- 1) Диапазон включает другие типы топлива из биомассы
- 2) Среднее значение не включает 16 400 (резко выделяющееся значение)
- 3) Нормы выбросов не сравнимы. Испытание скандинавских экологических установок включает пуск и частичную загрузку, в то время как австрийская экологическая система включает испытание при полной загрузке.
- 4) 33 г/ГДж при полной загрузке.

Коэффициенты выбросов CO при бытовом сжигании дров.



	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов CO, г/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	4 000	Предполагается равным обычным печам.
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	4 000	Goncalves et al. (2012)
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	4 000	Pettersson et al. (2011) и Goncalves et al. (2012)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	4 000	Johansson et al. (2003)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	4 000	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	2 000	Johansson et al. (2003)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	300	Schmidl et al. (2011) и Johansson et al. (2004)

### НМЛОС

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 20-1 300 г/ГДж.

Для открытых каминов в McDonald et al. (2000) приводится диапазон коэффициентов выбросов 452 г/ГДж, что ниже текущего коэффициента выбросов 1 300 г/ГДж. Будет применяться коэффициент выбросов 600 г/ГДж из расчета такого же коэффициента выбросов, как и для обычных печей, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011) и McDonald et al. (2000).

Для обычных печей диапазон в литературе составляет 17-3 072 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 1 200 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше общего уровня выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 600 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Pettersson et al. (2011). Диапазон будет изменен на 20-3 000 г/ГДж.

Для обычных котлов диапазон коэффициентов выбросов в литературе составляет 12-2 000 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 400 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов немного выше коэффициента выбросов для старых котлов в Johansson et al. (2004). Будет применяться коэффициент выбросов 350 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на старые в Johansson et al. (2004). Диапазон будет изменен на 100-2 000 г/ГДж.

Предполагается, что коэффициент выбросов для энергоэффективных печей равен значению для обычных котлов.

Для экологичных/усовершенствованных печей текущий коэффициент выбросов составляет 250 г/ГДж. Данных в литературе не найдено, однако уровень выбросов обоснован, учитывая коэффициенты для других технологий. Таким образом, коэффициент выбросов и диапазон не будут изменены.

Для печей и котлов на гранулированном топливе диапазон в литературе составляет 1-26 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов – 20 г/ГДж. Текущий коэффициент выбросов выше значений данных в обзоре литературы. Будет применяться

коэффициент выбросов 10 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2004) и Voman et al. (2011). Диапазон будет изменен на 1-30 г/ГДж.

Данные о выбросах для НМЛОС, г/ГДж.

	Технология	Дрова	Выброс НМЛОС, г/ГДж
McDonald et al., 2000	Камин	Мягкая и твердая древесина	452 (283-806)
Pettersson et al. 2011	Печь	Деревянные бревна	560 (17-2 300)
Pettersson et al., 2011	Печь	Деревянные бревна	100
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.10	Обычная дровяная печь	Деревянные бревна	778
Li (2006)	-	Деревянные бревна	372
Paulrud et al., 2006	Печь	-	80 (16-180)
Paulrud et al., 2006	Камин со вставкой	-	97 (17-260)
McDonald et al., 2000	дровяная печь	мягкая и твердая древесина	ЛОС: 1 308 (344-3 072)
Johansson et al., 2004	Старые дровяные котлы	Деревянные бревна	350 (270-2 000)
Johansson et al., 2004	Современные дровяные котлы	Деревянные бревна	12 (1,3-43)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	180-2 000
Voman et al., 2011	Двойные котлы на гранулированном топливе	Гранулы	0,24-26
Johansson et al., 2004	Котлы на гранулированном топливе	Гранулы	8 (1-23)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	2,8

Коэффициенты выбросов НМЛОС при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов НМЛОС, г/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	600	Предполагается равным обычным печам
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	600	Pettersson et al. (2011) и McDonald et al. (2000)
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	600	Pettersson et al. (2011)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы <50 кВт	350	Johansson et al. (2004)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	350	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	250	(без ссылки – значение ЕМЕП/ЕАОС 2010 г.)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	10	Johansson et al. (2004) и Voman et al. (2011)

## SO2

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 10-30 г/ГДж. Коэффициент выбросов из АООС США (1996) AP-42, глава 1.9, составляет 11 г/ГДж.

Анализ топлива в нескольких европейских исследованиях (Johansson et al. (2003); Fernandes et al. (2011); Goncalves et al. (2010); Voman et al. (2004) подтверждает, что уровень выбросов при условии полного окисления находится в диапазоне 8-40 г/ГДж. Коэффициент выбросов АООС США (1996) будет применяться для всех технологий.

Данные о выбросах для SO<sub>2</sub>, г/ГДж.

	Выброс SO <sub>2</sub> , г/ГДж
АООС США (1996), AP-42 глава 1.9	11
Johansson et al. (2003)	11-42
Fernandes et al. (2011)	11-22
Goncalves et al. (2010)	11-22
Voman et al (2004)	8-53

**NH<sub>3</sub>**

Ссылка на текущий КВ для NH<sub>3</sub> в Руководстве отсутствует. Известно, что сложно получить данные для выбросов NH<sub>3</sub> от бытовых дровяных установок. В Roe et al. (2004) приводятся коэффициенты для различных технологий сжигания дров, эти коэффициенты КВ суммированы в таблице ниже.

Данные о выбросах NH<sub>3</sub> из Roe et al. (2004).

	КВ - фунт/тонна	КВ - кг/тонна	КВ - г/ГДж <sup>1</sup>
Бытовые; дрова; камины	1,8	0,9	74,4
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: стандартный	1,7	0,85	70,2
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: низкие выбросы	0,9	0,45	37,2
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: на гранулированном топливе	0,3	0,15	12,4
Бытовые; дрова; котлы и печи	1,8	0,9	74,4
Бытовые; дрова; оборудование, установленное вне помещения	1,8	0,9	74,4

<sup>1</sup> Конвертировано с помощью НТС 12,1 ГДж/тонну как среднее значение недавно произведенных и высушенных на воздухе дров (ОЭСР/МЭА, 2005)

Предлагается включить КВ из Roe et al. (2004) в Руководство. Доступные КВ довольно хорошо согласуются с различными типами технологий в Руководстве. В таблице ниже представлены КВ для различных технологий в Руководстве.

Коэффициенты выбросов NH<sub>3</sub> при бытовом сжигании дров

	Урове нь	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов NH <sub>3</sub> , г/ГДж	Ссылка
Таблица 3- 6	1	Биомасс а	Бытовой	-	70,2	Предполагается равным обычным печам
Таблица 3- 14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	74,4	Roe et al. (2004)
Таблица 3- 17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	70,2	Roe et al. (2004)
Таблица 3- 18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	74,4	Roe et al. (2004)
Таблица 3- 24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	37,2	Roe et al. (2004) – Предполагаются как низкие выбросы
Таблица 3- 25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/э кологичные печи и котлы	37,2	Roe et al. (2004) – Предполагаются как низкие выбросы
Таблица 3- 26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	12,4	Roe et al. (2004)

**ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>**

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 80-900 г/ГДж для ОКВЧ.

Применяемые стандарты измерения выбросов и циклы сжигания во время испытаний оказывают значительное влияние на оцениваемые данные о выбросах для ТЧ. Таким образом, результаты не всегда будут сопоставимы со ссылками, приведенными ниже.

Это также обсуждается в отдельном документе для обсуждения<sup>5</sup>. Предпочтение было отдано недавним исследованиям, основанным на разжиженном дымовом газе. Кроме того, предпочтение было отдано данным о выбросах, которые включают целый цикл сжигания, т.к. выбросы во время зажигания, частичной загрузки и прогорания намного выше, чем в условиях полной загрузки.

Только несколько ссылок включают данные для ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>. Для каждой технологии два из трех коэффициентов выбросов основаны на распределении частиц по размеру: ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Эти допущения основаны на Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландской Организации Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

Для открытых каминов диапазон коэффициентов выбросов в литературе составляет 47-1 167 г/ГДж. Текущие коэффициенты выбросов составляют 900 г/ГДж для ОКВЧ, 860 г/ГДж для ТЧ<sub>10</sub> и 850 г/ГДж для ТЧ<sub>2,5</sub>. Данные из обзора литературы подтверждают текущий уровень коэффициентов выбросов. Будет применяться коэффициент выбросов 820 г/ГДж для ТЧ<sub>2,5</sub>, и будет добавлена ссылка на Alves et al. (2011). Интервалы будут изменены в ½-2 раза для коэффициентов выбросов.

Для обычных печей диапазон в литературе составляет 20-1 400 г/ГДж. Текущие коэффициенты выбросов составляют 850 г/ГДж для ОКВЧ, 810 г/ГДж для ТЧ<sub>10</sub> и 810 г/ГДж для ТЧ<sub>2,5</sub>. Данные из обзора литературы подтверждают уровень коэффициентов выбросов. Будет применяться коэффициент выбросов ОКВЧ 800 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005). Интервалы будут изменены в ½-2 раза для коэффициентов выбросов.

Для обычных котлов диапазон в литературе составляет 20-2 200 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 500 г/ГДж для ОКВЧ, 475 г/ГДж для ТЧ<sub>10</sub> и 475 г/ГДж для ТЧ<sub>2,5</sub>. Текущий коэффициент выбросов согласуется с общим уровнем выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов ОКВЧ 500 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Winther (2008)<sup>6</sup> и Johansson et al. (2003). Интервалы будут изменены в ½-2 раза для коэффициентов выбросов.

Для энергоэффективных печей будет применяться коэффициент выбросов 400 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Glasius et al. (2005)<sup>7</sup>. Интервалы будут изменены в ½-2 раза для коэффициентов выбросов.

Для экологических и усовершенствованных печей и котлов текущий коэффициент выбросов составляет 250 г/ГДж, что близко предельному значению для скандинавских экологических установок. Однако большинство измерений выбросов значительно ниже данного коэффициента выбросов, и будет применяться коэффициент выбросов ОКВЧ 100 г/ГДж, а также будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2003), Goncalves et al. (2010) и Schmidl et al. (2011). Диапазон для ОКВЧ будет изменен на 20-250 г/ГДж.

<sup>5</sup> Документ для обсуждения – Важность методологии отбора проб для выбросов от установок малого сжигания

<sup>6</sup> Предполагается, что 2/3 дров сжигаются в старых котлах, а 1/3 в новых котлах. Одно резко выделяющееся значение для старых котлов не включено.

<sup>7</sup> Дровяные печи < 3 лет.

Для печей и котлов на гранулированном топливе диапазон в литературе составляет 10-50 г/ГДж, а текущий коэффициент выбросов – 80 г/ГДж. Будет применяться коэффициент выбросов ОКВЧ 31 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Voman et al. (2011). Диапазон будет изменен на 10-50 г/ГДж.

Данные о выбросах для ТЧ, г/ГДж.

	Технология	Дрова	Выброс ТЧ, г/ГДж
Alves et al., 2011	Камин	Бревна <sup>1)</sup>	ТЧ <sub>2,5</sub> : 820 (550-1 122)
Alves et al., 2011	Камин	Брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 850
Nussbaumer 2010	Открытый камин		ОКВЧ: 50 - >1 000
Goncalves et al., 2012	Камин	бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 47-1 611
Goncalves et al., 2012	Камин	бревна (и брикеты)	ТЧ <sub>2,5</sub> : 383-1 167
Meyer, 2012	Открытый камин	Деревянные бревна	266-910/235-771/194-712
Fine et al., 2002	Камин	-	ТЧ <sub>2,5</sub> : 239 (89-378)
Vølling et al., 2009	Камин	-	ОКВЧ: 160-910
Nussbaumer et al., 2008	Камин	-	ОКВЧ: 860-910
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.9	Камин	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 961
McDonald et al., 2000	Камин	мягкая и твердая древесина	ТЧ <sub>2,5</sub> : 322 (161-500)
Pettersson et al. 2011	Печь	Деревянные бревна	ОКВЧ: 140 (38-350)
Nussbaumer 2010	Дровяные печи	-	ОКВЧ: 20 - >1 000
Alves et al., 2011	Дровяная печь	расколотые бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 689 (344-906)
Alves et al., 2011	Дровяная печь	брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 233
Goncalves et al., 2012	Дровяная печь	расколотые бревна (и брикеты)	ТЧ <sub>2,5</sub> : 289-722
Fernandes et al., 2011	Чугунная печь	Деревянные бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 289-722
Meyer, 2012	Печь	Деревянные бревна	50-766/49-689/48-637
Tissari et al., 2007	Печь	Деревянные бревна	ТЧ <sub>1</sub> : 47
Hedberg et al., 2002	Печь из мыльного камня	Березовые бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 71 (5-142)
Pettersson et al., 2011	Печь	Деревянные бревна	ОКВЧ: 110, ТЧ <sub>2,5</sub> и ТЧ <sub>1</sub> : 95% и 85% соответственно
Bäfvær et al, 2011	Старая печь	Деревянные бревна	ОКВЧ: 55-78
Vølling et al., 2009	Обычные дровяные печи	-	ОКВЧ: 50-2 100
Nussbaumer et al., 2008	Дровяные печи	-	ОКВЧ: 340-544
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.10	Обычная дровяная печь	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 850
Glasius et al., 2005	Дровяные печи > 4 лет	Деревянные бревна	ОКВЧ: 1 396
Glasius et al. 2005	Дрова (все)	Деревянные бревна <sup>4)</sup>	ОКВЧ: 1 033 (177-4 605)
Li (2006)	-	Деревянные бревна	ОКВЧ: 494
Gullett et al., 2003	Дровяная печь, сталь, облицовка	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 504
Gullett et al., 2003	Камин	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 220
Tissari 2008	Дровяная печь	-	ТЧ <sub>2,5</sub> : 50
McDonald et al., 2000	дровяная печь	мягкая и твердая древесина	ТЧ <sub>2,5</sub> : 242 (128-400)
Nussbaumer 2010	Дровяные котлы	Деревянные бревна	ОКВЧ: 20 - >1 000
Johansson et al., 2004	Старые дровяные котлы	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 157 (87-2 200)
Johansson et al., 2004	Современные дровяные котлы	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 36 (18-89)
Vølling et al., 2009	Обычные котлы	-	ОКВЧ: 50-250
Winther 2008	Старые котлы	Деревянные бревна	ОКВЧ: 588-736
Winther 2008	Новые котлы	Деревянные бревна	ОКВЧ: 96-335
Johansson et al., 2003a	Котлы, не экологичные	Деревянные бревна	496 (87-2 243)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	ОКВЧ: 44-1 300
Glasius et al., 2005	Котлы	Дрова	ОКВЧ: 1 236
Tissari et al., 2007	Несколько (с аккумулярованием тепла)	Деревянные бревна	ТЧ <sub>1</sub> : 31-141
Lamberg et al., 2011	Современные каменные печи	Деревянные бревна	ТЧ <sub>1</sub> : 50,7
Glasius et al., 2005	Дровяные печи < 3 лет	Дрова	ОКВЧ: 441
Goncalves et al., 2010	Печь с дымоходом	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 62-161
Fernandes et al., 2011	Печь на кампеше	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 62-161
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (С)	Брикеты и бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 63-97
Schmidl et al., 2011	Дымоход тип (D)	Брикеты и бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 72-89
Bäfvær et al, 2011	Современная печь	Деревянные бревна	ТЧ <sub>10</sub> : 40-51, ТЧ <sub>2,5</sub> : 30-46

	Технология	Дрова	Выброс ТЧ, г/ГДж
Bølling et al., 2009	Современные дровяные печи	-	ОКВЧ: 34-330
Kistler et al., 2012	Дымоход тип	-	Полная загрузка ТЧ <sub>10</sub> : 107 (20-626)
Johansson et al., 2003a <i>Austrian Environmental label</i> <i>Nordic Ecolabelling - Swan</i> <i>Blue Angel</i> <i>P-mark</i>	Котлы, экологичные <i>Печи с ручной подачей</i> <i>Печи</i>	Деревянные бревна <i>Деревянные бревна</i>	ОКВЧ: 37 (23-89) <i>ОКВЧ: 30<sup>2)</sup></i> <i>ОКВЧ: 222<sup>2)</sup></i> <i>ОКВЧ: 16<sup>2)</sup></i> <i>ОКВЧ: 66<sup>2)</sup></i>
Boman et al., 2011	Двойные котлы на гранулированном топливе	Гранулы	ОКВЧ: 15-47, ТЧ <sub>10</sub> : 72-100 % ОКВЧ ТЧ <sub>1</sub> : 70-99 % ОКВЧ
Nussbaumer 2010 Schmidl et al., 2011	Дровяные котлы Печь на гранулированном топливе	Гранулы	ОКВЧ: 10-50 ТЧ <sub>10</sub> : 3-8
Schmidl et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	ТЧ <sub>10</sub> : 11-34
Johansson et al., 2004	Котлы на гранулированном топливе	Гранулы	ТЧ <sub>10</sub> : 32 (12-65)
Sippula et al., 2007	Печь на гранулированном топливе с вертикальной загрузкой	Гранулы, кора и стебли	ТЧ <sub>1</sub> : 58 (47-604)
Lamberg et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	ТЧ <sub>1</sub> : 19,7 (18,1-21,3)
Bäfvér et al, 2011	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	19-45/29-58/29-53
Bølling et al. 2009 Nussbaumer et al., 2008	Современные дровяные печи Печи и котлы на гранулированном топливе	- Гранулы	ОКВЧ: 10-50 ОКВЧ: 10-50
Kistler et al., 2012	Печь на гранулированном топливе	Гранулы	Полная загрузка ТЧ <sub>10</sub> : 23 (16-31)
Tissari 2008	Горелки и котлы на гранулированном топливе	Гранулы	ТЧ <sub>1</sub> : 15 <sup>3)</sup>
Todorovic et al., 2007	Котлы		ОКВЧ: 28

1) И одно испытание с брикетами

2) Данные для экологических установок не сопоставимы из-за различных стандартов измерения и цикла сжигания во время испытаний.

3) Для дров. Для других гранул из биомассы 16-26 г/ГДж.

4) Древесные отходы не включены

#### Коэффициенты выбросов ТЧ при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов ОКВЧ, г/ГДж	Коэффициент выбросов ТЧ <sub>10</sub> , г/ГДж	Коэффициент выбросов ТЧ <sub>2,5</sub> , г/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	800	760	740	Предполагается такой же коэффициент выбросов, как и для обычных печей
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	880	840	<b>820</b>	Alves et al. (2011)
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	<b>800</b>	760	740	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы <50 кВт	<b>500</b>	480	470	Winther (2008) <sup>8</sup> и Johansson et al. (2003)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	<b>400</b>	380	370	Glasius et al. (2005) <sup>9</sup>

<sup>8</sup> Предполагается, что 2/3 дров сжигаются в старых котлах, а 1/3 в новых котлах. Одно резко выделяющееся значение для старых котлов не включено.

Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	100	95	93	Johansson et al. (2003), Goncalves et al. (2010) и Schmidl et al. (2011)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	31	29	29	Boman et al. (2011)

## Металлы

Собранные данные о выбросах для металлов не являются достаточными для оценки коэффициентов выбросов для конкретной технологии. Ниже представлены собранные данные.

Большинство ссылок включают только некоторые тяжелые металлы, и, кроме того, резко выделяющиеся значения и данные ниже пределов определения имеют место во всех ссылках для одного или нескольких металлов. Таким образом, коэффициенты выбросов будут основаны на средних значениях некоторых ссылок.

Основные коэффициенты выбросов взяты из Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007)<sup>10</sup>, Struschka et al. (2008) и Lamberg et al. (2011)<sup>11</sup>. Измененные коэффициенты выбросов были рассчитаны как среднее из данных этих четырех ссылок. Данные о выбросах ниже пределов определения не включены. Измененные коэффициенты выбросов и ссылки приведены ниже.

Измененные коэффициенты выбросов для Cd и Cr значительно выше, чем предыдущие коэффициенты выбросов.

