



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	Коммерческие/институциональные установки Коммерческий/институциональный сектор: Установки для сжигания < 50 МВт Стационарные газовые турбины Стационарные двигатели Другое стационарное оборудование  Бытовые установки Коммунально-бытовой сектор: Установки для сжигания < 50 МВт Стационарные газовые турбины Стационарные двигатели Коммунально-бытовой сектор – Другое стационарное оборудование (Печи, камины, кухонное оборудование)  Установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыболовном хозяйстве Установка для сжигания < 50 мВт Стационарные газовые турбины Стационарные двигатели
МСОК	Версия	Руководство 2019

### Основные авторы

Йерун Куэнен и Карло Троцци

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

Оле-Кеннет Нильсен, Марлен С. Плейдруп, Крис Дор, Мален Нильсен, Кристина Кубика, Бостьян Парадиз, Панагьота Дилара, Збигнев Климонт, Сергей Какарека, Б. Дебск, Майк Вудфилд, Роберт Стюарт, Роберт Уатинг, Антоон Висхедейк и Йерун Куэнен

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие сведения .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Описание источников.....</b>	<b>5</b>
2.1	Описание процесса .....	5
2.2	Методики .....	6
2.3	Выбросы.....	28
2.4	Средства регулирования .....	34
<b>3</b>	<b>Методы.....</b>	<b>36</b>
3.1	Выбор метода.....	36
3.2	Подход по умолчанию Уровня 1 .....	38
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях, для всех видов топлива, за исключением биомассы .....	47
3.4	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях, для твердого биотоплива.....	78
3.5	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	103
<b>4</b>	<b>Качество данных .....</b>	<b>108</b>
4.1	Полнота .....	108
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами.....	109
4.3	Проверка достоверности.....	109
4.4	Разработка согласованного временного ряда и повторный расчет.....	115
4.5	Оценка неопределенности .....	115
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК .....	116
4.7	Картирование .....	116
4.8	Отчетность и документация .....	116
<b>5</b>	<b>Глоссарий .....</b>	<b>116</b>
<b>6</b>	<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>117</b>
<b>7</b>	<b>Наведение справок .....</b>	<b>125</b>
	<b>Приложение А Коэффициенты выбросов по технологиям.....</b>	<b>126</b>
	<b>Приложение В Расчет коэффициентов выбросов из концентраций</b>	<b>171</b>
	<b>Приложение С Коэффициенты выбросов, связанные с предельными величинами выбросов в выбранных странах .....</b>	<b>177</b>
	<b>Приложение D Обновление 2013 года методологий для Малого сжигания (1A4) .....</b>	<b>183</b>

**Приложение Е Материалы для обсуждения - Методология определения ЧУ для малого сжигания (1A4) ..... 184**

Бытовые установки.....	184
Сжигание биомассы .....	185
Бытовое сжигание древесины (уровень 1).....	186
Сжигание твердого топлива .....	189
Другие установки малого сжигания.....	193
Список использованной литературы .....	198

# 1 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.i, 1.A.4.c.i и 1.A.5.a. . Разделы включают в себя работу установок, предназначенных для сжигания, в нижеследующих секторах, 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 камерах сгорания и установках меньше по габаритам, 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**

Вид деятельности	Выбросы из источника													
	ТЧ (ОКВЧ)	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>25</sub>	Черный углерод (ЧУ)	Окислы серы	Окислы азота	Оксиды углерода	Хлористый водород	ЛОС	Металлы (за исключением ртути)	Ртуть, Кадмий	Полициклические ароматические углеводороды	Диоксины, ПХБ, ГХБ	Аммиак
Коммерческие/институциональные установки	X	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	X
Сельское хозяйство / лесное	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

## 2 Описание источников

### 2.1 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. Второстепенные виды деятельности затрагивают использование бытовых приборов в жилых и коммерческих секторах для приготовления пищи. В сельскохозяйственной отрасли промышленности тепло, вырабатываемое установками, также используется для сушки зерновых культур и обогрева теплиц.

В некоторых случаях указанные методики сжигания и виды топлива могут быть специфичными для категории деятельности НО; однако, большая часть методов относится не только к классификации НО. Области применения можно условно подразделить с учетом общего объема 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).