### Коэффициенты выбросов для металлов, мг/ГДж.

	Hedberg et al., 2002	Tissari et al., 2007	Tissari et al., 2007	АООС США, AP-42 Глава 1.9	Naturvårdsverket (Sweden)	Li (2006)	Struschka et al. (2008) <sup>12</sup> (Germany)	Lamberg et al., 2011	Lamberg et al., 2011
	Печь	Печь	Все установки	Печь	Печь	Печь	Совокупное значение	Энергоэффективная печь	Котел на гранулированном топливе
<b>Pb</b>	19 (4-50)	63	<1-118	-	20 (5-60)	27	15	11	3,9
<b>Cd</b>	33 (0-87)	<27	<27	0,6	40 (<100)	1	2,1	3,1	0,17
<b>Hg</b>	<104 (<14)	-	-	-	<100	-	0,56	-	-
<b>As</b>	<14 (<2)	<6	<6	-	-	12	0,19	-	0,045
<b>Cr</b>	34 (2-115)	<27	<27	0,1	40 (3-100)	78	11	-	0,4
<b>Cu</b>	4 (4)	6	5-89	-	5 (5-5,3)	89	9,3	5,5	6,5
<b>Ni</b>	3 (1-16)	<27	<27	0,4	4 (0,7-20)	27	1,5	0,62	-
<b>Se</b>	0,5 (0,5-1,1)	-	-	-	0,6 (<1)	18	-	-	-
<b>Zn</b>	410 (81-670)	105	105-568	-	500 (100-800)	470	233	1 300	84

(продолжение)

Alves et al., 2011	Chandrasekaran et al., 2011	Ross et al., 2002	Schauer et al. 2001	Sippula et al. 2007	Schmidl et al. 2008
--------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------	---------------------	---------------------

<sup>9</sup> Дровяные печи < 3 лет

<sup>10</sup> Печь

<sup>11</sup> Энергоэффективная печь

<sup>12</sup> Struschka et al. (2008)

	Среднее значение для печей/камин ов	Высокоэффективный котел 150 кВт	Котел 30 кВт, брикеты из опилок		Топливный анализ, гранулы и опилки	Топливный анализ
<b>Pb</b>	6,7/69	3,6-7,1	187	-	-	2
<b>Cd</b>	-	0,3-0,4	22	-	31	2
<b>Hg</b>	-	-	0,1	-	-	-
<b>As</b>	-	-	8,1	-	-	<1
<b>Cr</b>	-	0,2-3,4	11	-	-	21
<b>Cu</b>	-	3-14	79	-	-	13
<b>Ni</b>	2,1/0,6	-	19	-	-	4
<b>Se</b>	-	-	0,8	-	-	-
<b>Zn</b>	14/47	39-76	1 522	<26	3 479	27

## Коэффициенты выбросов для металлов, включая ссылки

	Единица	Предыдущий коэффициент выбросов, мг/ГДж	Коэффициент выбросов, мг/ГДж	Ссылка
Pb	мг/ГДж	10-24,8	27	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	мг/ГДж	0,3-1,8	13	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	мг/ГДж	0,5-0,7	0,56	Struschka et al. (2008)
As	мг/ГДж	0,5-1,4	0,19	Struschka et al. (2008)
Cr	мг/ГДж	2-6,5	23	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	мг/ГДж	2-4,6	6	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	мг/ГДж	2-200	2	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	мг/ГДж	0,5	0,5	Hedberg et al. (2002)
Zn	мг/ГДж	5-114	512	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)

**ПХБ**

Текущий коэффициент выбросов составляет 0,06 мг/ГДж для всего бытового сжигания дров. В Hedman et al. (2006) и Gullet et al. (2003) указываются значительно более низкие коэффициенты выбросов (0,007-0,06 мкг/ГДж и 0,07 мкг/ГДж соответственно). В дополнительных данных в Sys et al. (2011) и Kakareka & Kukharchuk (2006) приводятся гораздо более высокие коэффициенты выбросов (100-1 000 мкг/ГДж и 33 мкг/ГДж соответственно).

Коэффициенты выбросов ПХБ для установок бытового сжигания дров будут основаны на данных в Hedman et al. (2006), которые включают данные о выбросах для котлов на гранулированном топливе, экологических котлов, энергоэффективных печей и старых котлов. Данные были преобразованы в мкг/ГДж с помощью НТС 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесных гранул. Данные основаны на полном цикле сжигания, а данные для экспериментов, включающих бумагу, пластик и соломенные гранулы, не включались.

Предлагаемые коэффициенты выбросов для ПХБ показаны в таблице ниже. Единица измерения была изменена с мг/ГДж на мкг/ГДж.



Коэффициенты выбросов ПХБ при бытовом сжигании дров.

	Уро вен ь	Топли во	Сектор	Технология	Коэффициент выбросов ПХБ, мкг/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биом асса	Бытовой	-	0,06	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	0,06	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	0,06	Предполагается равным обычным котлам
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы <50 кВт	0,06	Hedman et al., 2006
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	0,03	Hedman et al., 2006
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	0,007	Hedman et al., 2006
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	0,01	Hedman et al., 2006

#### ПХДД/-Ф

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 50-800 нгр МТЭ/ГДж. Текущие коэффициенты выбросов выше всего для печей старого типа и ниже всего для усовершенствованных печей и котлов на гранулированном топливе.

Для открытых каминов будут применяться коэффициент выбросов и диапазон для обычных печей.

Для обычных печей диапазон в литературе составляет 2-7 778 нгр МТЭ/ГДж, а текущий коэффициент выбросов составляет 800 нгр МТЭ/ГДж. Текущий коэффициент выбросов согласуется с уровнем выбросов в обзоре литературы. Будет применяться коэффициент выбросов 800 нгр МТЭ/ГДж и будет добавлена ссылка на Glasius et al. (2007), Hedman et al. (2006) и Hübner et al. (2005). Диапазон будет изменен на 20-5 000 нгр МТЭ/ГДж.

Для обычных печей текущий коэффициент выбросов 500 нгр МТЭ согласуется с Hedman et al. (2006). Коэффициент выбросов в Hübner et al. (2005) выше. Коэффициент выбросов будет изменен на 550 нгр МТЭ/ГДж, и будут добавлены две вышеупомянутые ссылки. Предполагается, что диапазон будет равен диапазону обычных печей - 20-2 600 нгр МТЭ/ГДж.

Для энергоэффективных печей будет применяться коэффициент выбросов 250 нгр МТЭ/ГДж, и будет добавлена ссылка на Hedman et al. (2006).

Для экологичных и усовершенствованных печей и котлов текущий коэффициент выбросов 300 нгр МТЭ выше, чем данные в Hedman et al. (2006). Будет добавлена ссылка, а коэффициент выбросов будет изменен. Диапазон изменяться не будет.

Для печей и котлов на гранулированном топливе коэффициент выбросов в Hedman et al. (2006) составляет 342 нгр МТЭ/ГДж, и, таким образом, он значительно выше, чем текущий коэффициент выбросов для печей и котлов на гранулированном топливе. Однако в Hübner приводится очень низкий коэффициент выбросов

для древесных гранул (2 нгр МТЭ/ГДж), но более высокий коэффициент выбросов для древесной стружки. Предполагается, что коэффициент выбросов равен коэффициенту экологических печей и котлов.

Данные о выбросах для ПХДД/-Ф, нгр МТЭ/ГДж.

	Технология	Дрова	ПХДД/-Ф, нгр МТЭ/ГДж
Naturvårdsverket	Открытые камины	Деревянные бревна	5-4 500
Glasius et al., 2005	Дровяные печи > 4 лет	Деревянные бревна	613
Naturvårdsverket	Печь на деревянных бревнах	Деревянные бревна	20-1 180
Hedman et al., 2006	Старый котел	Деревянные бревна	508
Gullett et al., 2003	Дровяная печь, сталь, облицовка	Деревянные бревна	13
Gullett et al., 2003	Камин	Деревянные бревна	46
Hübner et al., 2005	Одиночная печь, дровяная -		839
Glasius et al. 2005	Печи	Дрова (древесные отходы не включены)	437 (17-983)
Schleicher et al., 2001	-	-	Полная загрузка: 194
Glasius et al., 2007	Сжигание дров (в основном печи)	-	1 056 (2-7 778)
Naturvårdsverket	Дровяные котлы	Деревянные бревна	12-2 600
Hedman et al., 2006	Старый котел	Деревянные бревна	508
Hübner et al., 2005	Котлы, дровяные	Деревянные бревна	416 (18-2 600)
Glasius et al. 2005	Котел (один котел)	Деревянные бревна	25 (17-33)
Glasius et al., 2005	Дровяные печи < 3 лет	Деревянные бревна	85
Hedman et al., 2006	Новая печь	Деревянные бревна	261
Hedman et al., 2006	Экологичная печь	Деревянные бревна	96
Naturvårdsverket	Горелка на гранулированном топливе	Гранулы	2-840
Hedman et al., 2006	Котел на гранулированном топливе	Древесные гранулы	342 (105 при полной загрузке)
Hübner et al., 2005	Котлы	Гранулы и опилки	503 (2-2 000) <sup>1)</sup>
Schleicher et al., 2001	Котел на гранулированном топливе 19 кВт	Гранулы	Полная загрузка: 28 Частичная загрузка: 11

1) 2 нгр МТЭ/ГДж для гранул

Коэффициенты выбросов ПХДД/-Ф при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов ПХДД/-Ф, нгр МТЭ/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	800	Предполагается такой же коэффициент выбросов, как и для обычных печей.
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камин	800	Предполагается такой же коэффициент выбросов, как и для обычных печей
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	800	Glasius et al. (2005), Hedman et al. (2006) и Hübner et al. (2005)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы <50 кВт	550	Hedman et al. (2006) и Hübner et al. (2005)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	250	Hedman et al. (2006)
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	100	Hedman et al. (2006)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	100	Предполагается такой же коэффициент выбросов, как и для усовершенствованных/экологичных печей и котлов.

## ПАУ

Выбросы ПАУ относятся к выбросам твердых частиц. В каждой из применяемых ссылок указывается очень большой диапазон для измерений выбросов. В списке ниже приведены данные из собранных ссылок.

Данные о выбросах для ПАУ, мг/ГДж.

	Технология	Дрова	Бензо(а)пирен	Бензо(б)флуорантен	Бензо(к)флуорантен	Индено(1,2,3-сд)пирен
Goncalves et al., 2012	Камин	бревна (и брикеты)	1,4-43,6	-	-	0,8-21,5
Pettersson et al. 2011	Печь	Деревянные бревна	610 (16-2 400)	680 (30-2 500)	250 (9,3-1 000)	35 (1,4-120)
Goncalves et al., 2012	Дровяная печь	расколотые бревна (и брикеты)	4-24,4	-	-	1,8-15,5
Tissari et al., 2007	Печь	Деревянные бревна	-	13	13	8 (11-874)
Hedberg et al., 2002	Печь из мыльного камня	Березовые бревна	197 (11-874)	333 (16-1 421)	<5	197 (11-710)
Pettersson et al., 2011	Печь	Деревянные бревна	88 (16-300) <sup>1)</sup>	150 (30-500) <sup>1)</sup>	51 (9,3-160) <sup>1)</sup>	77 (13-240) <sup>1)</sup>
АООС США (1996), AP-42 Глава 1.10	Обычная дровяная печь	-	111	167	56	-
Glasius et al., 2005	Дровяные печи >4 лет	Деревянные бревна	48	24	46	27
Gullett et al., 2003	Дровяная печь, сталь, облицовка	Деревянные бревна	29	19	23	7
Gullett et al., 2003	Камин	Деревянные бревна	23	16	18	13
Paulrud et al., 2006	Печь	-	40 (5-180)	10-170	5-20	10-110
Paulrud et al., 2006	Камин со вставкой	-	40 (5-270)	5-20	5-10	5-20
Johansson et al., 2003a	Котлы, не экологичные	Деревянные бревна	151 (2-230)	160 (2-280)	50 (2-44)	52 (14-110)
Todorovic et al., 2007	Котлы	-	20-230	-	-	-
Tissari et al., 2007	Несколько (с аккумулярованием тепла)	Деревянные бревна	8-775	3-290	2-234	1-476
Lamberg et al., 2011	Современные каменные печи	Деревянные бревна	1,7	2,4	0,3	0,6
Glasius et al., 2005	Дровяные печи	Деревянные бревна	8	5	8	4

		<3 лет				
Johansson et al., 2003a	Котлы, экологичные	Деревянные бревна	6 (<1-20) <sup>1)</sup>	10 (2-30) <sup>1)</sup>	3 (1-9) <sup>1)</sup>	5 (<1-20) <sup>1)</sup>
Boman et al., 2011	Двойные котлы на гранулированном топливе	Гранулы	0,0022-16	-	-	<0,0002-1,1
Johansson et al., 2004	Котлы на гранулированном топливе	Гранулы	16 (<1-120)	21 (<1-140)	7 (<1-44)	12 (<1-86)
Lamberg et al., 2011	Котел на гранулированном топливе	Гранулы	0,00197	0,00197	<0,00197	<0,00197
Todorovic et al., 2007	Котлы	Гранулы	1	-	-	-

1) Холодный запуск не включается

В таблице ниже приведены ссылки и оцененные средние значения для каждой технологии. Средние значения для конкретной технологии не соответствуют некоторым ПАУ/технологиям. Вместо них будут применяться два комплекта данных ПАУ: один для каминов, печей и котлов, а другой для усовершенствованных/экологичных печей/котлов и котлов на гранулированном топливе. Ниже представлены коэффициенты выбросов.

Коэффициенты выбросов с учетом применения конкретных технологий

	Открытые камины <sup>1)</sup>	Обычные печи <sup>1)</sup>	Обычные котлы <sup>2)</sup>	Энергоэфф активные печи <sup>3)</sup>	Экологичные печи <sup>4)</sup>	Котел на гранулированном топливе <sup>5)</sup>
Бензо(а)пирен	68	68	151	134	6	12
Бензо(б)флуорантен	107	107	160	51	10	21
Бензо(к)флуорантен	25	25	50	42	3	7
Индено(1,2,3-сd)пирен	49	49	52	81	5	6

- 1) Открытый камин и обычные печи находятся в одной группе. Ссылки: Goncalves et al., 2012, Tissari et al., 2007, Hedberg et al., 2002, Pettersson et al., 2011, Glasius et al., 2005 и Paulrud et al., 2006
- 2) Ссылка: Johansson et al., 2003a
- 3) Ссылки: Lamberg et al., 2011, Glasius et al., 2005 и Tissari et al., 2007
- 4) Ссылка: Johansson et al., 2003a
- 5) Ссылки: Boman et al., 2011 и Johansson et al., 2004

Коэффициенты выбросов ПАУ, мг/ГДж

	1)	Ссылка	2)	Ссылка
Бензо(а)пирен	121	Goncalves et al., 2012,	10	
Бензо(б)флуорантен	111	Tissari et al., 2007, Hedberg et al., 2002,	16	
Бензо(к)флуорантен	42	Pettersson et al., 2011,	5	Boman et al., 2011
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	Glasius et al., 2005, Paulrud et al., 2006, Johansson et al., 2003 и Lamberg et al., 2011	4	и Johansson et al., 2004

1) Открытый камин, обычные печи, обычные котлы и энергоэффективные печи

2) Усовершенствованные/экологичные печи, котлы, печи и котлы на гранулированном топливе

**ГХБ**

Текущий коэффициент выбросов составляет 6 мкг/ГДж для всего бытового сжигания дров.

В Hedman et al. (2006) приводятся значительно более низкие коэффициенты выбросов (0,04 мкг/ГДж). В Syc et al. (2011) сообщается о коэффициентах выбросов ГХБ в диапазоне 0,5-10 мкг/ГДж. В Gullet et al. (2003) приводится диапазон 0,7-18 мкг/ГДж, в Joas (2006) – 28 мкг/ГДж, в Kakareka & Kukharchyk (2006) – 3 мкг/ГДж. Будет применяться коэффициент выбросов 5 мкг/ГДж, и будет добавлена ссылка на Syc et al. (2011).

Коэффициенты выбросов ГХБ при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	Коэффициент выбросов ГХБ, мкг/ГДж	Ссылка
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы <50 кВт	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	5	Syc et al. (2011)
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	5	Syc et al. (2011)

## Уровень 1, бытовые установки, таблица 3-6

Коэффициенты выбросов уровня 1 по умолчанию								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.А.4.в.і	Бытовые установки				
Топливо			Биомасса					
ИНЗВ (если применимо)			020200	Бытовые установки				
Технология/практики			Нет данных					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	74,5	30	150	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	5 300	4 000	6 500	4 000	г/ГДж	1 000	10 000	Pettersson et al. (2011) и Goncalves et al. (2012) <sup>2)</sup>
НМЛОС	925	400	1 500	600	г/ГДж	20	3 000	Pettersson et al. (2011) <sup>2)</sup>
SO <sub>2</sub>	20	10	30	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	3,8	3,04	14	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ	730	500	1 260	800	г/ГДж	400	1 600	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	695	475	1 200	760	г/ГДж	380	1 520	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	695	475	1 190	740	г/ГДж	370	1 480	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>3) 2)</sup>
Pb	40	10	60	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	1,4	0,1	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,5	0,2	0,6	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	1	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	2,9	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	8,6	0,5	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	4,4	1	250	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,25	0,75	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	130	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006) <sup>1)</sup>
ПХДД/Ф	700	500	1 000	800	нгр МТЭ/ГДж	20	5 000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>2)</sup>
Бензо(а)пирен	210	130	300	121	мг/ГДж	12	1 210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(в)флуорантен	220	150	260	111	мг/ГДж	11	1 110	
Бензо(к)флуорантен	130	60	180	42	мг/ГДж	4	420	
Индено(1,2,3-сд)пирен	140	80	200	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

5) Предполагается равным обычным котлам

6) Предполагается равным обычным печам

7) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

## Уровень 2, открытые камины, таблица 3-14

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.А.4.б.і	Бытовые установки				
Топливо			Биомасса					
ИНЗВ (если применимо)			020205	Бытовое оборудование – Другое оборудование (печи, камины, кухонное оборудование и т.д.)				
Технология/практики			Открытые камины					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	50	30	70	50	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	6 000	4 000	6 500	4 000	г/ГДж	1 000	10 000	Goncalves et al. (2012)
НМЛОС	1 300	780	1 500	600	г/ГДж	20	3 000	Pettersson et al. (2011) и McDonald et al. (2000)
SO <sub>2</sub>	10	6	14	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	10	6	14	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
ОКВЧ	900	540	1 260	880	г/ГДж	440	1 760	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	860	516	1 200	840	г/ГДж	420	1 680	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	850	510	1 190	820	г/ГДж	410	1 640	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
Pb	40	24	56	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	2	1,2	2,8	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,4	0,24	0,56	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,3	0,7	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	1	0,6	1,4	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	8	4,8	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	1,2	2,8	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,3	0,7	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	100	60	140	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006) <sup>3)</sup>
ПХДД/Ф	800	500	1 000	800	нгр МТЭ/ГДж	20	5 000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>1)</sup>
Бензо(а)пирен	180	130	300	121	мг/ГДж	12	1 210	Goncalves et al. (2012);
Бензо(б)флуорантен	180	150	260	111	мг/ГДж	11	1 110	Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002);
Бензо(к)флуорантен	100	60	140	42	мг/ГДж	4	420	Pettersson et al. (2011);
Индено(1,2,3-сд)пирен	140	84	180	71	мг/ГДж	7	710	Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

5) Предполагается равным обычным печам

6) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

7) Предполагается равным обычным котлам.

## Уровень 2, обычные печи, таблица 3-17

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.A.4.b.i	Бытовые установки				
Топливо			Дрова и древесные отходы					
ИНЗВ (если применимо)			020205	Бытовое оборудование – Другое оборудование (печи, камины, кухонное оборудование и т.д.)				
Технология/практики			Обычные печи					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	50	30	150	50	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011)
CO	6 000	4 000	6 500	4 000	г/ГДж	1 000	10 000	Pettersson et al. (2011) и Goncalves et al. (2012)
НМЛОС	1 200	720	1 500	600	г/ГДж	20	3 000	Pettersson et al. (2011)
SO <sub>2</sub>	10	6	40	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	5	3,8	7	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004)
ОКВЧ	850	510	1 190	800	г/ГДж	400	1 600	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	810	486	1 130	760	г/ГДж	380	1 520	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	810	486	1 130	740	г/ГДж	370	1 480	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
Pb	40	24	56	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	1	0,6	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,4	0,24	0,56	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	2	1,2	2,8	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	8	4,8	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	1,2	2,8	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,3	0,7	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	100	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006) <sup>2)</sup>
ПХДД/Ф	800	500	1 000	800	нгр МТЭ/ГДж	20	5 000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бензо(а)пирен	250	150	300	121	мг/ГДж	12	1 210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002);
Бензо(б)флуорантен	240	180	260	111	мг/ГДж	11	1 110	Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006);
Бензо(к)флуорантен	150	90	180	42	мг/ГДж	4	420	Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Индено(1,2,3-сд)пирен	180	108	200	71	мг/ГДж	7	710	Syc et al. (2011)
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	

4) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

5) Предполагается равным обычным котлам.



## Уровень 2, обычные котлы &lt; 50 кВт, таблица 3-18

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.А.4.б.і	Бытовые установки				
Топливо			Дрова и древесные отходы					
ИНЗВ (если применимо)			020202	Бытовые установки, установки для сжигания < 50 МВт (котлы)				
Технология/практики			Обычные котлы < 50 кВт					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	120	30	150	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011)
CO	4 000	3 000	6 500	4 000	г/ГДж	500	10 000	Johansson et al. (2003) <sup>1)</sup>
НМЛОС	400	300	1 500	350	г/ГДж	100	2 000	Johansson et al. (2004) <sup>2)</sup>
SO <sub>2</sub>	30	6	40	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	3,8	3,04	14	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
ОКВЧ	500	400	1 190	500	г/ГДж	250	1 000	Winther (2008) <sup>3)</sup> и Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	475	450	1 130	480	г/ГДж	240	960	Winther (2008) <sup>3)</sup> и Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	475	450	1 130	470	г/ГДж	235	940	Winther (2008) <sup>3)</sup> и Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
Pb	40	24	56	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	2	0,6	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,6	0,24	1	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	2	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	5	1,2	6	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	10	4,8	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	10	1,2	15	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,3	0,7	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	200	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	500	400	1 000	550	нгр МТЭ/ГДж	20	2 600	Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бензо(а)пирен	130	100	300	121	мг/ГДж	12	1 210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002);
Бензо(в)флуорантен	200	150	260	111	мг/ГДж	11	1 110	Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006);
Бензо(к)флуорантен	100	80	180	42	мг/ГДж	4	420	Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Индено(1,2,3-сд)пирен	80	50	180	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

- 7) Предполагается, что 2/3 дров сжигаются в старых котлах, а 1/3 в новых котлах. Одно резко выделяющееся значение для старых котлов не включено.
- 8) Предполагаются старые котлы.
- 9) Старые котлы.
- 10) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

## Уровень 2, энергоэффективные печи, таблица 3-24

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.A.4.b.i	Бытовые установки				
Топливо			Дрова					
ИНЗВ (если применимо)			020205	Бытовое оборудование – Другое оборудование (печи, камины, кухонное оборудование и т.д.)				
Технология/практики			Энергоэффективные печи					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	90	50	150	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	4 500	300	5 000	4 000	г/ГДж	500	10 000	Johansson et al. (2003) <sup>2)</sup>
НМЛОС	450	20	500	350	г/ГДж	100	2 000	Johansson et al. (2004) <sup>2)</sup>
SO <sub>2</sub>	20	15	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	-	-	-	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>3)</sup>
ОКВЧ	250	70	260	400	г/ГДж	200	800	Glasius et al. (2005) <sup>4)5)</sup>
ТЧ <sub>10</sub>	240	66	250	380	г/ГДж	290	760	Glasius et al. (2005) <sup>4)5)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	240	65	250	370	г/ГДж	285	740	Glasius et al. (2005) <sup>4)5)</sup>
Pb	30	20	60	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	1	0,5	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,4	0,2	0,6	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	8	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	2	1	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	0,1	200	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,25	0,75	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	80	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,03	мкг/ГДж	0,003	0,3	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	300	30	500	250	нгр МТЭ/ГДж	20	2 600	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	100	12	150	121	мг/ГДж	12	1 210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(б)флуорантен	90	14	120	111	мг/ГДж	11	1 110	
Бензо(к)флуорантен	40	8	50	42	мг/ГДж	4	420	
Индено(1,2,3-сd)пирен	60	6	80	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

7) Предполагается равным обычным печам.

8) Предполагается равным обычным котлам.

9) Предполагаются низкие выбросы.

10) Дровяные печи &lt; 3 лет.

11) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

## Уровень 2, усовершенствованные/экологичные печи и котлы, таблица 3-25

Коэффициенты выбросов уровня 2								
		Код	Наименование					
Категория источника НО		1.А.4.б.і	Бытовые установки					
Топливо		Дрова						
ИНЗВ (если применимо)		020205	Бытовое оборудование – Другое оборудование (печи, камины, кухонное оборудование и т.д.)					
Технология/практики		Усовершенствованные/экологичные печи и котлы						
Регион или региональные условия		Нет данных						
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды		Нет данных						
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	90	50	150	95	г/ГДж	50	150	Pettersson et al. (2011)
CO	3 000	300	5 000	2 000	г/ГДж	500	5 000	Johansson et al. (2003)
НМЛОС	250	20	500	250	г/ГДж	20	500	(обновление Руководства 2009 г.)
SO <sub>2</sub>	20	15	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	-	-	-	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
ОКВЧ	250	70	260	100	г/ГДж	20	250	Johansson et al. (2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
TЧ10	240	66	250	95	г/ГДж	19	238	Johansson et al. (2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
TЧ2,5	240	65	250	93	г/ГДж	19	233	Johansson et al. (2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
Pb	30	20	60	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	1	0,5	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,4	0,2	0,6	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	8	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	2	1	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	1	200	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,25	0,75	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	80	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,007	мкг/ГДж	0,0007	0,07	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	300	30	500	100	нгр МТЭ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	100	12	150	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	90	14	120	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	40	8	50	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	60	6	80	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

4) Предполагаются низкие выбросы.

5) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (ТНО) СЕПМЕЧП.

## Уровень 2, печи и котлы на гранулированном топливе, таблица 3-26

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО			Код	Наименование				
Топливо			1.A.4.b.i	Бытовые установки				
ИНЗВ (если применимо)			Дрова					
Технология/практики			020205	Бытовое оборудование – Другое оборудование (печи, камины, кухонное оборудование и т.д.)				
Регион или региональные условия			Печи и котлы на гранулированном топливе					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	90	50	150	80	г/ГДж	50	200	Pettersson et al. (2011)
CO	500	300	5 000	300	г/ГДж	10	2 500	Schmidl et al. (2011) и Johansson et al. (2004)
НМЛОС	20	10	500	10	г/ГДж	1	30	Johansson et al. (2004) и Boman et al. (2011)
SO <sub>2</sub>	20	15	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США (1996) AP-42, глава 1.9
NH <sub>3</sub>	-	-	-	12	г/ГДж	6	24	Roe et al. (2004)
OKBЧ	80	70	250	31	г/ГДж	10	50	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
TЧ10	76	66	240	29	г/ГДж	10	48	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
TЧ2,5	76	65	240	29	г/ГДж	9	47	Boman et al. (2011) <sup>1)</sup>
Pb	20	10	60	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	0,5	0,1	2,5	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,4	0,2	0,6	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,3	2,5	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	3	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	1	0,5	11,2	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	1	200	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,25	0,75	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	80	60	250	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06	0,012	0,3	0,01	мкг/ГДж	0,001	0,1	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	50	30	500	100	нгр МТЭ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006) <sup>2)</sup>
Бензо(а)пирен	50	12	100	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	15	14	120	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	16	8	40	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сд)пирен	10	6	60	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

1) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

2) Предполагается равным усовершенствованным/экологичным печам и котлам.

## Сжигание твердого топлива

Ниже представлены таблицы КВ, которые в данный момент используются в Руководстве для твердого топлива в бытовых установках.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии
Таблица 3-3	1	Антрацит и бурый уголь	Бытовой	
Таблица 3-12	2	Твердое топливо (не биомасса)	Бытовой	Открытые камины
Таблица 3-15	2	Твердое топливо (не биомасса)	Бытовой	Обычные печи
Таблица 3-16	2	Твердое топливо (не биомасса)	Бытовой	Небольшие котлы (одно домохозяйство, мощность <=50 кВт)
Таблица 3-23	2	Твердое топливо (не биомасса)	Бытовой	Усовершенствованные печи и котлы

По сравнению с биомассой доступно очень мало данных о сжигании угля в бытовых установках. Это сильно затрудняет получение надежных данных для применения новых КВ.

Какие-либо данные о сжигании угля в каминах отсутствуют, поэтому текущая таблица КВ оставлена без изменений, несмотря на то, что все КВ имеют ссылки на раннюю версию Руководства.

Текущие коэффициенты выбросов уровня 2 в Руководстве показаны в таблице ниже.

Руководство	Камины	Печи	Котлы	Усовершенствованные печи
NO <sub>x</sub>	60	100	130	150
CO	5 000	5 000	4 000	2 000
НМЛОС	600	600	300	300
SO <sub>2</sub>	500	900	900	450
NH <sub>3</sub>	5			
OKBЧ	350	500	400	250
TЧ10	330	450	380	240
TЧ25	330	450	360	220
Pb	100	100	200	100
Cd	0,5	1	3	1
Hg	3	5	6	5
As	1,5	1,5	5	1,5
Cr	10	10	15	10
Cu	20	20	30	15
Ni	10	10	20	10
Se	1	2	2	2
Zn	200	200	300	200
ПХБ	170	170	170	170
ПХДД/Ф	500	1 000	500	500
Бензо(а)	100	250	270	150
Бензо(б)	170	400	250	180
Бензо(к)	100	150	100	100
Индено	80	120	90	80
ГХБ	0,62	0,62	0,62	0,62

Для многих загрязняющих веществ все КВ такие же или очень похожи. Кроме того, присутствуют небольшие отличия, например в том, что котел, несмотря на более низкие КВ ТЧ, обладает более высокими КВ для всех металлов (за исключением селена). Также КВ ПХДД/Ф для печей в два раза выше КВ для каминов и котлов. По поводу каминов также отмечается, что КВ для ПАУ являются самыми низкими среди доступных КВ, даже ниже или равными КВ для сжигания в усовершенствованных установках.

В АОС США (AP-42) присутствует лишь ограниченная информация о сжигании угля в небольших установках. Доступные данные приводятся в таблице ниже.

		Бытовой обогреватель помещения	Распределитель, механическая топка, битуминозные	Распределитель, механическая топка, полубитуминозные	Механическая топка с верхней подачей	Механическая топка с нижней подачей	Установки с ручной подачей
NO <sub>x</sub>	фунт/тонна	3	11	8,8	7,5	9,5	9,1
CO	фунт/тонна	275	5	5	6	11	275
НМЛОС	фунт/тонна		0,05	0,05	0,05	1,3	10
SO <sub>2</sub>	фунт/тонна						
NH <sub>3</sub>	фунт/тонна						
OKBЧ	фунт/тонна	10	66	66	16	15	15
TЧ10	фунт/тонна		13,2	13,2	6	6,2	6,2
TЧ25	фунт/тонна		4,6	4,6	2,2	3,8	3,8
Pb	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		507	507	507		
Cd	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		21-43	21-43	43-82		
Hg	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		16	16			
As	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		264-542	264-543	542-1 030		
Cr	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		942-1 570	942-1 570			
Cu	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ						
Ni	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ		775-1 290	775-1 290			
Se	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ						
Zn	фунт/10 <sup>12</sup> БТЕ						
ПХБ							
ПХДД/Ф							
Бензо(а)		5.30E-06					
Бензо(б)							
Бензо(к)		2.50E-05					
Индено		6.90E-06					
ГХБ							

Как видно из таблицы, КВ доступны для очень небольшого количества загрязняющих веществ. Для установок с ручной подачей доступны КВ только для NO<sub>x</sub>, CO, НМЛОС и ТЧ. В бытовых обогревателях помещения в качестве топлива используется антрацит, и КВ доступны для NO<sub>x</sub>, CO, ОКВЧ и три для ПАУ.

В Butcher & Ellenbecker (1992) были представлены результаты измерения CO и ОКВЧ для печей на угле. Было проведено четыре измерения для печи на антраците и одно для каменного угля. КВ были представлены как г/кг и были преобразованы с помощью значения теплотворной способности в статье. Прямо не указано, являются ли значения теплотворной способности НТС или ВТС, однако учитывая, что статья из Соединенных Штатов, предполагается, что это ВТС, поэтому коэффициенты были откорректированы с помощью коэффициента 0,95.

		Антрацит	Антрацит	Антрацит	Антрацит	Каменный
TЧ	г/кг	0,33	0,56	0,62	0,5	10,4
CO	г/кг			27	15	116
TЧ	г/ГДж	11,6	19,8	21,9	17,6	395,7
CO	г/ГДж			952,4	529,1	4 414,0

КВ для каменного угля очень близки текущим КВ для печей, в то время как КВ для антрацита значительно ниже.

В Lee et al. (2005) приводятся КВ для TЧ<sub>10</sub> и CO<sub>2</sub>. КВ представлены в виде единиц измерения массы и были преобразованы с помощью значения теплотворной способности, представленного в статье, в НТС с помощью коэффициента 0,95.

	Единица	КВ
ТЧ10	г/кг	40
ПХДД/Ф	нг/кг	3
ПХБ	нг/кг	0,2
Бензо(а)	мг/кг	8
Бензо(б)	мг/кг	5,1
Бензо(к)	мг/кг	2,3
Индено	мг/кг	4,5
ТЧ10	г/ГДж	1 332
ПХДД/Ф	нг/ГДж	100
ПХБ	нг/ГДж	7
Бензо(а)	мг/ГДж	266
Бензо(б)	мг/ГДж	170
Бензо(к)	мг/ГДж	77
Индено	мг/ГДж	150

КВ ТЧ10 значительно выше, чем текущий КВ в Руководстве, в то время как КВ ПХДД/Ф и ПХБ значительно ниже. Для ПАУ значения ближе к текущему КВ.

В Paradiz et al. (2008) приводятся КВ для нескольких основных загрязняющих веществ, ТЧ и нескольких СОЗ.

Печь	Единица	КВ
СО	кг/т	16,3
NO <sub>x</sub>	кг/т	3,4
SO <sub>2</sub>	кг/т	3
ЛОС	кг/т	9,3
ТЧ	кг/т	3,8
Бензо(а)	г/т	1,5
ПХДД/Ф	мкг/т	1 326
ПХДД/Ф <sup>1</sup>	мкг/т	126
СО	г/ГДж	543
NO <sub>x</sub>	г/ГДж	113
SO <sub>2</sub>	г/ГДж	100
ЛОС	г/ГДж	310
ТЧ	г/ГДж	127
Бензо(а)	мг/ГДж	50
ПХДД/Ф	нг/ГДж	44 200
ПХДД/Ф <sup>1</sup>	нг/ГДж	4 200

<sup>1</sup> Это значения для неизолированных дымоходов. Остальные КВ берутся для изолированных дымоходов. Разница между изолированным и неизолированным дымоходом заключается в гораздо большем значении для ПХДД/Ф.

КВ для NO<sub>x</sub> почти равен текущему значению в Руководстве, в то время как КВ ПХДД/Ф значительно выше. Для всех остальных загрязняющих веществ КВ значительно выше, чем в настоящем Руководстве.

В Chen et al. (2004) приводится КВ ПАУ от бытового сжигания угля в Китае. Значение теплотворной способности не представлено, поэтому значения преобразовывались с помощью НТС из Paradiz et al. (2008). Приведенные КВ очень низкие и намного меньше, чем КВ в других источниках.

Печь	Единица	КВ
Бензо(а)	мкг/кг	0,171
Бензо(б)	мкг/кг	1,2
Бензо(к)	мкг/кг	1,2
Индено	мкг/кг	0,829
Бензо(а)	мг/ГДж	0,0057
Бензо(б)	мг/ГДж	0,04
Бензо(к)	мг/ГДж	0,04
Индено	мг/ГДж	0,0276

В Shen et al. (2011) приводятся КВ ПАУ от бытового сжигания угля в Китае.

	КВ1 – мг/кг	КВ2 – мг/кг	КВ3 – мг/кг	КВ1 – мг/ГДж	КВ2 – мг/ГДж	КВ3 – мг/ГДж
Бензо(а)	6,27	9,58	0,521	190	342	22
Бензо(б)	6,57	8,41	0,409	199	300	17
Бензо(к)	3,93	6,43	0,463	119	230	19
Индено	9,69	14,1	0,445	294	504	19

Средние значения двух первых экспериментов очень близки текущим КВ в Руководстве.

В другом китайском исследовании (Liu et al., 2009) приводятся КВ, которые значительно выше для каменного угля и значительно ниже для антрацита.

На основании проанализированных источников невозможно обновить ссылки на КВ в Руководстве. Доступно слишком мало измерений, поэтому представленные КВ демонстрируют большие отличия, из-за которых невозможно вынести решение о наиболее типичном КВ для сжигания угля в печах.

Для котлов предлагается использовать данные АООС США для установок с ручной подачей. Таким образом, будут обновлены КВ для NO<sub>x</sub>, СО, НМЛОС и ОКВЧ. Относительно распределения частиц по размеру предлагается использовать данные из Tivari et al. (2012), более подробную информацию см. ниже.

Распределение частиц по размеру для различных технологий в Руководстве несовместимо. Процентные соотношения приведены в таблице ниже.

	Камины	Печи	Котлы	Усовершенствованные печи
Процентное соотношение ТЧ <sub>10</sub>	94,3%	90,0%	95,0%	96,0%
Процентное соотношение ТЧ <sub>2,5</sub>	94,3%	90,0%	90,0%	88,0%

Согласно данным АООС США распределение частиц по размеру совершенно другое, однако в недавнем документе (Tivari et al., 2012) утверждается, что ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub> составляют соответственно 86 % и 77 % ОКВЧ.

Для усовершенствованных печей, как и для обычных печей, невозможно вынести решение о КВ на основе доступных данных. Поэтому сохраняется таблица с текущими КВ.

### Другое сжигание топлива

Для обновления коэффициентов выбросов для небольших стационарных установок для сжигания на газообразном и жидком топливе был сделан обзор литературных источников. Большая часть КВ, включенных в настоящую версию Руководства, была без ссылок, и было очень важно произвести обновление всех значений КВ до значений со ссылками на доступную литературу. Обновления будут описываться в таблицах ниже. Таблицы, приведенные ниже, включают новые обновленные коэффициенты выбросов и коэффициенты выбросов из настоящей версии Руководства для сравнения.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-4	1	Природный газ	Бытовой	
Таблица 3-5	1	Другие типы жидкого топлива	Бытовой	
Таблица 3-13	2	Газообразное топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-19	2	Природный газ	Бытовой	Печи
Таблица 3-20	2	Природный газ	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Печи
Таблица 3-22	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт

**Таблица 3-13 Бытовые каминны, сауны и наружные обогреватели на природном газе**



КВ для основных загрязняющих веществ обновлены, т.к. ссылки не были включены в Руководство. Обновленные КВ относятся к сжиганию в небольших установках (печи, водяные обогреватели и радиаторы, как это приведено в DGC (2009). Новые значения находятся в том же диапазоне, что и старые.

DGC (2009) не включает КВ для НМЛОС и ТЧ для данного источника, поэтому применялись КВ из Zhang et al. (2000) для природного газа. КВ НМЛОС ниже, чем старые значения (2 г/ГДж по сравнению с 20 г/ГДж), тогда как КВ ТЧ выше (2,2 г/ГДж по сравнению с 0,5 г/ГДж). Предполагается, что КВ ТЧ<sub>2,5</sub> = КВ ТЧ<sub>10</sub> = КВ ОКВЧ. Также в UBA (2008) и АООС США (1998) отмечается, что все частицы имеют аэродинамический диаметр менее 2,5 мкм. КВ из Zhang et al. (2000) основаны на измерениях для китайских и индийских установок, из которых значительная часть используется по всему миру, согласно Zhang et al. (2000). В Zhang et al. (2000) также приводятся КВ для SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и CO. КВ NO<sub>x</sub> практически идентичны (56,339), тогда как КВ SO<sub>2</sub> и CO значительно ниже, чем в DGC (2009) (1/10 и 1/6 соответственно). Однако КВ из DGC (2009) применяются, т.к. они относятся к европейским (датским) условиям.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на измерениях содержания ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПАУ и ПХД/Ф сохраняются.

Таблица 3-13

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО				Код	Наименование			
				1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо				Газообразное топливо				
ИНЗВ (если применимо)				020205				
Технология/практики				Камины, сауны и наружные обогреватели				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица измерения	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	50	30	70	60	г/ГДж			DGC, 2009
CO	50	30	70	30	г/ГДж			DGC, 2009
НМЛОС	20	12	28	2	г/ГДж			Zhang et al, 2000
SO <sub>2</sub>	0,5	0,3	0,7	0,3	г/ГДж			DGC, 2009
NH <sub>3</sub>								
ОКВЧ	0,5	0,3	0,7	2,2	г/ГДж			Zhang et al, 2000
ТЧ10	0,5	0,3	0,7	2,2	г/ГДж			предположение: ТЧ10 = ОКВЧ
ТЧ2,5	0,5	0,3	0,7	2,2	г/ГДж			предположение: ТЧ2,5 = ОКВЧ
Pb	0,984	0,492	1,97	0,00150	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cd	0,515	0,172	1,55	0,00025	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Hg	0,234	0,0781	0,703	0,68	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
As	0,0937	0,0312	0,281	0,12	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cr	0,656	0,219	1,97	0,00076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cu	0,398	0,199	0,796	0,000076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Ni	0,984	0,492	1,97	0,00051	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Se	0,0112	0,00375	0,0337	0,011	мг/ГДж		0,011	АООС США 1998, глава 1.4
Zn	13,6	4,53	40,7	0,0015	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
ПХД/Ф	1,5	0,9	2,1	1,5	нгр МТЭ/ГДж			ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	0,562	0,187	0,562	0,56	мкг/ГДж		0,56	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(б)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(к)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Индено(1,2,3-сд)пирен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4

Невозможно было найти коэффициенты выбросов для печей, которые бы отличались от коэффициентов выбросов, включенных в таблицу 3-13. Поэтому таблица 3-19 была

удалена из Руководства 2013 г., а печи были добавлены в технологии/практики, описываемые в таблице 3-13.

**Таблица 3-20 Бытовые небольшие котлы (одно домохозяйство <= 50 кВт/ч) на природном газе**

КВ для NO<sub>x</sub>, CO и SO<sub>2</sub> обновлены, т.к. ссылки не были включены в Руководство. Обновленные КВ относятся к сжиганию в небольших традиционных котлах со ссылкой на DGC (2009). Новые значения находятся в том же диапазоне, что и старые. КВ НМЛОС, которые основаны на полевых измерениях для итальянских отопительных котлов (Министерство экологии Италии, 2005), ниже, чем настоящее значение. Новое значение вполне согласуется с КВ НМЛОС в Buonicore & Davis (1992) при 2,2 г/ГДж.

КВ для ТЧ обновлены в соответствии со значениями из BUWAL (2001). Новые КВ немного ниже доверительного интервала 95 % старых значений. Ожидаются низкие значения КВ, т.к. во время сжигания природного газа образуется очень ограниченное количество частиц. Предполагается, что КВ ТЧ<sub>2,5</sub> = КВ ТЧ<sub>10</sub>.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на содержании ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПАУ и ПХДД/Ф сохраняются.

**Таблица 3-20**

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
Топливо	1.A.4.b.i			Бытовые установки				
ИНЗВ (если применимо)				Природный газ				
Технология/практики				Небольшие котлы (одно домохозяйство <= 50 кВт/ч)				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица измерения	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	70	35	200	42	г/ГДж			DGC, 2009
CO	30	18	42	22	г/ГДж			DGC, 2009
НМЛОС	10	6	14	1,75	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
SO <sub>2</sub>	0,5	0,05	1	0,3	г/ГДж			DGC, 2009
NH <sub>3</sub>								
ОКВЧ	0,5	0,3	0,7	0,2	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ <sub>10</sub>	0,5	0,3	0,7	0,2	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ <sub>2,5</sub>	0,5	0,3	0,7	0,2	г/ГДж			предположение: КВ (ТЧ <sub>2,5</sub> ) = КВ (ТЧ <sub>10</sub> )
Pb	0,984	0,492	1,97	0,00150	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cd	0,515	0,172	1,55	0,00025	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Hg	0,234	0,0781	0,703	0,68	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
As	0,0937	0,0312	0,281	0,12	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cr	0,656	0,219	1,97	0,00076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cu	0,398	0,199	0,796	0,000076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Ni	0,984	0,492	1,97	0,00051	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Se	0,0112	0,00375	0,0337	0,011	мг/ГДж		0,011	АООС США 1998, глава 1.4
Zn	13,6	4,53	40,7	0,0015	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
ПХДД/Ф	1,5	0,8	2,3	1,5	нгр МТЭ/ГДж			ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	0,562	0,187	0,562	0,56	мкг/ГДж	0,56	0,56	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(б)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84	0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(к)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84	0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Индено(1,2,3-сд)пирен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84	0,84	АООС США 1998, глава 1.4

**Таблица 3-21 Бытовые печи на жидком топливе**

Предполагается, что в качестве основного топлива в бытовых печах используется газойль (включая дизельное топливо, дистиллятное масло, мазут № 1, мазут № 2 и легкое дистиллятное топливо). Все КВ приводятся без соответствующих ссылок в Руководстве, все значения обновлены.