Разделение на классы в таблицах коэффициентов выбросов для установок вне жилищного хозяйства включает классы размеров для технологий, которые потенциально имеют устройства с мощностью >50кВт, но менее 1 МВт, больше 1 МВт, и меньше, чем 50 МВт. 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

## 2.2 Методики

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

#### Общая информация

Устройства малого сжигания используются для обеспечения тепловой энергией для обогрева и приготовления пищи. В установках малого сжигания используется широкий выбор видов топлива и применяется несколько технологий сжигания. В коммунальном хозяйстве 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 из-за различных свойств топлива и технических особенностей. 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 300 мм. Более подробное описание методик можно найти у Kubica и других, (2004). Может быть

полезным рассмотреть бытовое оборудование для сжигания с точки зрения бытовых приборов (произведенных изделий) и более базового оборудования, такого как «традиционные» камины с твердым топливом.

- Базовое оборудование – традиционные камины с твердым топливом, чименеи (отдельностоящие, переносные тандыры /кувшинообразные мангалы), мангалы для барбекю. Данное оборудование отличается тем, что является открытым и не имеет совсем или очень ограниченный контроль воздуха. Более того, ввиду сравнительно низких темпов замещения (строений и оборудования), открытые камины с твердым топливом могут составлять значительную долю в жилом отопительном фонде. Хотя могут существовать устройства на нефти или газе, к которым возможно применение определения «базовое оборудование», считается более уместным рассматривать их как приборы.
- Приборы – обеспечивают ряд функций, включая обогреватели (печи, встраиваемые приборы, и печи с медленным тепловыделением), плиты, котлы центрального отопления, водонагреватели, с широким спектром характеристик производительности и выбросов в зависимости от топлива, возраста, технологии и способа использования. С одной стороны, более старые печи и открытые встраиваемые приборы могут иметь очень ограниченный контроль и позволяют лишь незначительные улучшения эффективности и характеристик выбросов по сравнению с базовым оборудованием. Однако современные дровяные печи и автоматические устройства обеспечивают лучшее управление процессом сжигания с улучшением выбросов и эффективности. Подобным образом, современные газовые и нефтяные приборы предлагают улучшенное управление сжиганием и соответствующее улучшение выбросов.

В Европе существует целый ряд регулирующих документов, которые обеспечивают нормативную базу для газового оборудования, строительных изделий (твердо - и жидкотопливных приборов), эффективности котлов (газовых и жидкотопливных приборов), а также для эко дизайна продуктов, связанных с энергетикой. Данные документы привели к разработке целого ряда Стандартов для твердотопливных, газовых, и, в определённой степени, жидкотопливных приборов малого сжигания.

Следующие согласованные Стандарты EN охватывают твердотопливные отопительные приборы:

Стандарт EN	Описание Стандарта	Область применения
EN 13229	Встраиваемые приборы, включая приборы с открытым огнем на твердом топливе – требования и методы тестирования	Открытые отдельностоящие обогреватели (печи) с ручной подачей топлива, и открытые и закрытые встраиваемые обогреватели, которые предназначены для установки внутри топочной ниши каминов или интегрированы в здание. Также включает обогреватели с котлами.
EN 13240	Твердотопливные обогреватели – требования и методы тестирования	Закрытые отдельностоящие обогреватели (печи) с ручной подачей топлива. Также включает обогреватели с котлами.
EN 14785	Бытовые отопительные приборы на древесных топливных гранулах – требования и методы тестирования	Закрытые отдельностоящие обогреватели (печи) с механической подачей топлива или закрытые встраиваемые

Стандарт EN	Описание Стандарта	Область применения
		обогреватели. Также включает обогреватели с котлами.
EN 15250	Приборы с медленным тепловыделением на твердом топливе – требования и методы тестирования	Закрытые отдельностоящие обогреватели (печи) с ручной подачей топлива с теплоаккумулирующей способностью.
EN 15821	Печи для сауны на натуральных древесных поленьях – требования и методы тестирования	Печи для сауны с ручной подачей топлива
EN 12815	Бытовые плиты на твердом топливе – требования и методы тестирования	Плиты с ручной подачей топлива (также обеспечивают обогрев помещения и включая плиты с котлами)
EN 12809	Бытовые независимые котлы на твердом топливе - Номинальная тепловая мощность до 50 кВт - требования и методы тестирования	Котлы на твердом топливе с ручной и механической подачей топлива (также обеспечивают обогрев помещения)
EN303-5	Отопительные котлы - Часть 5: отопительные котлы на твердом топливе, с ручной и автоматической подачей топлива, номинальная тепловая мощность до 500 кВт – Терминология, требования, тестирование и маркировка	Котлы на твердом топливе с ручной и механической подачей топлива

### Базовое оборудование

Открытые камины на твердом топливе являются самыми простыми камерами сгорания и часто используются как дополнительные нагревательные приборы, главным образом, по эстетическим соображениям в жилых помещениях. Во многих старых зданиях имеются, открытые камины на твердом топливе, и открытые камины также часто используются в районах с недостатком топлива или энергии.