КВ для основных загрязняющих веществ обновлены до значений для сжигания в печах, представленных UBA (2008). Новые значения находятся в том же диапазоне, что и старые. За исключением СО, все новые значения ниже, чем значения в настоящей версии Руководства. Для НМЛОС и ТЧ новые значения меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %. Новые значения согласуются с диапазоном КВ в обзорах литературы и выбраны потому, что UBA (2008) включает отдельные значения для печей и котлов/обогревателей соответственно.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с концентрациями ТМ, представленными в Gon & Kuenen (2009), в дизельном топливе, которое продается в Европе. В соответствии с измененными методическими указаниями МГЭИК 1996 г. теплотворная способность 43,33 ТДж/Гг использовалась для расчета КВ.

КВ ПАУ обновлены в соответствии со значениями из Berdowski et al. (1995) для бытового сжигания нефти. Новые значения значительно ниже настоящих.

КВ диоксина оставлен без изменения.

Таблица 3-21

Коэффициенты выбросов уровня 2							
		Код		Наименование			
Категория источника НО				1.A.4.b.i	Бытовые установки		
Топливо				Жидкие типы топлива			
ИНЗВ (если применимо)				020205			
Технология/практики				Печи			
Регион или региональные условия							
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды							
Не применимо							
Не оцениваются							
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%	Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее				
NO <sub>x</sub>	50	30	80	34	г/ГДж		UBA, 2008
CO	100	40	120	111	г/ГДж		UBA, 2008
НМЛОС	20	15	30	1.2	г/ГДж		UBA, 2008
SO <sub>2</sub>	140	25	168	60	г/ГДж		UBA, 2008
NH <sub>3</sub>							
OKBЧ	15	5	18	2.2	г/ГДж		UBA, 2008
ТЧ10	10	3	12	2.2	г/ГДж		UBA, 2008
ТЧ2,5	10	3	12	2.2	г/ГДж		UBA, 2008
Pb	5	3	24	0,012	мг/ГДж		van der Gon & Kuenen, 2009
Cd	0,3	0,2	2,4	0,0010	мг/ГДж	0,0010	van der Gon & Kuenen, 2009
Hg	0,03	0,024	0,036	0,12	мг/ГДж	0,12	van der Gon & Kuenen, 2009
As	0,5	0,3	1,2	0,0020	мг/ГДж	0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Cr	5	3	24	0,20	мг/ГДж		van der Gon & Kuenen, 2009
Cu	3	1,5	12	0,13	мг/ГДж		van der Gon & Kuenen, 2009
Ni	100	80	350	0,0050	мг/ГДж		van der Gon & Kuenen, 2009
Se				0,0020	мг/ГДж	0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Zn	5	3	12	0,42	мг/ГДж		van der Gon & Kuenen, 2009
ПХДД/ф	10	8	12	10	нгр МТЭ/ГДж		ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	50 000	10 000	60 000	80	мкг/ГДж		Berdowski et al, 1995
Бензо(б)флуорантен	60 000	11 000	75 000	40	мкг/ГДж		Berdowski et al, 1995
Бензо(к)флуорантен	30 000	5 000	40 000	70	мкг/ГДж		Berdowski et al, 1995
Индено(1,2,3-сд)пирен	40 000	4 000	50 000	160	мкг/ГДж		Berdowski et al, 1995

Таблица 3-22 Бытовые небольшие котлы (одно домохозяйство &lt;= 50 кВт/ч) на жидком топливе

Предполагается, что в качестве основного жидкого топлива в бытовых печах используется газойль (включая дизельное топливо, дистиллятное масло, мазут № 2,

мазут № 1 и легкое дистиллятное топливо). Все КВ приводятся без соответствующих ссылок в Руководстве, все значения обновлены.

КВ для основных загрязняющих веществ и ТЧ обновлены в соответствии со значениями из итальянских результатов измерений для сжигания печного топлива в небольших котлах, представленных Министерством экологии Италии (2005). За исключением NO<sub>x</sub>, все новые значения ниже, чем значения в настоящей версии Руководства. Кроме того, за исключением КВ SO<sub>2</sub>, значения меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %. Министерство экологии Италии (2005) не включает КВ для ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>l. Предполагается, что все частицы имеют аэродинамический диаметр менее 2,5 мкм. Министерство экологии Италии (2005) не включает КВ для НМЛОС, однако КВ ЛОС могут применяться, т.к. они ниже, чем КВ НМЛОС в UBA (2008), поэтому предполагаются, что они не ведут к завышенной оценке. UBA (2008) также включают соответствующие КВ для котлов и горелок, из которых SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> такого же размера, тогда как КВ для НМЛОС и СО около 10 и в три раза выше. Причина использования данных Министерства экологии Италии (2005), а не UBA (2008) в том, что первые основаны на итальянских измерениях, тогда как последние фокусируются на литературном обзоре.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с концентрациями ТМ, представленными в Gon & Kuenen (2009), в дизельном топливе, которое продается в Европе.

В соответствии с измененными методическими указаниями МГЭИК 1996 г. теплотворная способность 43,33 ТДж/Гг использовалась для расчета КВ.

КВ диоксина обновлен до среднего значения из семи значений для старых и новых установок, представленных в Pfeiffer et al. (2000). Значения пересчитаны в соответствии с Pfeiffer et al. (2000) с помощью NVC = 42,8 МДж/кг.

КВ ПАУ обновлены в соответствии со значениями из Berdowski et al. (1995) для бытового сжигания нефти. Новые значения значительно ниже настоящих.

Таблица 3-22

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
	1.A.4.b.i			Бытовые установки				
Топливо	Жидкие типы топлива							
ИНЗВ (если применимо)								
Технология/практики	Небольшие котлы (одно домохозяйство <= 50 кВт/ч)							
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	70	50	80	69	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
CO	40	30	120	4	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
НМЛОС	15	10	30	0,2	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
SO <sub>2</sub>	140	25	168	79	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
NH <sub>3</sub>					г/ГДж			
ОКВЧ	5	3	18	1,53	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
ТЧ <sub>10</sub>	3	2	12	1,53	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ <sub>10</sub> = КВ ОКВЧ
ТЧ <sub>2,5</sub>	3	2	12	1,53	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ <sub>2,5</sub> = КВ ОКВЧ
Pb	20	5	24	0,012	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Cd	2	0,3	2,4	0,0010	мг/ГДж		0,0010	van der Gon & Kuenen, 2009
Hg	0,03	0,024	0,036	0,12	мг/ГДж		0,12	van der Gon & Kuenen, 2009
As	1	0,5	1,2	0,0020	мг/ГДж		0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Cr	20	5	24	0,20	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Cu	10	3	12	0,13	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Ni	300	100	350	0,0050	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Se				0,0020	мг/ГДж		0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Zn	10	5	12	0,42	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
ПХДД/Ф	10	8	12	1,8	нгр МТЭ/ГДж			Pfeiffer et al, 2000
Бензо(а)пирен	10 000	5 000	60 000	80	мкг/ГДж			Berdowski et al, 1995
Бензо(б)флуорантен	11 000	5 000	75 000	40	мкг/ГДж			Berdowski et al, 1995
Бензо(к)флуорантен	5 000	3 000	40 000	70	мкг/ГДж			Berdowski et al, 1995
Индено(1,2,3-сд)пирен	4 000	2 000	50 000	160	мкг/ГДж			Berdowski et al, 1995

## Другие установки малого сжигания

Перечень таблиц КВ для небытового сжигания в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-7	1	Уголь	Небытовой	
Таблица 3-8	1	Газообразное топливо	Небытовой	
Таблица 3-9	1	Жидкие типы топлива	Небытовой	
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой	
Таблица 3-27	2	Уголь	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-29	2	Уголь	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-30	2	Уголь	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-31	2	Дрова	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-32	2	Дрова	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-33	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-34	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-35	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-36	2	Газойль	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-37	2	Газообразное топливо	Небытовой	Газовые двигатели
Таблица 3-38	2	Газойль	Небытовой	Газовые двигатели

### Сжигание биомассы

Коэффициенты выбросов в настоящее время включены в одну таблицу коэффициентов выбросов уровня 1 и две таблицы коэффициентов выбросов уровня 2. В целом данных недостаточно для разделения текущей технологии на усовершенствованные ручные и усовершенствованные автоматические котлы. Наименование технологии для таблицы 3-32 уровня 2 будет изменено с "Усовершенствованные технологии сжигания дров < 1 МВт – Автоматические котлы" на "Сжигание дров < 1 МВт, автоматические котлы". Также "Усовершенствованные технологии сжигания дров < 1 МВт – Ручные котлы" будут изменены на "Сжигание дров < 1 МВт, ручные котлы".

В целом коэффициенты выбросов в обновлении руководства 2010 г. относятся к обновлению руководства 2007 г. Все коэффициенты выбросов были обновлены, а ссылки добавлены.

Если коэффициенты выбросов в литературных источниках приводятся в г/кг сухих дров, коэффициенты выбросов были пересчитаны в г/ГДж на основе НТС, указанных в каждой ссылке. Если НТС не указывается в ссылке, берутся следующие значения: 18 МДж/кг для деревянных бревен и 19 МДж/кг для древесные гранул.

Большинство коэффициентов выбросов были округлены до одной или двух значащих разрядов.

В целом коэффициенты выбросов уровня 1 для биомассы были основаны на коэффициентах выбросов для ручных котлов, в которых сжигаются дрова.

Коэффициенты выбросов до некоторой степени были основаны на сравнении с аналогичными коэффициентами выбросов для (1) котлов центрального отопления в 1A1<sup>13</sup> и (2) откорректированными коэффициентами выбросов для бытовых установок.

Перечень таблиц КВ для небытового сжигания биомассы в главе Руководства по малому сжиганию.

<sup>13</sup> Глава 1A1 Энергетические отрасли промышленности, таблица 3-9 и таблица 3-15.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой	
Таблица 3-31	2	Дрова	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-32	2	Дрова	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт

**NO<sub>x</sub>**

Текущий коэффициент выбросов NO<sub>x</sub> составляет 150 г/ГДж для всех трех технологий. Это значение равно австрийскому предельному значению. Однако коэффициенты выбросов, собранные в обновлении Руководства 2009 г., дают коэффициент выбросов ниже 100 г/ГДж. В Lundgren et al. (2003) приводится значение 91 г/ГДж, и эта ссылка будет применяться для всех трех технологий.

Перечень коэффициентов выбросов NO<sub>x</sub> (г/ГДж) для небытового сжигания биомассы.

Ссылка	NO <sub>x</sub>
Австрийское предельное значение для котлов < 300 кВт	150
Немецкое предельное значение	_ 2)
Датское предельное значение 120 кВт – 1 МВт (Luftvejledning)	_ 1)
Lundgren et al. (2004), Камера сжигания большого размера, 350 кВт	91
Van Loo (2002)* Автоматический котел с механическим забрасывателем, 320 кВт	116
Pfeiffer et al. (2000)*, Малые потребители, дрова	78
BLT (1999)*, Древесная стружка, котел 500 кВт, мощность 100%	123
Christensen et al. (1997)	55-120 <sup>3)</sup>
Struschka et al. (2008) (Таблица 5.5a, GHD Holzbrennstoffe)	88
Naturvårdsverket, Швеция	80 <sup>4)</sup> /65 <sup>5)</sup>

\* Как приведено в обновлении Руководства 2009 г.

- 1) 143 г/ГДж для установок > 1 МВт
- 2) 263 г/ГДж для установок > 1 МВт (TA Luft)
- 3) Включены только дрова
- 4) Котлы, бревна и опилки
- 5) Котлы, гранулы

**СО**

Текущий коэффициент выбросов СО составляет 300 г/ГДж для автоматических котлов и 3 000 г/ГДж для ручных котлов. Коэффициент выбросов для автоматических котлов не будет меняться, однако будет добавлена ссылка на (1) немецкий стандарт на проведение испытаний для котлов 500 кВт – 1 МВт (330 г/ГДж) и (2) датское предельное значение (239 г/ГДж). Коэффициент выбросов для ручных котлов будет изменен на котлы для биомассы класса 3 EN 303-5. В стандарте описываются только котлы до 300 кВт.

Перечень коэффициентов выбросов СО (г/ГДж) для небытового сжигания биомассы.

Ссылка	СО
Австрийское предельное значение для котлов < 300 кВт	1 100 <sup>4)</sup> /500 <sup>5)</sup> -750 <sup>6)</sup>
Немецкое предельное значение	330-1 300
Датское предельное значение 120 кВт – 1 МВт (Luftvejledning)	239
Lundgren et al. (2004), Камера сжигания большого размера, 350 кВт	5
Van Loo (2002)* Автоматический котел с механическим забрасывателем, 320 кВт	19
Pfeiffer et al. (2000)*, Малые потребители, дрова	2 752
BLT (1999)*, Древесная стружка, котел 500 кВт, мощность 100%	16
Christensen et al. (1997)	80-800 <sup>3)</sup>
Struschka et al. (2008) (Таблица 5.5a, GHD Holzbrennstoffe)	2 228
Naturvårdsverket, Швеция	4 000 <sup>7)</sup> /1 000 <sup>8)</sup> /300 <sup>9)</sup>
Котлы класса 5 EN 303, 150-300 кВт (1 200 мг/м <sup>3</sup> при 10 % O <sub>2</sub> )	570

\* Как приведено в обновлении Руководства 2009 г.

- 1) 143 г/ГДж для установок > 1 МВт
- 2) -
- 3) Включены только дрова
- 4) Ручные котлы
- 5) Автоматические котлы, полная нагрузка
- 6) Автоматические котлы, нагрузка 30 %
- 7) Деревянные бревна
- 8) Древесная стружка
- 9) Гранулы

**НМЛОС**

Текущий коэффициент выбросов НМЛОС составляет 250 г/ГДж для ручных котлов и 20 г/ГДж для автоматических котлов. Коэффициент выбросов для автоматических котлов будет изменен на 12 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2004) для современных котлов. Однако эти измерения выбросов основаны на малых котлах. Коэффициент выбросов для ручных котлов будет изменен на 300 г/ГДж в соответствии с Naturvårdsverket. Коэффициент выбросов уровня 1 будет равен значению для ручных котлов.

Перечень коэффициентов выбросов НМЛОС (г/ГДж) для небытового сжигания биомассы.

Ссылка	НМЛОС
Lundgren et al. (2004), Камера сжигания большого размера, 350 кВт	<1
Christensen et al. (1997)	45-55 <sup>1)</sup>
Struschka et al. (2008) (Таблица 5.5а, GHD Holzbrennstoffe)	99
Naturvårdsverket, Швеция	300 <sup>2)</sup> /150 <sup>3)</sup> /6 <sup>4)</sup>
Johansson et al. (2004). Современные дровяные котлы (среднее значение)	12

- 1) Включены только дрова
- 2) Котлы, бревна
- 3) Котлы, опилки
- 4) Котлы, гранулы

## SO<sub>2</sub>

Текущие коэффициенты выбросов находятся в диапазоне 20-38,4 г/ГДж. Коэффициент выбросов из АООС США (1996), AP-42 глава 1.9 составляет 11 г/ГДж. Анализ топлива в нескольких европейских исследованиях (Johansson et al. (2003); Fernandes et al. (2011); Goncalves et al. (2010); Voman et al. (2004)) подтверждает, что уровень выбросов при условии полного окисления находится в диапазоне 8-40 г/ГДж. Будет применяться коэффициент выбросов AP-42.

## NH<sub>3</sub>

В Roe et al. (2004) приводятся коэффициенты выбросов NH<sub>3</sub> для различных технологий сжигания дров, эти коэффициенты КВ суммированы в таблице ниже. Предполагается, что сжигание дров в небытовых установках равно некаталитическим дровяным печам с низкими выбросами, 37 г/ГДж.

	КВ - фунт/тонна	КВ - кг/тонна	КВ - г/ГДж <sup>1</sup>
Бытовые; дрова; камины	1,8	0,9	74,4
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: Стандартный	1,7	0,85	70,2
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: Низкие выбросы	0,9	0,45	37,2
Бытовые; дрова; некаталитические дровяные печи: На гранулированном топливе	0,3	0,15	12,4
Бытовые; дрова; котлы и печи	1,8	0,9	74,4
Бытовые; дрова; оборудование, установленное вне помещения	1,8	0,9	74,4

<sup>1</sup> Конвертировано с помощью НТС 12,1 ГДж/тонну как среднее значение недавно произведенных и высушенных на воздухе дров (ОЭСР/МЭА, 2005)

## ТЧ

Текущие коэффициенты выбросов для ОКВЧ составляют 80 г/ГДж для ручных котлов и 70 г/ГДж для автоматических котлов. Коэффициенты выбросов из Johansson et al. (2004) согласуются с коэффициентами выбросов для бытовых котлов и котлов районных теплоцентралей, а также с собранными ссылками. Коэффициент выбросов для автоматических котлов будет изменен на 36 г/ГДж, и будет добавлена ссылка на Johansson et al. (2004). Коэффициент выбросов для ручных котлов будет изменен на 150 г/ГДж в соответствии с Naturvårdsverket.



Коэффициент выбросов бытовых установок  $ТЧ_{10}$  оценивается как 95 % ОКВЧ,  $ТЧ_{2,5}$  оценивается как 93 % ОКВЧ. Это допущения основаны на Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

Перечень коэффициентов выбросов ТЧ (г/ГДж) для небытового сжигания биомассы.

Ссылка	ТЧ
Struschka et al. (2008) (Таблица 5.5а, GHD Holzbrennstoffe)	74
Naturvårdsverket, Швеция	$150^{1)}/100^{2)}/30^{3)}$
Johansson et al. (2004). Современные дровяные котлы (среднее значение)	36

- 1) Котлы, бревна
- 2) Котлы, опилки
- 3) Котлы, гранулы

### **ТМ**

Предполагается, что все коэффициенты выбросов равны коэффициентам выбросов тяжелых металлов для бытового сжигания дров.

### **ПХБ**

Предполагается, что коэффициент выбросов для уровня 1 и для ручных котлов равен коэффициенту обычных котлов < 50 кВт, также предполагается, что коэффициент выбросов для автоматических котлов равен коэффициенту усовершенствованных/экологичных печей и котлов. Единица измерения была изменена с мг/ГДж на мкг/ГДж.

### **ПХДД/Ф**

Предполагается, что коэффициенты выбросов для всех категорий равны коэффициентам выбросов для усовершенствованных/экологичных печей и котлов и котлов на гранулированном топливе.

### **ПАУ**

Предполагается, что коэффициенты выбросов для всех категорий равны коэффициентам выбросов для усовершенствованных/экологичных печей и котлов и котлов на гранулированном топливе.

### **ГХБ**

Применяются коэффициенты выбросов для бытовых установок.

### **Таблицы для небытового сжигания дров**

Таблица 3-10

Коэффициенты выбросов уровня 1								
Категория источника НО			Код	Наименование				
			1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Коммерческие/институциональные: стационарные Стационарные Другое, стационарные источники (включая военные)				
Топливо			Биомасса					
ИНЗВ (если применимо)			020100 020300	Коммерческие и институциональные установки Установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыболовном хозяйстве				
Технология/практики			Нет данных					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	150	90	300	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	1 600	200	4 500	570	г/ГДж	50	4 000	Котлы класса 5 EN 303, 150-300 кВт
НМЛОС	146	10	450	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO <sub>2</sub>	38,4	20	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США, AP-42 глава 1.9
NH <sub>3</sub>	-	-	-	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ	156	60	250	150	г/ГДж	75	300	Naturvårdsverket, Sweden
TЧ10	150	50	240	143	г/ГДж	71	285	Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
TЧ2,5	149	50	240	140	г/ГДж	70	279	Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
Pb	24,8	5	30	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	1,8	0,1	3	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,7	0,4	1,5	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	1,4	0,25	2	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	6,5	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	4,6	1	5	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	0,1	300	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,1	2	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	114	1	150	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	326	30	500	100	нгр МТЭ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	44,6	10	100	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(в)флуорантен	64,9	10	120	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	23,4	5	40	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3- cd)пирен	22,3	2	60	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

6) Камеры сгорания большого размера, 350 кВт

7) Берется равным деревянным печам с невысоким уровнем выбросов

8) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

Таблица 3-31

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Коммерческие/институциональные: стационарные Стационарные Другое, стационарные источники (включая военные)				
Топливо			Дрова					
ИНЗВ (если применимо)			020100 020300	Коммерческие и институциональные установки Установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыболовном хозяйстве				
Технология/практики			Сжигание дров <1 МВт – Ручные котлы					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	150	90	200	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	3 000	300	5 000	570	г/ГДж	50	4 000	Котлы класса 5 EN 303, 150-300 кВт
НМЛОС	250	20	500	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO <sub>2</sub>	20	15	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США, AP-42 глава 1.9
ННЗ	-	-	-	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
ОКВЧ	80	70	250	150	г/ГДж	75	300	Naturvårdsverket, Sweden
ТЧ10	76	66	240	143	г/ГДж	71	285	Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)</sup>
ТЧ2,5	76	65	240	140	г/ГДж	70	279	Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)</sup>
Pb	10	5	30	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	0,3	0,1	2	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,5	0,4	0,8	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	1	0,25	2	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	2	1	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	3	1	5	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	200	0,1	250	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,1	2	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	5	1	150	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,06	мкг/ГДж	0,006	0,6	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	300	30	500	100	нгр МТЭ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	50	12	150	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(в)флуорантен	60	14	120	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	20	8	50	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сд)пирен	20	6	80	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

5) Берется равным деревянным печам с невысоким уровнем выбросов

6) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (ТНО) СЕПМЕЧП.

Таблица 3-32

Коэффициенты выбросов уровня 2								
			Код	Наименование				
Категория источника НО			1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Коммерческие/институциональные: стационарные Стационарные Другое, стационарные источники (включая военные)				
Топливо			Дрова					
ИНЗВ (если применимо)			020100 020300	Коммерческие и институциональные установки Установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыболовном хозяйстве				
Технология/практики			Сжигание дров <1 МВт – Автоматические котлы					
Регион или региональные условия			Нет данных					
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды			Нет данных					
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Предыдущее значение	Предыдущий диапазон		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
						Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	150	90	200	91	г/ГДж	20	120	Lundgren et al. (2004) <sup>1)</sup>
CO	300	200	5 000	300	г/ГДж	50	4 000	Немецкий стандарт на проведение испытаний для котлов 500 кВт – 1 МВт; Датское законодательство (Luftvejledning)
НМЛОС	20	10	500	12	г/ГДж	5	300	Johansson et al. (2004) <sup>1)</sup>
SO <sub>2</sub>	20	15	50	11	г/ГДж	8	40	АООС США, AP-42 глава 1.9
NH <sub>3</sub>	-	-	-	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ	70	60	250	36	г/ГДж	18	72	Johansson et al. (2004)
TЧ <sub>10</sub>	66	50	240	34	г/ГДж	17	68	Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup>
TЧ <sub>2,5</sub>	66	50	240	33	г/ГДж	17	67	Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup>
Pb	20	10	30	27	мг/ГДж	0,5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	0,5	0,3	2	13	мг/ГДж	0,5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0,6	0,4	0,8	0,56	мг/ГДж	0,2	1	Struschka et al. (2008)
As	0,5	0,25	2	0,19	мг/ГДж	0,05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	4	2	10	23	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	2	1	5	6	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	0,1	200	2	мг/ГДж	0,5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0,5	0,1	2	0,5	мг/ГДж	0,25	1,1	Hedberg et al. (2002)
Zn	80	5	150	512	мг/ГДж	80	1 300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	0,06 мг/ГДж	0,012	0,3	0,007	мкг/ГДж	0,0007	0,07	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	30	20	500	100	нгр МТЭ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бензо(а)пирен	12	10	150	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(в)флуорантен	14	10	120	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	8	5	50	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сд)пирен	6	2	80	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	6	3	9	5	мкг/ГДж	0,1	30	Syc et al. (2011)

6) Данные для современных котлов

7) Берется равным деревянным печам с невысоким уровнем выбросов

8) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ см. в Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных Нидерландская Организация Прикладных Научных Исследований (TNO) СЕПМЕЧП.

### Сжигание твердого топлива

Для небытового маломасштабного сжигания угля в настоящее время существует таблица КВ уровня 1 и четыре таблицы КВ уровня 2. До конца не ясно, чем отличаются КВ из таблицы 3-27 и таблицы 3-29.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-7	1	Уголь	Небытовой	
Таблица 3-27	2	Уголь	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-29	2	Уголь	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-30	2	Уголь	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт

КВ, в настоящее время доступные в Руководстве, представлены в таблице.

	Уровень 1	Котлы			
		от 50 кВт до 1 МВт	Котлы 1-50 МВт	Ручные котлы < 1 МВт	Автоматические котлы < 1 МВт
NO <sub>x</sub>	173	160	180	200	200
CO	931	2 000	200	1 500	400
НМЛОС	88,8	200	20	100	20
SO <sub>2</sub>	900	900	900	450	450
OKBЧ	124	200	80	150	80
ТЧ10	117	190	76	140	76
ТЧ25	108	170	72	130	72
Pb	134	200	100	150	80
Cd	1,8	3	1	2	2
Hg	7,9	7	9	6	8
As	4	5	4	4	0,5
Cr	13,5	15	15	10	1
Cu	17,5	30	10	15	8
Ni	13	20	10	15	2
Se	1,8	2	2	2	0,5
Zn	200	300	150	200	100
ПХБ	170	170	170	170	170
ПХДД/Ф	203	400	100	200	40
Бензо(а)	45,5	100	13	90	17
Бензо(б)	58,9	130	17	110	18
Бензо(к)	23,7	50	9	50	8
Индено	18,5	40	6	40	7
ГХБ	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

Неясно, как были получены КВ уровня 1, по-видимому, это некие средние значения из КВ уровня 2. Присутствует некоторые странные несоответствия, например КВ ТМ для котлов > 1 МВт выше, чем КВ для автоматических котлов < 1 МВт, несмотря на то, что КВ ТЧ идентичны. Также КВ SO<sub>2</sub>, по-видимому, несовместимы.

В отношении бытовых установок доступно мало данных для небольших котлов, которые включены в этот сектор. Для небольших автоматических котлов произведено сравнение КВ с КВ для механических топков с нижней подачей в АОС США, измерения по данным Thistlethwaite (2001) для котлов 500 кВт с механической топкой с нижней подачей и данные из Германии в Struschka et al. (2008).

Сравнение приведено в таблице ниже.

	Автоматические котлы < 1 МВт	АООС США	Thistlethwaite, 2001	Struschka et al., 2008
NO <sub>x</sub>	200	165		111
CO	400	191	350	408
НМЛОС	20	23		1
SO <sub>2</sub>	450			204
ОКВЧ	80	261	82	18
ТЧ10	76	108		17,1
ТЧ25	72	66		15,3
Pb	80	229	167	230
Cd	2	28	1	4
Hg	8	7	16	3,6
As	0,5	178	46	3,2
Cr	1	284	6	2,3
Cu	8		192	3,1
Ni	2	467	37	
Se	0,5		17	
Zn	100		201	11
ПХБ	170			
ПХДД/Ф	40			16,3
Бензо(а)	17		0,079	
Бензо(б)	18		1,244	
Бензо(к)	8		0,845	
Индено	7		0,617	
ГХБ	0,62			

КВ CO и ОКВЧ в Thistlethwaite (2001) очень близки к текущим значениям в Руководстве. КВ ТМ в Thistlethwaite (2001) иногда близки к текущим значениям в Руководстве, а иногда сильно отличаются. Конечно, ясно, что содержание ТМ в угле может значительно отличаться. Для ПАУ КВ в Thistlethwaite (2001) значительно ниже, чем КВ в настоящем Руководстве. Для Cu и Zn КВ в Thistlethwaite (2001) значительно выше, чем в Struschka et al. (2008).

КВ в руководстве обновлены в соответствии с Thistlethwaite (2001), где это применимо. Для NO<sub>x</sub> и НМЛОС КВ были изменены в соответствии с данными Агентства США по охране окружающей среды. Относительно фракционного состава, используется состав, приведенный в Struschka et al. (2008).

Данных, достаточных для обновления других таблиц КВ, нет. Поэтому данные таблицы КВ были обновлены также, как предыдущие.

### Другое сжигание топлива

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-8	1	Газообразное топливо	Небытовой	
Таблица 3-9	1	Жидкие типы топлива	Небытовой	
Таблица 3-33	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт Котел от 1 МВт до 50 МВт
Таблица 3-34	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-35	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-36	2	Газойль	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-37	2	Газообразное топливо	Небытовой	Газовые двигатели
Таблица 3-38	2	Газойль	Небытовой	Газовые двигатели

**Таблица 3-33 Коммерческие/институциональные котлы среднего размера (> 50 кВт/ч и <= 1 МВт/ч) на природном газе**

КВ для основных загрязняющих веществ и ТЧ обновлены в соответствии со значениями из итальянских результатов измерений для сжигания природного газа в отопительных котлах, представленных Министерством экологии Италии (2005), за исключением КВ НМЛОС, который обновлен в соответствии со средним значением для сжигания газа в UBA (2008). КВ для NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> выше, чем настоящие значения, а КВ для CO, НМЛОС и ТЧ ниже. Т.к. Министерство экологии Италии (2005) не включает КВ для ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>, предполагается, что все частицы имеют аэродинамический диаметр менее 2,5 мкм. UBA (2008) также включает КВ для всех основных загрязняющих веществ и ТЧ, при этом все значения ниже, чем КВ Министерства экологии Италии (2005). Причина использования данных Министерства экологии Италии (2005), а не UBA (2008) в том, что первые основаны на измерениях, тогда как последние фокусируются на литературном обзоре.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на содержании ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПХДД/Ф изменены на значение 0,5 нгр МТЭ/ГДж, приведенное в ЮНЕП (2005) для электростанций. Значение в настоящей версии Руководства выше и относится к бытовым печам, в отношении которых предполагается большее количество выбросов, чем у котлов.

КВ для ПАУ сохраняются.

**Таблица 3-33**

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
	1.A.4.a.i 1.A.4.c.i			Коммерческие/институциональные бытовые установки				
Топливо	Природный газ							
ИНЗВ (если применимо)								
Технология/практики	Котлы среднего размера (< 50 кВт/ч - <= 1 МВт/ч)							
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	70	35	200		73 г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
CO	30	18	42		24 г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
НМЛОС	3	1,8	4,2		0,4 г/ГДж			UBA (2008)
SO <sub>2</sub>	0,5	0,05	1		1,4 г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
NH <sub>3</sub>								
OKBЧ	0,5	0,3	0,7		0,45 г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
ТЧ <sub>10</sub>	0,5	0,3	0,7		0,45 г/ГДж			предположение: КВ ТЧ <sub>10</sub> = КВ OKBЧ
ТЧ <sub>2,5</sub>	0,5	0,3	0,7		0,45 г/ГДж			предположение: КВ ТЧ <sub>2,5</sub> = КВ OKBЧ
Pb	0,98	0,492	1,97		0,00150 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cd	0,52	0,172	1,55		0,00025 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Hg	0,23	0,0781	0,703		0,68 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
As	0,094	0,0312	0,281		0,12 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cr	0,66	0,219	1,97		0,00076 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cu	0,4	0,199	0,796		0,000076 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Ni	0,984	0,492	1,97		0,00051 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Se	0,011	0,00375	0,0337		0,011 мг/ГДж		0,011	АООС США 1998, глава 1.4
Zn	13,6	4,53	40,7		0,0015 мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
ПХДД/Ф	2	0,9	2,1		0,5 нгр МТЭ/ГДж			ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	0,562	0,187	0,561		0,56 мкг/ГДж		0,56	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(б)флуорантен	0,843	0,281	0,843		0,84 мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(к)флуорантен	0,843	0,281	0,843		0,84 мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Индено(1,2,3-сд)пирен	0,843	0,281	0,843		0,84 мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4

**Таблица 3-34 Коммерческие/институциональные котлы среднего размера (> 1 МВт/ч и <= 50 МВт/ч) на природном газе**

КВ для основных загрязняющих веществ обновлены в соответствии со значениями из DGC (2009) для горелок с искусственной тягой. За исключением нового КВ СО, который выше верхнего предела старого доверительного интервала 95 %, все новые значения находятся в пределах того же диапазона, что и старые значения.

КВ для ТЧ обновлены в соответствии со значениями отопительных котлов на природном газе, представленных Министерством экологии Италии (2005). Новые значения равны КВ в настоящей версии Руководства, в котором не хватает соответствующих ссылок.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на содержании ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПХДД/Ф изменены на значение 0,5 нгр МТЭ/ГДж, приведенное в ЮНЕП (2005) для электростанций. Значение в настоящей версии Руководства выше и относится к бытовым печам, в отношении которых предполагается большее количество выбросов, чем у котлов.

КВ для ПАУ сохраняются.

**Таблица 3-34**

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
	1.A.4.a.i	1.A.4.b.i	1.A.4.c.i	Коммерческие/институциональные бытовые установки				
Топливо				Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)								
Технология/практики				Котлы среднего размера (< 1 МВт/ч - <= 50 МВт/ч)				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	70	35	200	40	г/ГДж	30	55	DGC, 2009
CO	20	12	28	30	г/ГДж		30	DGC, 2009
НМЛОС	2	1,2	2,8	2	г/ГДж			DGC, 2009
SO <sub>2</sub>	0,5	0,05	1	0,3	г/ГДж			DGC, 2009
NH <sub>3</sub>								
OKBЧ	0,5	0,3	0,7	0,45	г/ГДж			Министерство экологии Италии, 2005
ТЧ10	0,5	0,3	0,7	0,45	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ10 = КВ ОКВЧ
ТЧ2,5	0,5	0,3	0,7	0,45	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ2,5 = КВ ОКВЧ
Pb	0,98	0,492	1,97	0,00150	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cd	0,52	0,172	1,55	0,00025	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Hg	0,23	0,0781	0,703	0,68	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
As	0,094	0,0312	0,281	0,12	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cr	0,66	0,219	1,97	0,00076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cu	0,4	0,199	0,796	0,000076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Ni	0,984	0,492	1,97	0,00051	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Se	0,011	0,00375	0,0337	0,011	мг/ГДж		0,011	АООС США 1998, глава 1.4
Zn	13,6	4,53	40,7	0,0015	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
ПХДД/Ф	2	0,9	2,1	0,5	нгр МТЭ/ГДж			ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	0,562	0,187	0,562	0,56	мкг/ГДж		0,56	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(б)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(к)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4
Индено(1,2,3-сд)пирен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж		0,84	АООС США 1998, глава 1.4

**Таблица 3-35 Коммерческие/институциональные газовые турбины на природном газе**



КВ для NO<sub>x</sub>, CO и НМЛОС обновлены в соответствии со значениями из Nielsen et al. (2010) на основе обширных датских измерений, включающих измерения для датских газовых турбин на природном газе из Северного моря. Обновленные значения для NO<sub>x</sub> и CO меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %.

КВ ТЧ обновлены в соответствии со значениями для газовых турбин, представленных в BUWAL (2001), которые также меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %. Предполагается, что КВ ТЧ<sub>2,5</sub> = КВ ТЧ<sub>10</sub>, как и в случае с сжиганием природного газа в UBA (2008) для установок на газе.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на содержании ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПХДД/Ф изменены на значение 0,5 нгр МТЭ/ГДж, приведенное в ЮНЕП (2005) для электростанций. Значение в настоящей версии Руководства выше и относится к бытовым печам, в отношении которых предполагается большее количество выбросов, чем у котлов.

КВ для ПАУ сохраняются.

Таблица 3-35

Коэффициенты выбросов уровня 2								
		Код		Наименование				
Категория источника НО				1.A.4.a.i	1.A.4.b.i	Коммерческие/институциональные бытовые установки		
Топливо				Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)								
Технология/практики				Газовая турбина				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	153	92	245	48	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
CO	39,2	24		4,8	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
НМЛОС	1	0,3		1,6	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
SO <sub>2</sub>	0,281	0,169		0,5	г/ГДж			BUWAL, 2001
NH <sub>3</sub>								
OKBЧ	0,908	0,454		0,2	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ10	0,908	0,454		0,2	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ2,5	0,908	0,454		0,2	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ2,5 = КВ ТЧ10
Pb	0,234	0,0781	1,97	0,00150	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cd	0,515	0,172	1,55	0,00025	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Hg	0,1	0,05	0,15	0,68	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
As	0,0937	0,0312	0,281	0,12	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cr	0,656	0,219	1,97	0,00076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Cu	0,398	0,199	0,796	0,000076	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Ni	0,984	0,492	1,97	0,00051	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
Se	0,0112	0,00375	0,0337	0,011	мг/ГДж	0,011		АООС США 1998, глава 1.4
Zn	13,6	4,53	40,7	0,0015	мг/ГДж			Nielsen et al, 2012
ПХДД/Ф				0,5	нгр МТЭ/ГДж			ЮНЕП, 2005
Бензо(а)пирен	0,562	0,187	0,562	0,56	мкг/ГДж	0,56		АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(б)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84		АООС США 1998, глава 1.4
Бензо(к)флуорантен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84		АООС США 1998, глава 1.4
Индено(1,2,3-сд)пирен	0,843	0,281	0,843	0,84	мкг/ГДж	0,84		АООС США 1998, глава 1.4

Таблица 3-36 Коммерческие/институциональные газовые турбины на газойле

КВ для NO<sub>x</sub> и CO обновлены в соответствии со значениями из Nielsen et al. (2010) на основе обширных датских измерений, включающих измерения для датских газовых

турбин на газойле. КВ для ОКВЧ для паровых турбин на газойле, представленные в Nielsen et al. (2010), применяются для всех тонкодисперсных фракций, т.к. предполагается, что все частицы имеют аэродинамический диаметр менее 2,5 мкм. НМЛОС не являлось частью программы измерения в Nielsen et al. (2010), и КВ из АООС США (2000) сохраняется. Обновленный КВ для NO<sub>x</sub> ниже, чем настоящие значения, тогда как обновленные КВ для СО и ТЧ выше.

КВ для ТМ обновлены в соответствии с концентрациями ТМ, представленными в Gon & Kuenen (2009), в дизельном топливе, которое продается в Европе. В соответствии с измененными методическими указаниями МГЭИК 1996 г. теплотворная способность 43,33 ТДж/Гг использовалась для расчета КВ. Обновленные КВ для Pb, Cd, Hg и Cr ниже настоящих значений. КВ применялись для ТМ без КВ в настоящей версии Руководства.

КВ диоксина обновлен до среднего значения из семи значений для старых и новых установок, представленных в Pfeiffer et al. (2000). Значения пересчитаны в соответствии с Pfeiffer et al. (2000) с помощью NVC = 42,8 МДж/кг.

КВ ПАУ для газовых турбин на газойле не устанавливались. Предполагается, что выбросы ПАУ очень ограничены и незначительны. Предлагается применять ПАУ для списка НИ.

Таблица 3-36

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО				Код	Наименование			
				1.A.4.a.i 1.A.4.b.i	Коммерческие/институциональные бытовые установки			
Топливо				Газойль				
ИНЗВ (если применимо)				020104				
Технология/практики				Газовые турбины				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	398	239	557	83	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
СО	1,49	0,89	2,09	2,6	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
НМЛОС	0,19	0,11	0,26	0,18	г/ГДж			АООС США, глава 3.1
SO <sub>2</sub>	46,1	4,61	460	46	г/ГДж			1)
NH <sub>3</sub>								
ОКВЧ	3	1,5	6	9,5	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
ТЧ10	3	1,5	6	9,5	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ10 = КВ ОКВЧ
ТЧ2,5	3	1,5	6	9,5	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ2,5 = КВ ОКВЧ
Pb	6,34	2,11	19	0,012	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Cd	2,17	0,723	6,51	0,0010	мг/ГДж		0,0010	van der Gon & Kuenen, 2009
Hg	0,543	0,181	1,63	0,12	мг/ГДж		0,12	van der Gon & Kuenen, 2009
As				0,0020	мг/ГДж		0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Cr	4,98	1,66	14,9	0,20	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Cu				0,13	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Ni				0,0050	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
Se				0,0020	мг/ГДж		0,0020	van der Gon & Kuenen, 2009
Zn				0,42	мг/ГДж			van der Gon & Kuenen, 2009
ПХД/Ф				1,84	нгр МТЭ/ГДж			Pfeiffer et al, 2000
Бензо(а)пирен					мкг/ГДж			
Бензо(б)флуорантен					мкг/ГДж			
Бензо(к)флуорантен					мкг/ГДж			
Индено(1,2,3-сд)пирен					мкг/ГДж			

1) оценка основана на 0,1 % S и НТС= 43,33 ТДж/1 000 тонн

Таблица 3-37 Коммерческие/институциональные стационарные поршневые двигатели на природном газе (включая двухтопливные)

КВ для основных загрязняющих веществ обновлены в соответствии со значениями из Nielsen et al. (2010) на основе обширных датских измерений, включающих измерения для датских газовых турбин. Новые значения значительно ниже старых КВ и по большей части меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %. Следует отметить, что измерения в Nielsen et al. (2010) выполнены для двигателей только на природном газе, не включая двухтопливные двигатели. Значения применяются в любом случае, т.к. они получены в результате обширной и новой программы измерений в Дании, и т.к. предполагается, что они применимы к Европейским условиям.

КВ ТЧ обновлены в соответствии со значениями для газовых турбин, представленных в BUWAL (2001), которые также меньше нижнего предела настоящего доверительного интервала 95 %. Предполагается, что  $KB_{TЧ_{2,5}} = KB_{TЧ_{10}}$ .

КВ для ТМ обновлены в соответствии с работой Nielsen et al. (2013), которая включает КВ, основанные на содержании ТМ в датском природном газе. Новые значения значительно ниже старых. Ожидается, что КВ ТМ должны быть очень низкими, т.к. содержание металлов в природном газе очень ограничено. Т.к. Se не включен в Nielsen et al. (2013), настоящий КВ Se сохраняется.

КВ для ПАУ обновлены в соответствии со значениями из Nielsen et al. (2010) для поршневых двигателей. Новые значения ниже старых значений из АОС США (1998).

Применяются КВ диоксина для двигателей на природном газе (Nielsen et al., 2010).