Данный вид камина имеет очень простую конструкцию – простая 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 характеризуются большим нерегулируемым избытком воздуха для горения, который влияет на их эффективность и выбросы. В открытых каменных каминных 80-90% тепла, выделяемого при сгорании, теряется через трубу (Artjushenko, 1985). В случае слабого горения, когда наружный воздух холодный, или огонь тлеет (таким образом, втягивая наружный воздух в помещения без производства достаточной излучаемой тепловой энергии) могут происходить общие потери тепла в помещении с камином. Некоторые камины оборудованы водяными теплообменниками (Crowther, 1997). Они могут давать тепловой выход до 12КВт тепла, таким образом обеспечивать центральное отопление от недорогого оборудования гостиной.

Открытые камины являются обычно каменными каминами и обладают очень низкой эффективностью, тогда как имеют значительные выбросы общего количества взвешенных

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

Топливом для твердотопливных открытых каминов являются дерево (поленья), уголь, антрацит и промышленно-произведенные твердые топлива. Камин для деревянных поленьев может иметь огнеупорную решетку для удержания топлива, но обычно топливо сжигается прямо в очаге. Устройства с минеральным топливом обычно имеют решетку для поддержания огня над емкостью для золы, что позволяет подавать воздух к нижней части области горения.

Чименеи и мангалы для барбекю - это уличные/наружные приспособления на древесине или угольном твердом топливе. По принципу действия они мало отличаются от открытого огня. Другие виды твердотопливного наружного оборудования - это дровяные печи для пиццы и другие печи, которые также имеют очень ограниченное управление.

Коэффициенты выбросов, связанные с описанным оборудованием, можно найти в Таблице 3.12 для твердого топлива, не включая биотопливо, и в Таблице 3.39 для дровяного топлива в открытых каминах.

## **Приборы**

### ***Каминные приборы (встраиваемые и отдельностоящие)***

Камины на твердом топливе - это топки с неподвижным слоем с ручной подачей топлива. Они отличаются от открытых каминов, описанных выше (в разделе «Базовое оборудование») тем, что они - отдельные устройства, в то время как открытые камины являются чаще всего частью строительной конструкции. Встраиваемые камины, оборудованные вытяжной трубой, относятся к устройствам, регулируемым Стандартом EN 13229. Пользователь периодически подбрасывает твердое топливо в огонь вручную. Их можно разделить на нижеследующие виды.

### ***Частично-закрытые камины***

Оснащены вентиляционными решетками и стеклянными дверцами для уменьшения всасывания воздуха для горения. Распределение воздуха для горения не организовано особым образом и не регулируется. По этой причине условия горения улучшаются не значительно по сравнению с открытыми каминами, описанными выше (в разделе «Базовое оборудование»). Некоторые каменные камины проектируются или модернизируются таким образом, чтобы увеличить их общую эффективность.

Коэффициенты выбросов, относящиеся к технологиям, описанным в данном подразделе, приводятся в Таблице 3.12 для твердого топлива за исключением биомассы и Таблице 3.39 для дровяных каминов.

### ***Закрытые камины***

Эти камины оборудуются передними дверцами и имеют систему контроля потока воздуха, которая включает распределение воздуха для горения на первичный поток (решетка) и вторичный поток (панели), а также систему для отвода отходящих газов. В закрытых каминах температура горения может достигать 400°C или больше, а время удерживания газов в зоне горения больше по сравнению с открытыми каминами. Они изготавливаются заводским способом и устанавливаются в виде автономных установок или каминных вставок в существующие каменные камины. Благодаря конструкции и принципу горения закрытые

камины похожи на печи, и их эффективность обычно превышает 50%, но может и превышать 80% в зависимости от устройства.