Таблица 3-37

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
	1.A.4.a.i	1.A.4.b.i		Коммерческие/институциональные бытовые установки				
Топливо				Газойль (включая двухтопливные 95 % газ + 5 % масло)				
ИНЗВ (если применимо)								
Технология/практики				Стационарные поршневые двигатели – на газе, включая двухтопливные				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	1 420	708	2 120	135	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
CO	407	204	611	56	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
НМЛОС	46	23	69	89	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
SO <sub>2</sub>	0,281	0,169	0,393	0,5	г/ГДж			BIA/VAL, 2001
NH <sub>3</sub>								
OKBЧ	1,5	0,01	20	2	г/ГДж			BUWAL, 2001
TЧ10	1,5	0,01	20	2	г/ГДж			BUWAL, 2001
TЧ2,5	1,5	0,01	20	2	г/ГДж			предположение: KB TЧ2,5 = KB TЧ10
Pb	0,234	0,0781	0,703	0,040	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Cd	0,515	0,172	1,55	0,0030	мг/ГДж		0,003	Nielsen et al, 2010
Hg	0,1	0,05	0,15	0,10	мг/ГДж		0,1	Nielsen et al, 2010
As	0,0937	0,0312	0,281	0,050	мг/ГДж		0,05	Nielsen et al, 2010
Cr	0,656	0,219	1,97	0,050	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Cu	0,398	0,199	0,796	0,010	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Ni	0,984	0,492	1,97	0,050	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Se	0,0112	0,00375	0,0337	0,20	мг/ГДж		0,2	Nielsen et al, 2010
Zn	13,6	4,53	40,7	2,91	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
ПХДД/Ф				0,57	нгр МТЭГ/ГДж			Nielsen et al, 2010
Бензо(а)пирен	2,7	1,35	4,05	1,2	мкг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Бензо(б)флуорантен	18	0	27	9,0	мкг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Бензо(к)флуорантен	2	1	3	1,7	мкг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Индено(1,2,3-сд)пирен	4,7	2,35	7,05	1,8	мкг/ГДж			Nielsen et al, 2010

Таблица 3-38 Коммерческие/институциональные поршневые двигатели на газойле

КВ для NO<sub>x</sub>, CO, ТМ, ПАУ и диоксида обновлены в соответствии со значениями из Nielsen et al. (2010) на основе обширных датских измерений, включающих измерения для датских газовых турбин. За исключением Zn и ПАУ, новые значения значительно ниже, чем значения в настоящей версии Руководства. НМЛОС не являются частью программы измерения в Nielsen et al. (2010), и КВ для SO<sub>2</sub> и ТЧ недоступны. Эти КВ обновлены в соответствии со значениями из BUWAL (2001). Т.к. КВ для ТЧ<sub>2,5</sub> не включены в BUWAL (2001), предполагается, что КВ ТЧ<sub>2,5</sub> = КВ ТЧ<sub>10</sub>. Значения из BUWAL (2001) такие же, как и настоящие значения.

Следует отметить, что измерения в Nielsen et al. (2010) выполнены для двигателей только на природном газе, не включая двухтопливные двигатели. Значения применяются в любом случае, т.к. они получены в результате обширной и новой программы измерений в Дании, и т.к. предполагается, что они применимы к Европейским условиям.

Применяются КВ для ПАУ, представленные Nielsen et al. (2010). Новые значения значительно ниже настоящих значений из АОС США (1998).

Применяются КВ для ГХБ и ПХБ, представленные Nielsen et al. (2010).

Таблица 3-38

Коэффициенты выбросов уровня 2								
Категория источника НО	Код			Наименование				
				1.A.4.a.i	Коммерческие/институциональные бытовые установки			
				1.A.4.b.i				
Топливо				Газойль				
ИНЗВ (если применимо)				020105				
Технология/практики				Поршневые двигатели				
Регион или региональные условия								
Технологии по устранению загрязнения окружающей среды								
Не применимо								
Не оцениваются								
Загрязняющее вещество	Старое значение	Доверительный интервал 95%		Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
		Старое нижнее	Старое верхнее			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	1 450	680	2 050	942	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
CO	385	193	578	130	г/ГДж			Nielsen et al, 2010
НМЛОС	37,1	18,5	55,6	50	г/ГДж			BUWAL, 2001
SO <sub>2</sub>	46,1	4,61	461	48	г/ГДж			BUWAL, 2001
NH <sub>3</sub>								
OKBЧ	28,1	14,1	56,2	30	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ <sub>10</sub>	22,4	11,2	44,8	30	г/ГДж			BUWAL, 2001
ТЧ <sub>2,5</sub>	21,7	10,8	43,4	30	г/ГДж			предположение: КВ ТЧ <sub>2,5</sub> = КВ ТЧ <sub>10</sub>
Pb	4,07	0,41	40,7	0,15	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Cd	1,36	0,14	13,6	0,010	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Hg	1,36	0,14	13,6	0,11	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
As	1,81	0,18	18,1	0,060	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Cr	1,36	0,14	13,6	0,20	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Cu	2,72	0,27	27,1	0,30	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Ni	1,36	0,14	13,6	0,010	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Se	6,79	0,68	67,9	0,22	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
Zn	1,81	0,18	18,1	58	мг/ГДж			Nielsen et al, 2010
ПХДД/Ф				0,99	нгр МТЭ/ГДж			Nielsen et al, 2010
Бензо(а)пирен	116	58,2	116	1,9	мкг/ГДж		1,9	Nielsen et al, 2010
Бензо(б)флуорантен	502	251	754	15	мкг/ГДж		15	Nielsen et al, 2010
Бензо(к)флуорантен	987	49,3	98,7	1,7	мкг/ГДж		1,7	Nielsen et al, 2010
Индено(1,2,3-сд)пирен	187	93,7	187	1,5	мкг/ГДж		1,5	Nielsen et al, 2010
ГХБ				0,22	мкг/ГДж		0,22	Nielsen et al, 2010
ПХБ				0,13	нг/ГДж		0,13	Nielsen et al, 2010

## Список цитированной литературы

Alves, C., Goncalves, C., Fernandes, A.P., Tarelho, L. & Pio, C., 2011: Fireplace and woodstove fine particle emissions from combustion of western Mediterranean wood types. *Atmospheric Research*, 2011, 101.

Austrian Eco Label: Umweltzeichen 37 in Austria.

<http://www.umweltzeichen.at/cms/home/umweltzeichen/richtlinien/content.html>

Bäfver, L.S., Leckner, B., Tullin, C. & Berntsen, M., 2011: Particle emissions from pellets stoves and modern and old-type wood stoves. *Biomass and Bioenergy*, 2011, 35, 3648-3655.

Berdowski, J.J.M., Veldt, C., Baas, J., Bloos, J.P.J & Klein, A.E., 1995: Technical paper to the OSPARCOM-HELCOM-UNECE emission inventory of heavy metals and persistent organic pollutants. Umweltbundesamt, Berlin, Germany.

Blue Angel: The Blue Angel, German environmental label. [http://www.blauer-engel.de/en/products\\_brands/search\\_products/search\\_for\\_products.php](http://www.blauer-engel.de/en/products_brands/search_products/search_for_products.php)

Boman, C., Nordin, A., Boström, D. & Öhman, M., 2004: Characterization of Inorganic Particle Matter from Residential Combustion of Pelletized Biomass Fuels. *Energy & Fuels*, 2004, 18, 338-348.

Boman, C., Pettersson, E., Westerholm, R., Boström, D. & Nordin, A., 2011: Stove Performance and Emission Characteristics in Residential Wood Log and Pellet Combustion, Part 1: Pellet Stoves. *Energy Fuels* 2011, 25.

Buonicore, A. J. & Davis, W.T., 1992: Air pollution Engineering Manual. Air Waste and management association. Pp. 246-255, Fuel Oil by Davis, W.T. & Pakrasi, A.

Butcher, S.S. & Ellenbecker, M.J., 1992: Particulate Emission Factors for Small Wood and Coal Stoves. *Journal of the Air Pollution Control Association*.

BUWAL 2001: Massnahmen zur Reduktion der PM<sub>10</sub>-Emissionen. Umwelt-Materialien Nr. 136, Luft. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern (in German).

Bølling, A.K., Pagels, J, Yttri, K.E., Barregard, L., Sallsten, G., Schwarze, P.E. & Boman, C., 2009: Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. *Particle and Fibre Toxicology*, 2009, 6:29.

Chandrasekaran, S.R., Laing, J.R., Holsen, T.M., Raja, S. & Hopke, P.K., 2011: Emission Characterization and Efficiency Measurements of High-Efficiency Wood Boilers. *Energy & Fuels*, 2011, 25, 5015-2021

Christensen, B.H., Evald, A., Baadsgaard-Jensen, J. & Bülow, K, 1997: Fyring med biomassebaserede restprodukter. Miljøstyrelsen, Miljøprojekt 358, 1997 (in Danish). <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/1997/87-7810-778-4/pdf/87-7810-778-4.pdf>

DGC, 2009: Energi- og Miljødata – 2009 opdatering (in Danish).

Fernandes, A.P., Alves, C.A., Goncalves, C., Tarelho, L., Pio, C., Schmidl, C. & Bauer, H., 2011: Emission factors from residential combustion appliances burning Portuguese biomass fuels. *Journal of Environmental Monitoring*, 2011, 13, 3196.

Fine, P.M., Cass, G.R. & Simoneit, B.R.T., 2002: Chemical Characterization of Fine Particle Emissions from the Fireplace Combustion of Woods Grown in the Southern United States. *Environmental Science & Technology*, 2002, 36, 1442-1451.

Glasius, M., Vikelsøe, J., Bossi, R., Andersen, H.V., Holst, J., Johansen, E. & Schleicher, O. 2005: Dioxin, PAH og partikler fra brændeovne. Danmarks Miljøundersøgelser. 27s –Arbejdsrapport fra DMU nr. 212.  
<http://arbejdsrapport.dmu.dk>

Glasius, M., Konggaard, P., Stubkjær, J., Bossi, R., Hertel, O., Ketzler, M., Wåhlin, P., Schleicher, O. & Palmgren, F. 2007: Partikler og organiske forbindelser fra træfyring – nye undersøgelser af udslip og koncentrationer. Danmarks Miljøundersøgelser. 42s.- Arbejdsrapport fra DMU, nr. 235 <http://www.dmu.dk/Pub/AR235.pdf>

Goncalves, C., Alves, C., Evtugina, M., Mirante, F., Pio, C., Caseiro, A., Schmidl, C., Bauer, H. & Carvalho, F., 2010: Characterisation of PM<sub>10</sub> emissions from woodstove combustion of common woods grown in Portugal. *Atmospheric Environment*, 2010, 44.

Goncalves, C., Alves, C. & Pio, C., 2012: Inventory of fine particulate organic compound emissions from residential wood combustion in Portugal. *Atmospheric Environment*, 2012

Gullet, B.K., Touati, A. & Hays, M.D., 2003: PCDD/F, PCB, HxCBz, PAH, and PM Emission Factors for Fireplace and Woodstove Combustion in the San Francisco Bay Region. *Environmental Science & Technology*, 2003, 37, 1758-1765.

Hedberg, E., Kristensson, A., Ohlsson, M., Johansson, C., Johansson, P.-Å., Swietlicki, E., Vesely, V., Wideqvist, U. & Westerholm, R., 2002: Chemical and physical characterization of emissions from birch wood combustion in a wood stove. *Atmospheric Environment*, 2002, 36

Hedman B., Näslund, M. & Marklund, S., 2006: Emission of PCDD/F, PCB and HCB from Combustion of Firewood and Pellets in Residential Stoves and Boilers, *Environmental Science & Technology*, 2006, 40

Hübner, C., Boos, R. & Prey, T., 2005: In-field measurements of PCDD/F emissions from domestic heating appliances for solid fuels. *Chemosphere*, 2005, 58.

Johansson, L., Gustavsson, L., Johansson, M., Österberg, S., Tullin, C., Persson, H., Cooper, D., Sjödin, Å., Potter, A. & Lunden, E.B., 2003a: Kvantifiering och karakterisering av faktiska utsläpp från småskalig biobränsleeldning, Emissionsklustret, Biobränsle, Hälsa, Miljö.

Johansson, L.S., Tullin, C., Leckner, B. & Sjövall, P., 2003b: Particle emissions from biomass combustion in small combustors. *Biomass and Bioenergy*, 2003, 25.

Johansson, L.S., Leckner, B., Gustavsson, L., Cooper, D., Tullin, C. & Potter, A., 2004: Emissions characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmospheric Environment*, 2004, 38.

- Kakareka, S., Kukharchyk, T., 2006: PCB and HCB emission Sources Chapters in the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook.
- Kistler, M., Schmidl, C., Padouvas, E., Giebl, H., Lohninger, J., Ellinger, R., Bauer, H. & Puxbaum, H., 2012: Odor, gaseous and PM<sub>10</sub> emissions from small scale combustion of wood types indigenous to Central Europe. *Atmospheric Environment*, 2012, 51, 86-93.
- Koyuncu, T. & Pinar, Y., 2007: The emissions from a space-heating biomass stove. *Biomass and Bioenergy*, 2007, 31, 73-79.
- Lamberg, H., Nuutinen, K., Tissari, J., Ruusunen, J., Yli-Pirilä, P., Sippula, O., Tapanainen, M., Jalava, P., Makkonen, U., Teinilä, K., Saarnio, K., Hillamo, R., Hirvonen, J.-R. & Jokiniemi, 2011: Physicochemical characterization of fine particles from small-scale wood combustion. *Atmospheric Environment*, 2011, 45.
- Lee, R.G.M., Coleman, P., Jones, J.L., Jones, K.C. & Lohmann, R., 2005: Emission Factors and Importance of PCDD/Fs, PCBs, PCNs, PAHs and PM10 from the Domestic Burning of Coal and Wood in the U.K. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 1436-1447.
- Li, V.S., 2006: Conventional Woodstove Emission Factor Study, Environment Canada
- Liu, W.X., Dou, H., Wei, Z.C., Chang, B., Qiu, W.X., Liu, Y. & Tao, S., 2009: Emission characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons from combustion of different residential coals in North China. *Science of the Total Environment* 407 (2009) 1436 – 1446.
- Lundgren, J., Hermansson, R. & Dahl, J., 2004: Experimental studies of a biomass boiler suitable for small district heating systems. *Biomass and Bioenergy*, 2004, 26, 443-453.
- McDonald, J.D., Zielinska, B., Fujita, E.M., Sagebiel, J.C., Chow, J.C. & Watson, J.G., 2000: Fine Particle and Gaseous Emission Rates from Residential Wood Combustion
- Meyer, N.K., 2012: Particulate, black carbon and organic emissions from small-scale residential wood combustion appliances in Switzerland. *Biomass and Bioenergy*, 2012, 36, 31-42.
- Naturvårdsverket: Emission factors and emissions from residential biomass combustion in Sweden.
- Nielsen, M., Nielsen, O-K. & Hoffmann, L., 2012: Improved inventory for heavy metal emissions from stationary combustion plants – 1990-2009 (in prep.).
- Nielsen, M., Nielsen, O-K. & Thomsen, M., 2010: Emissions from decentralized CHP plants 2007 – Energinet.dk environmental project No. 07/1882.
- Nordic Ecolabelling – the Swan: <http://www.nordic-ecolabel.org/criteria/product-groups/?p=3>
- Nussbaumer, T., Klippel, N. & Johansson, L. 2008: Survey on measurements and emission factors on particulate matter from biomass combustion in IEA countries. 16<sup>th</sup> European Biomass Conference and Exhibition, 2-6 June 2008, Valencia, Spain.

Nussbaumer, T., 2010: Overview on Technologies for Biomass Combustion and Emission Levels of Particulate Matter prepared for Swiss Federal Office for the Environment (FOEN). Verenum, June 2010

Paradiz, B., Dilara, P., Horak, J., De Santi, G., Christoph, E.H. & Umlauf, G., 2008: An integrated approach to assess the PCDD/F emissions of the coal fired stoves combining emission measurements and ambient air levels modeling. *Chemosphere* 73 (2008) S94–S100.

Paulrud, S., Petersson, K., Steen, E., Potter, A., Johansson, L., Persson, H., Gustafsson, K., Johansson, M., Österberg, S. & Munkhammar, I., 2006: Användningsmönster och emissioner från vedeldade lokaledstäder i Sverige (in Swedish)

Petersson, E., Boman, C., Westerholm, R., Boström, D. & Nordin, A., 2011: Stove Performance and Emission Characteristics in Residential Wood Log and Pellet Combustion, Part 2: Wood Stove. *Fuels Energy*, 2011, 25

P-mark: [http://www.sp.se/en/units/certification/product/p\\_mark/Sidor/default.aspx](http://www.sp.se/en/units/certification/product/p_mark/Sidor/default.aspx)

Pfeiffer, F., Struschka, M., Baumbach, G., Hagenmaier, H. & Hein, K.R.G., 2000: PCDD/PCDF emissions from small firing systems in households. *Chemosphere* 40 (2000) 225-232.

Roe S.M., Spivey, M.D., Lindquist, H.C., Kirstin B. Thesing, K.B., Randy P. Strait, R.P & Pechan, E.H. & Associates, Inc, 2004: Estimating Ammonia Emissions from Anthropogenic Non-Agricultural Sources. Draft Final Report. April 2004.

Ross, A.B., Jones, J.M., Chaiklangmuang, S., Pourkashanian, M., Williams, A., Kubica, K., Andersson, J.T., Krest, M., Danihelka, P. & Bartle, K.D., 2002: Measurement and prediction of the emission of pollutants from the combustion of coal and biomass in a fixed bed furnace. *Fuel*, 2002, 81, 571-582.

Schauer, J.J., Kleeman, M.J., Cass, G.R. & Simoneit, B.R.T., 2001: Measurement of Emissions from Air Pollution Sources. 3. C<sub>1</sub> – C<sub>29</sub> Organic Compounds from Fireplace Combustion of Wood. *Environmental Science & Technology*, 2001, 35, 1716-1728.

Schleicher, O., Jensen, A.A. & Bkiksbjerg P., 2001: Måling af dioxinmissionen fra udvalgte sekundære kilder. Miljøprojekt nr 649, 2001, Miljøstyrelsen. (In Danish)

Schmidl C., Marr, I.L., Caseiro, A., Kotianova, P., Berner, A. Bauer, H., Kasper-Giebl, A. & Puxbaum, H., 2008: Chemical characterisation of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods growing in mid-European Alpine regions. *Atmospheric Environment*, 2008, 42, 126-141.

Schmidl, C., Luissler, M., Padouvas, E., Lasselsberger, L., Rzaca, M., Cruz, C.R.-S., Handler, M., Peng, G., Bauer, H. & Puzbaum, H., 2011: Particulate and gaseous emissions from manually and automatically fired small scale combustion systems. *Atmospheric Environment*, 2011, 45.

Shen, G., Wang, W., Yang, Y., Zhu, C., Min, Y., Xue, M., Ding, J., Li, W., Wang, B., Shen, H., Wang, R., Wang, X. & Tao, S., 2010: Emission factors and particulate matter size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons from residential coal combustions in rural Northern China. *Atmospheric Environment* 44 (2010) 5237-5243.



Sippula, O., Hytönen, K., Tissari, J., Raunemaa, T. & Jokiniemi, J., 2007: Effect of Wood Fuel on the Emissions from a Top-Feed Pellet Stove. *Energy & Fuels*, 2007, 21, 1151-1160.

Struschka, M., Kilgus, D., Springmann, M. & Baumbach, G., 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, 44/08, Umwelt Bundes Amt, Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD)

Syc, M., Horak, J., Hopan, F., Krpec, K., Tomsej, T., Ocelka, T. & Pekarek, V., 2011: Effect of Fuels and Domestic Heating Appliance Types on Emission Factors of Selected Organic Pollutants. *Environmental Science & Technology*, 2011.

The Italian Ministry for the Environment, 2005: Experimental study on atmospheric pollutant emissions from heating systems, in Italy. Promoted by the Italian Ministry for the Environment, in cooperation with: The Lombardy Region, the Piedmont Region, the Italian Oil Union, Assopetroli, ENEA, CTI, SSC, IPASS.

Tissari, J., Hytönen, K., Lyyränen, J. & Jokiniemi, J., 2007: A novel field measurement method for determining fine particle and gas emissions from residential wood combustion. *Atmospheric Environment*, 2007, 41.

Tissari, J., 2008: Fine Particle Emissions from Residential Wood Combustion. Doctoral dissertation, 2008.

Tiwari, M., Sahu, S.K., Bhangare, R.C., Ajmal, P.Y. & Pandit, G.G., 2012: Estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons associated with size segregated combustion aerosols generated from household fuels. *Microchemical Journal* xxx (2012) xxx–xxx (In press).

Todorovic, J, Broden, H., Padban, N. Lange, S. Gustavsson, L., Johansson, L., Paulrud, S. & Löfgren, B.E. Syntes och analys av emissionsfaktorer för småskalig biobränsleförbränning, Slutrapport för avtal 503 0506 och 503 0507 på Naturvårdsverket. 2007.

UBA, 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. UBA-texte 44-08 (in German).

Struschka, M., Kilgus, D., Springmann, M. & Baumbach, G. 2008: Umwelt Bundes Amt, Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, 44/08, , Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD)

Thistlethwaite, G., 2001: Determination of Atmospheric Pollutant Emission Factors at a Small Coal-fired heating boiler. AEAT/R/ENV/0517.

UNEP, 2005: Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. United Nations Environment Programme.

US EPA, 1996: AP-42, Chapter 1.9 Residential Fireplaces

US EPA, 1996: AP-42, Chapter 1.10 Residential wood stoves

US EPA, 1998: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Chapter 1.4: Natural gas combustion.