Ввиду того, что механизм горения закрытых каминов эффективнее, чем у открытых или частично-закрытых каминов, их выбросы более похожи на выбросы печек. По этой причине более целесообразно использовать коэффициенты выбросов из Таблицы 3.14 для твердого топлива, отличного от древесины, и Таблицы 3.40 для древесных топлив в закрытых каминах.

В закрытых твердотопливных каминах в основном используются поленья, древесные бруски, брикеты из биомассы, древесный уголь, уголь и угольные брикеты. Имеются многотопливные приборы, которые могут сжигать несколько 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 соотношения топлива /воздуха, и горелок без предварительного смешивания топлива, выбросы NO<sub>x</sub> ниже, но выбросы CO, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) могут быть выше по сравнению с работающими на газе котлами. Коэффициенты выбросов, охватывающие данную технологию, приводятся в Таблице 3.13 для каминов, работающих на газе.

#### ***Печи***

Печи являются закрытыми приборами, в которых топливо, подаваемое вручную, сжигается для получения полезного тепла, которое 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. По характеристикам топлива, они могут быть разделены на следующие подгруппы:

- твердотопливные;
- жидкотопливные;
- на газообразном топливе.

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 жидкотопливные печи и печи на газообразном топливе имеют тенденцию использоваться, главным образом, только для обогрева помещений.

#### ***Твердотопливные печи***

Твердотопливные печи 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 (поток воздуха под огнем, процесс горения с направленным вниз горением) и нижней тягой (воздушный поток поверх огня, с направленным вверх горением).

Печи с нисходящим горением (которые составляют большинство более ранних печей) имеют более высокие выбросы по сравнению с печами с восходящим горением. Это происходит из-за того, что обезвоженные топливные продукты сгорают полностью в меньшей степени при низких температурах, имеющихся в области горения (между 400-600°C). С другой стороны, в

технологии восходящего горения для сжигания твердого топлива, горючие газы проходят через горящий топливный слой при температуре более 600°C, и, следовательно, окисляются в более полной мере. Варианты нижней/ верхней тяги включают процессы «S-тяги» и «встречная тяга («Cross-draught»)). Данные варианты обеспечивают более долгое пребывание газов в зоне горения, поэтому также обычно имеют более низкие выбросы загрязняющих веществ, чем печи с нисходящим горением. 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 древесные гранулы и брикеты. Используется уголь различной крупности, обычно 20-40 мм, и более 40 мм, или их смесь. Изредка также используется торф.

Твердотопливные печи делятся на две основных подгруппы на основе способа теплопередачи: излучающие печи и конвекционные печи, которые работают путем накопления тепла или аккумуляции тепла. Излучающие 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. Конвекционные печи могут включать каменные печи, которые обычно монтируются на площадке с использованием кирпича, камня или керамических материалов. По Стандартам EN печи регулируются Стандартом EN 13240 для обычного обогрева помещений, который обычно происходит излучающими печами, и Стандартом EN 15250 для приборов с медленным тепловыделением, к которым обычно относятся конвекционные устройства. Более того Стандарт EN 14785 применяется для печей бытового обогрева помещений на древесных гранулах.

#### ***Традиционные, излучающие печи***

Излучающие печи можно разделить на угольные и дровяные. В печах на угле обычно используется технология нисходящего горения. В дровяных печах используются методы как нисходящего, так и восходящего горения. Данные устройства обычно 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, CO, 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. Печи, оснащенные зонами нагревательных плит, используются также для приготовления пищи – кухонные плиты. Некоторые из них также можно использовать для получения горячей воды.

Коэффициенты выбросов для данного типа технологий представлены в Таблице 3.14 для угольных печей и Таблице 3.40 для дровяных типов.

#### ***Каменные печи (аккумуляция тепла - метод конвекции)***

Конструкция каменных печей варьируется в зависимости от страны и региона, но будет состоять из кирпича, камня или комбинации обоих, вместе с огнеупорным материалом, например керамики (например, вулканические породы в Финских печах). Иногда данные устройства могут поставляться как сборные блоки. Благодаря большой теплоемкости каменных материалов они могут поддерживать тепло в комнате несколько часов (8-12) или дней (1-2) после того, как огонь уже погас. Поэтому они называются аккумулялирующими или сохраняющими тепло печами. Их камеры горения могут быть оборудованы горизонтальными полосками или наклонными, перпендикулярными перегородками из стали или огнеупорного материала, для повышения качества сгорания и эффективности. Их эффективность горения

варьируется от 60% до 80 %, а автономность составляет от 8 до 12 часов (СИТЕРА, 2003). Эти печи можно далее разделить на две подкатегории:

- Печи для обогрева помещений, некоторые более современные устройства используют системы встречного потока для переноса тепла и /или принцип горения с нижней тягой.
- Аккумулирующие тепло кухонные плиты могут быть еще подразделены на обычные бытовые плиты и плиты с бойлером. Первые оборудованы камерой горения с горячей зоной для приготовления еды и обогрева комнаты; последние одновременно используются как кухонные печи, для обогрева комнаты и подготовки горячей санитарно-гигиенической воды (например, Русские печи)

Коэффициенты выбросов для данного типа технологий представлены в Таблице 3.14 для угольных вариантов и Таблица 3.40 для дровяных типов.

Традиционные излучающие печи характеризуются высокими выбросами. Дальнейшее развитие их технологии привело к более совершенным технологиям, которые обладают большей эффективностью и более низкими выбросами загрязняющих веществ. Технологии, описанные ниже, представляют собой более передовые технологии, выходящие за рамки обычных излучающих печей, которые могут быть в обращении.

***Высокоэффективные традиционные печи (включая печи с каталитическими топочными камерами)***

К данным устройствам относятся традиционные печи 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.

Как подкатегория высокоэффективных печей, возможно оборудовать печи каталитическим конвертером для снижения количества выбросов, вызванных неполным сгоранием. Это в особенности касается печей, работающих на древесном топливе. Каталитический конвертер (ячеистый или сотовый керамический субстратный монолит, покрытый очень тонким слоем платины, родия или их комбинации) обычно помещается внутри канала дымовых газов за пределами основной топочной камеры. Эффективность катализатора по снижению выбросов зависит от материала катализатора, его конструкции - активной поверхности и условий потока дымовых газов внутри конвертера. Благодаря более полному окислению топлива энергоэффективность также возрастает. Однако катализатор нуждается в регулярной очистке для поддержания работоспособности. Каталитические топочные камеры не присущи для печек, растапливаемых углем.

Коэффициенты выбросов для данного виду устройств приводятся в Таблице 3.41, которая охватывает сжигание древесного топлива в высокоэффективных печах.

***Усовершенствованные печи для сжигания (включая экомаркировку для древесных печей)***

Для данных печей характерно большое количество входных отверстий для воздуха и предварительный подогрев вторичного воздуха горения посредством теплообмена с помощью обмена тепла с горячими дымовыми газами. Данная конструкция имеет результатом повышенную эффективность (около 70% при полной загрузке) и пониженное количество выбросов CO, неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и общего количества взвешенных частиц в сравнении с печами обычного типа.

Большинство экомаркированных печей для сжигания дров представляют собой усовершенствованные печи сжигания.

Схемы экомаркировки для печей на древесине и биотопливе предназначены для обеспечения установленного стандарта для повышения эффективности и снижения выбросов с использованием ряда схем, таких как Nordic Swan (в Норвегии), Blue Angel (в Германии) и FlammeVerte (во Франции). В этих схемах были установлены критерии для экомаркировки, в основном основанные на стандартах EN, которые устанавливают уровень производительности и функции приборов.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.19, которая охватывает сжигание твердого топлива кроме биотоплива в усовершенствованных котлах, и Таблице 3.42 для экомаркированных печей на древесном топливе.

#### ***Печи, работающие на пеллетах (топливных гранулах)***

Это тип усовершенствованных печей с использованием автоматическую подачу гранулированного топлива, например древесные топливные гранулы, которые подаются в топочную камеру с помощью механического устройства для подачи топлива из небольшого топливохранилища. Современные печи на пеллетах зачастую оснащены активной системой управления подачей воздуха для горения. Они достигают высокой эффективности горения с помощью надлежащего соотношения смеси воздуха и топлива в топочной камере всё время (CITEPA, 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).

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приведены в Таблице, которая охватывает сжигание древесных топливных гранул в современных печах на топливных гранулах.

#### ***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/воздуха 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 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 заводским способом.

Коэффициенты выбросов для данного типа устройств приводятся в Таблице 3.17, которая охватывает сжигание жидкого и газообразного топлива в печах.