US EPA, 2000: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Chapter 3.1: stationary gas turbines.

van der Gon, H.D. & Kuenen, J., 2009: Improvements to metal emission estimates. Presentation at The TFEIP/EIONET Meeting in Vienna on 11-12 May 2009.

Verma, V.K., Bram, S., Vandendael, I., Laha, P., Hubin, A. & De Ruyck, J., 2011: Residential pellet boilers in Belgium: Standard laboratory and real life performance with respect to European standard and quality labels. Applied Energy, 2011, 88, 2628-2634.

Winther, K., 2008: Vurdering af brændekedlers partikelemission til luft i Danmark (in Danish)

Zhang, J., Smith, K.R., Ma, Y., Ye, S., Jiang, F., Qi, W., Liu, P., Khalil, M.A.K., Rasmussen, R.A. & Thorneloe, S.A., 2000: Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission factors. Atmospheric Environment 34 (2000) 4537-4549.

## Приложение Е Материалы для обсуждения – Методология определения ЧУ для малого сжигания (1А4)

Нильсен, О.-К., Плейдруп, М.С. и Нильсен, М. (2012)

### Бытовые установки

В настоящее время в Руководстве содержится четыре таблицы для КВ уровня 1 и большее количество таблиц для КВ уровня 2, как указано в таблице ниже. В настоящее время не существует согласования между технологическими описаниями в разделе 2.2 и КВ, приведенными в разделе 3 главы.

Перечень таблиц КВ для бытовых установок в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-3	1	Уголь	Бытовой	
Таблица 3-4	1	Природный газ	Бытовой	
Таблица 3-5	1	Другие типы жидкого топлива	Бытовой	
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	
Таблица 3-12	2	Твердое топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-13	2	Газообразное топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Камины
Таблица 3-15	2	Твердое топливо	Бытовой	Печи
Таблица 3-16	2	Твердое топливо	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Печи
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-19	2	Природный газ	Бытовой	Печи
Таблица 3-20	2	Природный газ	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Печи
Таблица 3-22	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-23	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные камины
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные печи
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи на гранулированном топливе

### Сжигание биомассы

Коэффициенты выбросов в настоящее время включены в одну таблицу коэффициентов выбросов уровня 1 и 6 таблиц коэффициентов выбросов уровня 2. Как было упомянуто выше, описание технологии в главе 2.2 не согласуется с таблицами коэффициентов выбросов уровня 2. Предлагаемые наименования новых технологий и ссылка на описание технологий в главе 2.2 приведены ниже. Коэффициенты выбросов для усовершенствованных каминов будут удалены и заменены таблицей коэффициентов выбросов для энергоэффективных печей.

Перечень таблиц КВ для бытовых установок в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	Наименование новой технологии	Наименование технологии в главе 2.2
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой		-	-
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Камины	Открытые камины	Открытые и частично закрытые камины
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Печи	Обычные печи	Закрытые камины, обычные традиционные печи, кухонное оборудование
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Котлы < 50 кВт	Обычные котлы < 50 кВт	Обычные котлы для биомассы
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные камины	Энергоэффективные печи	Энергоэффективные обычные печи
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные печи	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	Усовершенствованные печи для сжигания, жаросберегающие печи <sup>14</sup> , каталитические печи для сжигания, усовершенствованные котлы для сжигания
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи на гранулированном топливе	Печи и котлы на гранулированном топливе	Современные печи на гранулированном топливе, автоматические дровяные котлы (гранулы/опилки)

Фракции ТЧ ЧУ и ОУ зависят от технологии, типа дров и уровня выброса ТЧ.

Для открытых каминов фракций ОУ много, в то время как более полное сжигание в усовершенствованных печах приводит к более низкому уровню ОУ.

Невозможно провести различие между элементарным углеродом и черным углеродом. В большинстве источников приводятся данные для элементарного углерода.

В недавних литературных источниках в Европе данные об измерениях ТЧ и ЧУ основаны на отборе образцов при разбавлении и на фракциях ЧУ, относящихся к ТЧ<sub>2,5</sub>.

### Бытовое сжигание дров (уровень 1)

Откорректированный коэффициент выбросов для ТЧ<sub>2,5</sub> составляет 740 г/ГДж (370-1 480). Коэффициент выбросов уровня 1 для ТЧ<sub>2,5</sub> соответствует коэффициенту выбросов для обычных печей. Будет применяться фракция ЧУ для печей (10 %).

### Камины

Откорректированный коэффициент выбросов для ТЧ<sub>2,5</sub> от каминов составляет 820 (410-1 640) г/ГДж.

Будет применяться фракция ЧУ 7 % ТЧ<sub>2,5</sub>, которая является средним значением из перечисленных источников. Среднее значение фракции ОУ составляет 43 %.

Перечень ссылок на ЧУ для открытых каминов.

Ссылка	Страна	Установка	ТЧ [г/ГДж]	ЭУ или ЧУ	ОУ
Alves et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин, деревянные бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 550-1 122	4,7 % (2,2-7,5 %)	43,2-53 %
Alves et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин, брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 850	5,4 %	47,7 %
Goncalves et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин	ТЧ <sub>2,5</sub> : 47-1 611	1,1 <sup>15</sup> -17 %	20-48 %

<sup>14</sup> Данная технология может быть включена в категорию энергоэффективных печей вместо технологии, зависящей от наиболее часто применяемой технологии для каменных жаросберегающих печей в стране.

<sup>15</sup> Брикеты

Fernandes et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин, деревянные бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 700 (374-1 026)	2-12 %	-
Fernandes et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин, брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 692	2,98 %	45 %
Fine et al. 2002	США	Открытый камин, твердая древесина	ТЧ <sub>2,5</sub> : 183-378	1,2-6,4 %	74,2-84,9 %
Fine et al. 2002	США	Открытый камин, мягкая древесина	ТЧ <sub>2,5</sub> : 89-206	14,2-17,9 %	~100 %
Vølling et al., 2009	-	Открытый камин	ТЧ <sub>2,5</sub> : 160-910	-	-
Kupiainen & Klimont 2004 (IIASA)	-	Открытый камин	-	10 %	50 %

### Обычные печи

Откорректированный коэффициент выбросов и диапазон для ТЧ<sub>2,5</sub> от обычных печей составляет 740 (370-1 480) г/ГДж.

Будет применяться фракция ЧУ 10 % ТЧ<sub>2,5</sub>, которая является средним значением из перечисленных источников. Однако некоторые из фракций ЧУ основаны на ОКВЧ. Среднее значение фракции ОУ составляет 45 %<sup>16</sup>.

Перечень ссылок на ЧУ для обычных печей.

Ссылка	Страна	Установка	ТЧ [г/ГДж]	ЭУ или ЧУ	ОУ
Alves et al. 2011	Португалия	Чугунная дровяная печь, расколотые бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 557 (344-906)	1,9 – 7,7 %	45,6 – 53,6 %
Alves et al. 2011	Португалия	Чугунная дровяная печь, брикеты	233	3,9 %	47,1 %
Goncalves et al. 2011	Португалия	Чугунная дровяная печь, расколотые бревна и брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 92 – 1 433	0,82 – 9,3 %	30- 50 %
Fernandes et al. 2011	Португалия	Чугунная дровяная печь, дрова	ТЧ <sub>2,5</sub> : 447 (278-617)	3-12 %	-
Fernandes et al. 2011	Португалия	Чугунная дровяная печь, брикеты	ТЧ <sub>2,5</sub> : 396	3,62 %	40,27 %
Vølling et al. 2009	-	Обычные дровяные печи	50-2 100	<sup>17</sup>	-
АООС США (SPECIATE), 2002 (IIASA)	США	Печи, дрова, твердая древесина	-	14 % ОКВЧ	42 % ОКВЧ
АООС США (SPECIATE), 2002 (IIASA)	США	Печи, дрова, мягкая древесина	-	20 % ОКВЧ	39 % ОКВЧ
Rau, 1989 (IIASA)	-	Печи, дрова, твердая древесина	-	5-16 % ОКВЧ	14-57 % ОКВЧ
Rau, 1989 (IIASA)	-	Печи, дрова, мягкая древесина	-	5-38 % ОКВЧ	20-51 % ОКВЧ

### Обычные котлы < 50 кВт

Откорректированный коэффициент выбросов и диапазон для ТЧ<sub>2,5</sub> от обычных котлов составляет 470 (235-945) г/ГДж.

Данные о коэффициентах выбросов ЧУ представлены в Kupiainen & Klimont (2007). На основе стандартизированного коэффициента выбросов ТЧ<sub>2,5</sub> 475 г/ГДж была произведена оценка фракции ЧУ, которая составила 16 %.

Перечень ссылок на ЧУ для обычных котлов.

Ссылка	Страна	Установка	ТЧ [г/ГДж]	ЭУ или ЧУ	ОУ
Vølling et al. 2009	-	Обычные дровяные котлы и каменные обогреватели	ТЧ <sub>2,5</sub> : 50-2 000	10 %-35 % ОСУ (общее содержание углерода)	-

<sup>16</sup> Не включая Fine et al. (2002)

<sup>17</sup> Данные ЕС относятся только к ОСУ

Kupiainen & Klimont 2007	-	Котлы < 50 кВт/ч	-	75 мг/МДж <sup>1)</sup>
Johansson et al. 2004		Старые котлы	ОКВЧ: 87- 2 200 г/ГДж	-

1) Соответствует 16 % стандартизированного коэффициента выбросов 475 г/ГДж

### Энергоэффективные печи

Эта категория установок новая. Коэффициент выбросов для ТЧ<sub>2,5</sub> составляет 370 (285-740) г/ГДж. Будет применяться такая же фракция ЧУ, как и для обычных котлов.

### Усовершенствованные/экологичные печи и котлы

Откорректированный коэффициент выбросов и диапазон для ТЧ<sub>2,5</sub> от усовершенствованных/экологичных печей и котлов составляет 93 (19-233) г/ГДж.

Эта категория включает печи с дымоходами<sup>18</sup>.

Будет применяться фракция ЧУ 28 % ТЧ<sub>2,5</sub>, которая является средним значением из перечисленных источников. Среднее значение фракции ОУ составляет 31 %.

Перечень ссылок на ЧУ для усовершенствованных/экологичных печей и котлов.

Ссылка	Страна	Установка	ТЧ [г/ГДж]	ЭУ или ЧУ	ОУ
Goncalves et al. 2010	Португалия	(Кафельная печь) с дымоходом	ТЧ <sub>10</sub> : 62-161	11,3-37,1 %	19,7-42,8 %
Fernandes et al. 2011	Португалия	(Кафельная печь) с дымоходом	ТЧ <sub>10</sub> : 101 (50-152)	11-37 %	
Schmidl et al. 2011	Австрия	6,5 кВт	ТЧ <sub>10</sub> : 54-78	24,2-38,7 %	26,8-38,8 %
Schmidl et al. 2011	Австрия	Усовершенствованная кафельная печь 6 кВт	ТЧ <sub>10</sub> : 58-66	29,8-37,6 %	22,2-35,6 %

### Печи и котлы на гранулированном топливе

Откорректированный коэффициент выбросов для ТЧ<sub>2,5</sub> от печей на гранулированном топливе составляет 29 (9-47) г/ГДж.

Будет применяться фракция ЧУ 15 % из Schmidl et al. (2011). Среднее значение фракции ОУ составляет 13 %.

Перечень ссылок на ЧУ для печей и котлов на гранулированном топливе.

Ссылка	Страна	Установка	ТЧ	ЭУ или ЧУ	ОУ
Schmidl et al. 2011	Австрия	Печь на гранулированном топливе с автоматической подачей, 6 кВт	ТЧ <sub>10</sub> : 2-7 г/ГДж	13,7-15,87 %	4,7-5,3 %, 22 % на стадии пуска
Schmidl et al. 2011	Австрия	Котел с автоматической подачей 40 кВт движущаяся колосниковая решётка	ТЧ <sub>10</sub> : 6-26 г/ГДж	0,2-45,2 %	2-38,2 %
Vølling et al. 2009	?	Печи и котлы на гранулированном топливе	ТЧ <sub>2,5</sub> : 10-50 г/ГДж	6 %	-
Verma et al., 2011	Бельгия	Пять различных котлов на гранулированном топливе (15-35 кВт)	1-11 г/ГДж <sup>19</sup>	0-38,8 %	-
Sippula et al., 2007	Финляндия	Котел на гранулированном топливе	ТЧ <sub>1</sub> : 58 г/ГДж	1,5 %	6,6 %

<sup>18</sup> Печь с дымоходом – это железная печь с облицовкой из шамота (Schmidl et al. 2011).

<sup>19</sup> Не разбавленный

### Обзор коэффициентов выбросов ЧУ при бытовом сжигании дров

В перечне ниже представлен обзор фракций ЧУ при бытовом сжигании дров и итоговые коэффициенты выбросов ЧУ в случае применения стандартизированного коэффициента выбросов для ТЧ<sub>2,5</sub>. Итоговые коэффициенты выбросов ЧУ сравниваются с диапазонами коэффициентов выбросов из Kupiainen & Klimont (2007).

Перечень таблиц КВ для бытовых установок в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	ТЧ <sub>2,5</sub>	Фракция ЧУ	ЧУ [г/ГДж]	Kupiainen & Klimont 2007
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	740 <sup>20</sup>	10%	74	0,83-105
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	820	7%	57	75-100
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	740	10%	74	75-105
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	470	16 %	75 <sup>21</sup>	75
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	370	16 %	59	56-79
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	93	28%	26	56-79
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	29	15%	4	0,83

Обзор фракций ЧУ и ОУ приведен ниже. В целом фракция ЧУ увеличивается при улучшении технологии сжигания. Однако фракция для печей и котлов на гранулированном топливе ниже, чем для усовершенствованных/экологичных печей и котлов. Фракция ОУ уменьшается при улучшении технологии сжигания.

Перечень фракций ЧУ и ОУ при бытовом сжигании дров.

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование новой технологии	ТЧ <sub>2,5</sub>	Фракция ЧУ	Фракция ОУ
Таблица 3-6	1	Биомасса	Бытовой	-	740	10%	-
Таблица 3-14	2	Дрова	Бытовой	Открытые камины	820	7%	43%
Таблица 3-17	2	Дрова	Бытовой	Обычные печи	740	10%	45%
Таблица 3-18	2	Дрова	Бытовой	Обычные котлы < 50 кВт	470	16 %	-
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Энергоэффективные печи	370 <sup>22</sup>	16 %	-
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экологичные печи и котлы	93	28%	31%
Таблица 3-26	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	29	15%	13%

### Сжигание твердого топлива

Ниже представлены пять таблиц КВ из настоящей версии Руководства для твердого топлива в бытовых установках. Одна из таблиц КВ относится к уровню 1, остальные четыре таблицы – это таблицы КВ уровня 2 для каминов, печей, небольших котлов и усовершенствованных печей.

<sup>20</sup> Еще не оценивается. Предполагается, что будет применяться коэффициент выбросов для обычных печей.

<sup>21</sup> Относится к Kupiainen & Klimont (2007)

<sup>22</sup> Еще не оценивается

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-3	1	Уголь	Бытовой	
Таблица 3-12	2	Твердое топливо	Бытовой	Камины
Таблица 3-15	2	Твердое топливо	Бытовой	Печи
Таблица 3-16	2	Твердое топливо	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-23	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи

Некоторые данные доступны для долей выбросов ЧУ от маломасштабного сжигания угля. Однако невозможно найти конкретные данные для всех технологий. Большинство данных доступно для печей, данные для усовершенствованных печей и небольших котлов (< 50 кВт) не доступны.

**В Engelbrecht et al. (2002)** приводятся профили источников для бытового сжигания угля в Южной Африке. В Engelbrecht et al. (2002) представлены данные для печей и жаровен (предполагается, что они сравнимы с каминами) для каменного угля и малодымящего топлива. Найденные данные представлены в таблице ниже.

	Печь	Камин	Печь	Печь
% ТЧ <sub>2,5</sub>	Каменный уголь	Каменный уголь	Малодымящий уголь	Малодымящий уголь
ЭУ	9,5167	9,839	18,9857	6,8002
ОУ	70,8	78,268	56,3225	73,6005

Очень похожие результаты получены для печей и каминов на каменном угле. Доли ТЧ<sub>2,5</sub> ЭУ для малодымящего угля немного отличаются, однако сопоставимы с данными для каменного угля.

**В Pinto et al. (1998)** приводятся доли ТЧ<sub>2,5</sub> ЭУ и ОУ от бытового сжигания лигнита в печах с ручной подачей. Был выполнен анализ для частиц, собранных во время стадии тления, а также во время активной стадии. Данные включены в таблицу ниже.

% ТЧ <sub>2,5</sub>	Бытовое сжигание угля, тление	Бытовое сжигание угля, активная стадия
ЭУ		6,2
ОУ		68

**В Watson et al. (2001)** представлены данные для соединения двух печей и двух каминов. Представленная доля ТЧ<sub>2,5</sub> ЭУ составляет 26,08 %, доля ОУ составляет 69,49 %. Четыре комплекта данных не включены в оригинальные ссылки, однако они включены в базу данных SPECIATE. Четыре отдельных комплекта данных представлены в таблице ниже.

% ТЧ <sub>2,5</sub>	ЭУ	ОУ
Печь на угле из шахты Trapper.	6,7953	65,4335
Печь на угле из шахты Trapper.	33,2055	45,4365
Камин и печь на угле из шахты Seneca.	21,2664	75,9568
Камин и печь на угле из шахты Seneca.	43,0381	91,1323



В **Bond et al. (2004)** приводятся доли ЭУ от 0,5 до 0,6 для бытового сжигания угля в печах, основанные на неопубликованных данных. Не было возможности найти любые более поздние публикации, где эти данные измерений были описаны более подробно.

В **Zhang et al. (2012)** приводятся доли ТЧ<sub>2,5</sub> ЭУ и ОУ на основе пяти измерений в Китае. Доля ЭУ составляет 6,4 % ± 2,3 %-балл. Доля ОУ составляет 48,7 % ± 19,1 %-балл.

В таблице ниже приводится сводка доступных данных об ЭУ.

Технология	Engelbrecht et al., 2002 % ТЧ <sub>2,5</sub>	Engelbrecht et al., 2002 % ТЧ <sub>2,5</sub>	Pinto et al., 1998 % ТЧ <sub>2,5</sub>	Watson et al., 2001 % ТЧ <sub>2,5</sub>	Bond et al., 2004	Zhang et al., 2012 % ТЧ <sub>2,5</sub>
Камины	9,839					
Печи	9,5167	18,9857; 6,8002	2; 6,2	26,08	50	6,4

Данные из Watson et al. (2001) и Bond et al. (2004) представляются резко выделяющимися значениями по сравнению с оставшимися комплектами данных. Одно из измерений в Watson et al. (2004) (6,8 %) было близко к другим источникам данных, однако оставшиеся три точки данных значительно отличаются. По-видимому, данные для малодымящего топлива в Engelbrecht et al. (2002), данные Pinto et al. (1998) и данные Zhang et al. (2012) являются лучшими комплектами данных для печей. Значение для малодымящего топлива (АFC) в Engelbrecht et al. (2002), составляющее 6,8 %, хорошо согласуется с процентным содержанием 6,4 в Zhang et al. (2012). В Pinto et al. (1998) приводится доля 6,2 % для стадии тления и только 2 % для активной стадии. Учитывая эти комплекты данных и отмечая, что другие доступные значения выше, рекомендуется использовать данные из Zhang et al., (2012) в качестве доли ЧУ для угольных печей. Для каминов доля в Engelbrecht et al. (2002) является единственным источником, и поэтому она включена. Информация об усовершенствованных угольных печах и небольших угольных котлах в литературе не найдена. Т.к. нет доступной информации, чтобы предположить, что состав частиц для этих технологий отличается от состава угольных печей, рекомендуется использовать Zhang et al. (2012) в качестве ссылки на КВ ЧУ.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	Доля ТЧ <sub>2,5</sub> ЧУ	Ссылка
Таблица 3-3	1	Уголь	Бытовой		6,4	Zhang et al., 2012
Таблица 3-12	2	Твердое топливо	Бытовой	Камины	9,839	Engelbrecht et al., 2002
Таблица 3-15	2	Твердое топливо	Бытовой	Печи	6,4	Zhang et al., 2012
Таблица 3-16	2	Твердое топливо	Бытовой	Котлы < 50 кВт	6,4	Zhang et al., 2012
Таблица 3-23	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи	6,4	Zhang et al., 2012

### Другое сжигание топлива

Настоящая версия руководства включает семь таблиц для бытового сжигания газообразного и жидкого топлива. В двух таблицах описывается уровень 1 для природного газа и жидкого топлива соответственно. Три таблицы уровня 2

для газообразного топлива описывают камин, печи и котлы, а две таблицы для жидкого топлива описывают печи и котлы. Технология для таблицы 3-13 изменена с каминов на бытовую плиту, т.к. использование газообразного топлива в каминных малозначительно.

Был проведен обзор литературы. Ниже приводится краткое описание наиболее важных ссылок;

**Hildemann et al, 1991:** Даются КВ для сжигания природного газа в бытовых устройствах на основе измерений выбросов от бытовых обогревателей помещения и водяных обогревателей на природном газе;

$$\text{ЭУ} = 6,7 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

$$\text{ОУ} = 84,9 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

**Muhlbaier, 1981:** Даются КВ для бытовых установок на газе на основе измерений для трех печей и одного водонагревателя;

$$\text{ЭУ} = 4 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

$$\text{ОУ} = 8 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

**Reff et al, 2009:** Чтобы провести инвентаризацию следовых элементов  $\text{ТЧ}_{2,5}$  в Соединенных Штатах, в Reff et al. составлено 84 категории источников на основе CSS из NEI и профилей из SPECIATE. Профиль SPECIATE № 92156 приводит Reff et al в качестве ссылки, и согласно примечаниям в SPECIATE КВ основаны на КВ из Hildemann et al. В Reff et al (доп. информация) уменьшен масштаб ОУ как суммы видов  $> 100 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$  в оригинальной ссылке, потому что в Hildemann et al. не были сделаны поправки на паразитные эффекты. Следующие КВ представлены в статье для бытового сжигания природного газа;

$$\text{ЭУ} = 6,7 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

$$\text{ОУ} = 84,9 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

**Bond et al, 2004:** вместе с общей инвентаризацией ЧУ представлены КВ для ЧУ и ОУ, применяемые для установок малого сжигания;

	Керосин бытовой	Сжиженный нефтяной газ*, бытовой	Природный газ, Все	Тяжелое нефтяное топливо, Все
По отношению к	$\text{ТЧ}_1$	$\text{ТЧ}_1$	$\text{ТЧ}_1$	$\text{ТЧ}_1$
ЧУ, %	13	13	6	8
ОУ, %	10	10	50	3

\*В Bond et al используются такие же КВ для керосина

Сводка коэффициентов выбросов ЭУ и ОУ из литературного обзора приведена в таблице ниже.

Ссылка	Hildemann et al., 1991	Muhlbaier, 1981	Battye and Boyer	Reff et al., 2009	Bond et al, 2004	Bond et al, 2004	SPECIATE 4.3
Источник	бытовой	бытовой	бытовой	Бытовой	Бытовой	Бытовой	Бытовой
Технология		Печи и водяные обогреватели					масляный котел
Топливо	природный газ	Природный газ	природный газ	природный газ	Сжиженный нефтяной газ	Керосин	дистиллятное масло
По отношению к	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>1</sub> ***	TЧ <sub>1</sub> ***	TЧ <sub>2,5</sub>
ЧУ, %	6,7	4	6,7	6,7	13	13	3,898
ОУ, %	84,9*	8		49,0**	10	10	1,765
Примечание			высокая оценка = 15				КВ не найдены в ссылке (Hays et al, 2008)

\*Также приводится в качестве ссылки в Chow et al., 2011

\*\*Уменьшенные значения из Hildemann et al

\*\*\* В Bond et al, 2004 упоминается, что TЧ<sub>1</sub> составляет 100 % ОКВЧ

Предполагается, что Hildemann et al, 1991, Reff et al. 2009 и Muhlbaier, 1981 являются наилучшими источниками для КВ ЧУ и ОУ для бытовых установок. По-видимому, в оставшихся ссылках используются коэффициенты из Hildemann et al. Среднее значение КВ из Hildemann et al и Muhlbaier **предлагается для бытового сжигания природного газа** (для ОУ среднее значение Muhlbaier и Reff et al предлагается как КВ<sub>ОУ</sub>, в Reff et al нормированное значение основано на Hildemann et al.).

Наиболее подходящей ссылкой для коэффициентов выбросов для сжигания сжиженного нефтяного газа и керосина в бытовых печах является Bond et al, 2004. Для сжигания жидкого топлива в бытовых котлах был найден только один коэффициент выбросов. КВ не был найден в оригинальной ссылке (Hays et al, 2008), но только в SPECIATE 4.3. Кроме того, данный КВ предлагается для применения в руководстве.

**В следующей таблице приводится сводка предложенных КВ для Руководства:**

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	ЧУ	ОУ	Ссылка
Таблица 3-4	1	Природный газ	Бытовой		5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-5	1	Другие типы жидкого топлива	Бытовой		3,898	1,765	SPECIATE 4.3
Таблица 3-13	2	Газообразное топливо	Бытовой	Камины	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-19	2	Природный газ	Бытовой	Печи	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-20	2	Природный газ	Бытовой	Котлы < 50 кВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Печи	13	10	Bond et al, 2004
Таблица 3-22	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт	3,898	1,765	SPECIATE 4.3

## Другие установки малого сжигания

Другие установки малого сжигания относятся к установкам, которые обычно используются в коммерческом/институциональном секторе, однако КВ обычно применимы к установкам менее 50 МВт. В главе приводятся КВ уровня 1 для основных топливных групп и КВ уровня 2 для различных технологий для угля, дров, природного газа и нефти. Перечень таблиц текущих КВ представлен в таблице ниже.

Перечень таблиц КВ для не бытового сжигания в главе Руководства по малому сжиганию.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-7	1	Уголь	Небытовой	
		Газообразное		
Таблица 3-8	1	топливо	Небытовой	
		Жидкие типы		
Таблица 3-9	1	топлива	Небытовой	
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой	
Таблица 3-27	2	Уголь	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-29	2	Уголь	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-30	2	Уголь	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-31	2	Дрова	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-32	2	Дрова	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-33	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-34	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-35	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-36	2	Газойль	Небытовой	Газовые турбины
		Газообразное		
Таблица 3-37	2	топливо	Небытовой	Газовые двигатели
Таблица 3-38	2	Газойль	Небытовой	Газовые двигатели

## Сжигание биомассы

Три таблицы коэффициентов выбросов подходят для сжигания биомассы в небытовых установках.

Коэффициент выбросов ТЧ<sub>2,5</sub> составляет 140 г/ГДж для небытового сжигания биомассы. Будет применяться фракция ЧУ для усовершенствованных/экологических котлов.

Коэффициент выбросов ТЧ<sub>2,5</sub> составляет 140 г/ГДж для небытового сжигания дров в ручных котлах. Для автоматических котлов коэффициент выбросов составляет 33 г/ГДж. Будет применяться фракция ЧУ для усовершенствованных/экологических бытовых печей и котлов. Будет применяться фракция ЧУ для бытовых котлов на гранулированном топливе.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	ТЧ <sub>2,5</sub> [г/ГДж ]	Фракци я ЧУ	ЧУ [г/ГД ж]	Kupiainen & Klimont (2007)
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой		140	28 %	39	-
Таблица 3-31	2	Дрова	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт	140	28 %	39	35
Таблица 3-32	2	Дрова	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт	33	15 %	5	-

### Сжигание твердого топлива

Существует пять таблиц КВ в настоящей версии Руководства для твердого топлива в маломасштабных небытовых установках. Одна из таблиц КВ относится к уровню 1, остальные четыре таблицы – это таблицы КВ уровня 2 для котлов.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология
Таблица 3-7	1	Уголь	Небытовой	
Таблица 3-27	2	Уголь	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-29	2	Уголь	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-30	2	Уголь	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт

Из настоящего Руководства неясно, какова разница между таблицей КВ 3-27 и таблицей 3-29 или 3-30. Возможно, таблица 3-27 такая же, как 3-29 или 3-30.

В литературе не было найдено подробных измерений ЭУ (или ЧУ) на данном уровне детализации в отношении технологии сжигания. Поэтому та же самая доля ЧУ используется для небольших котлов (< 1 МВт) как и для бытовых котлов, в то время как предполагается, что котлы среднего размера имеют такую же долю, как большие котлы (см. главу 1A1).

### Другое сжигание топлива

Настоящая версия руководства включает восемь таблиц для небытового сжигания газообразного и жидкого топлива. В двух таблицах описывается уровень 1 для газообразного и жидкого топлива соответственно. В таблицах уровня 2 описывается сжигание природного газа в котлах 50 кВт-1 МВт и 1 МВт-50 МВт, сжигание природного газа и жидкого топлива в турбинах и двигателях.

Был проведен обзор литературы. Ниже приводится краткое описание наиболее важных ссылок;

**Mugica et al, 2008:** Включает коэффициенты выбросов для небольших паровых котлов на сжиженном нефтяном газе (объем 1 м<sup>3</sup>);

$$\text{ЭУ} = 5,353 \% \text{ ГЧ}_{2,5} (\pm 0,35)$$

$$\text{ОУ} = 71,32 \% \text{ ГЧ}_{2,5} (\pm 5,04)$$

**England et al, 2007:** Представлены данные из восьми установок на газе, включая двухтопливный институциональный котел и дизельный генератор. Профиль, представленный England et al для котлов на газе, включает КВ для ЧУ и ОУ;

$$\text{ЧУ} = 13 \%$$

$$\text{ОУ} = 61 \%$$

**Bond et al, 2004:** вместе с общей инвентаризацией ЧУ представлены КВ для ЧУ и ОУ, применяемые для установок малого сжигания;

	Керосин, бытовой	Сжиженный нефтяной газ*, бытовой	Природный газ, Все	Тяжелое нефтяное топливо, Все
По отношению к	ТЧ <sub>1</sub>	ТЧ <sub>1</sub>	ТЧ <sub>1</sub>	ТЧ <sub>1</sub>
ЧУ, %	13	13	6	8
ОУ, %	10	10	50	3

\*В Bond et al используются такие же КВ для керосина

**Mazzera et al, 2001:** Измерения со станции McMurdo, Антарктика, например, для дизельных обогревательных приборов для обогрева помещения используются для представленных КВ для ЭУ и ОУ;

	Дизель, не бытовой	Дизель, не бытовой Перерасчет*
По отношению к	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>
ЧУ, %	4,4916; 7,3929	5,85; 9,63
ОУ, %	54,3207; 72,0403	70,78; 93,87

\*перерасчет в соответствии с текущим распределением частиц по размеру для ТЧ в руководстве (ОКВЧ = 27,5 г/ГДж, ТЧ<sub>10</sub> = 21,5 г/ГДж, ТЧ<sub>2,5</sub> = 16,5 г/ГДж)

**Battye et al, 2002:** Неясно, на основе каких источников рассчитаны КВ, однако они включены, т.к. относятся к сжиганию в коммерческих установках;

	Нефть, коммерческий сектор	Природный газ коммерческий сектор
По отношению к	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>
ЧУ, %	7,4	6,7

**Cooper et al, 1987:** Представлено несколько профилей видов ТЧ для сжигания. Предполагается, что профиль для масляного котла, Cubatao, T<15 применим для небольших небытовых установок;

$$\text{ЧУ} = 8,69 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

$$\text{ОУ} = 8,96 \% \text{ ТЧ}_{2,5}$$

Сводка коэффициентов выбросов ЭУ и ОУ из литературного обзора приведена в таблицах ниже.

## Газообразное топливо

Ссылка	Battye and Boyer	Bond et al, 2004	England et al, 2007
Источник	коммерческий	Все	Все
Технология			Котел
Топливо	природный газ	природный газ	Газообразное топливо
По отношению к	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>1</sub> *	TЧ <sub>10</sub>
ЧУ, %	6,7	6	13
ОУ, %		50	61
Примечание	высокая оценка = 15		

\* В Bond et al, 2004 упоминается, что TЧ<sub>1</sub> составляет 100 % ОКВЧ

## Жидкие типы топлива

Ссылка	SPECIATE 4.3	Battye and Boyer	Mugica et al, 2008	Cooper et al, 1987	Bond et al, 2004	Mazzera et al, 2001	Mazzera et al, 2001
Источник	Коммерческий/институциональный	Коммерческий			Все	Небытовой	Небытовой
Технология	котлы		котел	котел		(Воздушное отопление)	Котел для парового отопления
Топливо	остаточный нефтепродукт	нефть	Сжиженный нефтяной газ	Нефть	Тяжелое нефтяное топливо (мазут)	Дизель	Дизель
По отношению к	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>1</sub> *	TЧ <sub>2,5</sub> **	TЧ <sub>2,5</sub> **
ЧУ, %	2,42	7,4	5,353	8,69	8	5,85**	9,63**
ОУ, %	7,8		71,32	8,96	3	70,78**	93,87**
Примечание	Среднее из 8 образцов из школ, больниц, квартир и промышленных котлов. КВ не найдены в ссылке (Watson, 1979)	высокая оценка = 13	Небольшие промышленные котлы	включено в SPECIATE (13504*)	Из SPECIATE 3.1		

\* В Bond et al, 2004 упоминается, что TЧ<sub>1</sub> составляет 100 % ОКВЧ

\*\* Доли заново рассчитаны в соответствии с текущим распределением частиц по размеру в руководстве

Руководство включает только коэффициенты выбросов уровня 1 для сжигания жидкого топлива в небольших установках. Ни один из семи коэффициентов выбросов ЧУ не выделяется, как и наиболее подходящий среди других. Поэтому предлагается применять в Руководстве среднее от семи значений КВ. Коэффициенты выбросов ОУ демонстрируют больше отличий, чем коэффициенты выбросов ЧУ, и дальнейшее исследование может быть полезным для выяснения наиболее подходящего коэффициента выбросов. Здесь дается среднее от шести КВ с соответствующим КВ ЧУ.

**Следующие КВ были включены для сжигания жидкого и газообразного топлива в небольших установках. Для сжигания в небытовых турбинах и двигателях применялись КВ, предложенные для турбин и двигателей в секторе 1A1:**

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	ЧУ	ОУ	Ссылка
Таблица 3-8	1	Газообразное топливо	Небытовой		5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-9	1	Жидкие типы топлива	Небытовой		6	36	См. текст
Таблица 3-33	2	Природный газ	Небытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-34	2	Природный газ	Небытовой	Котлы от 1 МВт до 50 МВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-35	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины	2,5		*
Таблица 3-36	2	Газойль	Небытовой	Газовые турбины	2,5		*
Таблица 3-37	2	Газообразное топливо	Небытовой	Газовые двигатели	2,5		*
Таблица 3-38	2	Газойль	Небытовой	Газовые двигатели	2,5		*

\* Среднее значение КВ из England et al. (2004), Wien et al. (2004) и АООС США (2011). Подробное описание см. в "Документе для обсуждения – Методологии ЧУ для энергетических отраслей промышленности (1A1)".

## Список цитированной литературы

Battye, W., Boyer, K. & Pace, T.G., 2002: Methods for improving global inventories of black carbon and organic carbon particulates. *Change* 2002

Bond, T.C., Streets, D.G., Yarber, K.F., Nelson, S.M., Woo, J-H & Klimont, Z., 2004: A Technology-based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion. *Journal of Geophysical Research* 109, D14203, doi:10.1029/2003JD003697

Chow, J.C., Watson, J.G., Kuhns, H.D., Etyemezian, V., Lowenthal, D.H., Crow, D.J., Kohl, S.D., Engelbrecht, J.P. & Green, M.C., 2004: Source profiles for industrial, mobile, and area sources in the Big Bend Regional Aerosol Visibility and Observational (BRAVO) Study. *Chemosphere* 54 (2), 185-208.

Cooper, J.A., Redline, D.C., Sherman, J.R., Valdovinos, L.M., Pollard, W.L., Scavone, L.C. & Badgett-West, C., 1987: PM10 Source Composition Library for the South Coast Air Basin, Volume II. Prepared for the South Coast Air Quality Management District, El Monte, CA.

Engelbrecht, J.P., Swanepoel, L., Chow, J.C., Watson, J.G. & Egami, R.T., 2002: The comparison of source contributions from residential coal and low-smoke fuels, using CMB modeling, in South Africa. *Environmental Science and Policy* 5 (2), 157–167.

England, G.C., Watson, J.G., Chow, J.C., Zielinska, B., Chang, M.-C.O., Loos, K.R. & Hidy, G.M., 2007: Dilution-based emissions sampling from stationary sources: Part 2. Gas-fired combustors compared with other fuel-fired systems. *Journal of the Air & Waste Management Association* 57 (1), 79-93.



- Hildemann, L.M., Markowski, G.R. & Cass, G.R., 1991: Chemical Composition of Emissions from Urban Sources of Fine Organic Aerosol. *Environmental Science & Technology* 25(4), 744-759.
- Mazzera, D.M., Lowenthal, D.H., Chow, J.C. & Watson J.G., 2001: Sources of PM<sub>10</sub> and sulfate aerosol at McMurdo Station, Antarctica. *Chemosphere* 45 (2001) 347-356.
- Mugica, V., Mugica, F., Torres, M. & Figueroa J., 2008: PM<sub>2.5</sub> Emission Elemental Composition from Diverse Combustion Sources in the Metropolitan Area of Mexico City. *The Scientific World Journal* (2008) 8, 275–286.
- Muhlbaier, J.L., 1981: Participate and gaseous emissions from natural gas furnaces and water heaters. *Journal of the air pollution control association*, 31:12, pp. 1268-1273
- Pinto, J.P., Stevens, R.K., Willis, R.D., Kellogg, R., Mamane, Y., Novak, J., Šantroch, J., Beneš, I., Leniček, J. & Bureš, V., 1998: Czech Air Quality Monitoring and Receptor Modeling Study. *Environmental Science & Technology* 32(7), 843-854.
- Reff, A., Bhave, P.V., Simon, H., Pace, T.G., Pouliot, G.A., Mobley, J.D. & Houyoux, M., 2009: Emissions inventory of PM<sub>2.5</sub> trace elements across the United States. *Environ. Sci. Technol.*, 43, pp. 5790-5796
- US EPA, 2011: SPECIATE Version 4.3
- Watson, J.G., Chow, J.C. & Houck, J.E., 2001: PM<sub>2.5</sub> Chemical Source Profiles for Vehicle Exhaust, Vegetative Burning, Geological Material, and Coal Burning in Northwestern Colorado during 1995. *Chemosphere* 43, 1141-1151.
- Zhang, H., Wang, S., Hao, J., Wan, L., Jiang, J., Zhang, M., Mestl, H.E.S., Alnes, L.W.H., Aunan, K. & Mellouki, A.W., 2012: Chemical and size characterization of particles emitted from the burning of coal and wood in rural households in Guizhou, China. *Atmospheric Environment* 51 (2012) 94-99
- 
- Alves, C., Goncalves, C., Fernandes, A.P., Tarelho, L. & Pio, C. (2011): Fireplace and woodstove fine particle emissions from combustion of western Mediterranean wood types. *Atmospheric Research* Volume: 101 (2011), pages: 692-700.
- Bølling, A.K., Pagels, J., Yttri, K.E., Barregard, L., Sallsten, G., Schwarze, P.E. & Boman, C. (2009). Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. *Particle and Fibre Toxicology* 2009, 6:29.
- England, G.C., Wien, S., McGrath, T. & Hernandez, D., 2004: *Development of Fine Particulate Emission Factors and Speciation Profiles for Oil and Gas Fired Combustion Systems. Topical Report: Test Results for a Combined Cycle Power Plant with Oxidation Catalyst and SCR at Site Echo*; Prepared for the U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory: Pittsburgh, PA; the Gas Research Institute: Des Plains, IL; and the American Petroleum Institute: Washington, DC, 2004.

Fernandes, A.P., Alves, C.A., Goncalves, C., Tarelho, L., Pio, C., Schmidl, C. & Bauer, H. (2011): Emission factors from residential combustion appliances burning Portuguese biomass fuels. *Journal of Environmental Monitoring*, 2011, 13, 3196.

Fine, P.M., Cass, G.R. & Simoneit, B.R.T. (2002): Chemical Characterization of Fine Particle Emissions from the Fireplace Combustion of Woods Grown in the Southern United States. *Environmental Science & Technology*, vol. 36, No. 7, 2002.

Goncalves, C., Alves, C., Evtugina, M., Mirante, F., Pio, C., Caseiro, A., Schmidl, C., Bauer, H. & Carvalho, F. (2010): Characterisation of PM<sub>10</sub> emissions from woodstove combustion of common woods grown in Portugal. *Atmospheric Environment* 44 (2010) 4474-4480.

Goncalves, C., Alves, C., Fernandes, A.P., Montero, C. Tarelho, L., Evtugina, M., Pio, C. (2011): Organic compounds in PM<sub>2.5</sub> emitted from fireplace and woodstove combustion of typical Portuguese wood species. *Atmospheric Environment* 45 (2011), pages 4533-4545.

Johansson, L.S., Leckner, B., Gustavsson, L., Cooper, D., Tullin, C. & Potter, A. (2004): Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmospheric Environment* 38 (2004) 4183-4195.

Kupiainen K. & Klimont Z. (2002): Primary Emissions of Submicron and Carbonaceous Particles in Europe and the Potential for their Control. IIASA Interim Report IR-04-079.

Kupiainen, K. & Klimont, Z. (2007): Primary emissions of fine carbonaceous particles in Europe. *Atmospheric Environment* 41 (2007), 2156-2170.

Schmidl, C., Luissler, M., Padouvas, E., Lasselberger, L., Rzaca, M., Cruz, C.R.-S., Handler, M., Peng, G., Bauer, H. & Puxbaum, H. (2011): Particulate and gaseous emissions from manually and automatically fired small scale combustion systems. *Atmospheric Environment* 45 (2011) 7443-7454.

Sippula, O., Kytönen, K., Tissari, J., Raunemaa, T. & Jokiniemi, J. (2007): Effect of Wood Fuel on the Emissions from a Top-Feed Pellet Stove. *Energy and Fuels*, 2007, 21, 1151-1160.

Struschka, M., Kilgus, D., Springmann, M. & Baumbach, G., 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, 44/08, Umwelt Bundes Amt, Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD)

US EPA, 2011: SPECIATE Version 4.3

Verma, V.K., Bram, S., Vandendael, I., Laha, P., Hubin, A. & Ruyck, J.D. (2011): Residential pellet boilers in Belgium: Standard laboratory and real life performance with respect to European standard and quality labels. *Applied Energy* 88 (2011) 2628-2634.

Wien, S., England, G. & Chang, M., 2004: *Development of Fine Particulate Emission Factors and Speciation Profiles for Oil and Gas Fired Combustion Systems. Topical Report: Test Results for a Combined Cycle Power Plant with Supplementary Firing, Oxidation Catalyst and SCR at Site Bravo*; Prepared for the U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory: Pittsburgh, PA; the Gas Research Institute: Des Plaines, IL; and the American Petroleum Institute: Washington, DC, 2004.