#### **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. Котлы, соответствующие данному описанию, регулируются Стандартами EN12809 для бытовых

независимых котлов с мощностью до 50 кВт тепла и EN303-5 для котлов с ручной и механической подачей топлива с мощностью до 500 кВт тепла.

#### ***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 ископаемого топлива и биомассу, обычно в зависимости от их наличия в регионе. Их можно разделить на две основные категории, исходя из процесса организации горения: вторичный котел (горение с верхней подачей топлива – вторичное и первичное – выжигание) и первичный котел (сжигание в слое с нижней подачей топлива – вторичное). Среди них можно выделить стандартные котлы и усовершенствованные 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. Вторичное горение в горящем слое характеризуется сравнительно низкой температурой летучих веществ (400-800 °С) в зоне окисления, местным недостатком кислорода из-за плохого смешивания (Kubica, 2003). Эффективность вторичного котла аналогична эффективности традиционных печей и составляет обычно 50%-60% в зависимости от конструкции и нагрузки. Количество выбросов загрязняющих веществ (таких как ТЧ, СО, НМЛОС и ПАУ), образующихся в результате неполного сгорания топлива, может быть очень большим, особенно, если эксплуатация производится при низкой нагрузке, что часто происходит в конце или начале отопительного сезона весной или осенью.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.15, которая охватывает сжигание угля в традиционных котлах, и Таблице 3.43, которая охватывает сжигание древесины в традиционных котлах.

##### ***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.

Вторичные и первичные котлы работают на всех видах твердого топлива кроме топливных гранул, древесной стружки и мелкозернистого угля. Для обеих технологий, при замене сырого угля усовершенствованным угольным топливом, например прессованным углем, выбросы в особенности продуктов неполного сгорания уменьшаются примерно на 30 % и даже до 90% (кроме СО) для бездымного топлива и кокса (Karcz et al, 1996, Kubica et al 1994 и Kubica et al 1997).

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.15, которая охватывает сжигание угля в традиционных котлах, и Таблице 3.43, которая охватывает сжигание древесины в традиционных котлах.

#### **Усовершенствованные топочные котлы**

##### ***Усовершенствованные первичные угольные котлы***

Как правило, конструкция и метод сжигания аналогичны конструкции и методу сжигания традиционных первичных котлов. 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%). Некоторые из этих типов котлов используют подогретый воздух для горения, который обычно является прохладным наружным воздухом. Выбросы загрязняющих веществ из-за неполного сгорания снижены по сравнению с традиционными котлами.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.19, которая охватывает сжигание угля в усовершенствованных печах, но также подходит для усовершенствованных котлов.

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

Данный тип котла считается новейшим в области 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. Дровяные котлы с нижней тягой используют комбинированный вентилятор воздуха и вентилятор дымовых газов. Вторичный воздух для горения частично подается на решетку, а частично во вторичную камеру. 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. Некоторые из этого типа котлов используют лямбда-зонды для измерения концентрации кислорода в дымовых газах и имеют точный контроль воздуха и ступенчатое сжигание. Благодаря оптимизированному процессу горения, количество выбросов вследствие неполного сгорания низко.

Коэффициенты выбросов для данного типа устройств приводятся в Таблице 3.42, которая охватывает сжигание древесины в усовершенствованных печах и котлах, включая эко-маркированные устройства.

##### ***Угольные топки с механическим забрасывателем***

Для угля и древесины, используются технологии, которые иногда называют «чистым сжиганием угля/биомассы». До того как топливо достигает плоскости возгорания, влага испаряется, и выделяются некоторые летучие вещества. Эти газы затем проходят сквозь горящий топливный слой, где температура составляет около 1100°C. Органическая масса, образовавшаяся в процессе дегазации (потери летучих составляющих), практически полностью окисляется. Топливо с низким содержанием золы и крупностью от 4 мм до 25 мм автоматически подается в реторту с помощью шнекового конвейера. Первичный воздух подается через решетку реторты. Для котла с механическим забрасывателем характерна повышенная эффективность, обычно более 80%. Преимуществом котлов с механическим забрасывателем является то, что они могут 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 NO<sub>x</sub> возрастает вследствие повышения температуры горения.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.19, которая охватывает сжигание угля в усовершенствованных котлах, но она также подходит для усовершенствованных котлов.

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

Имеются автоматические котлы, работающие с использованием в качестве топлива поленьев. Однако большинство малых котлов работают на древесных топливных гранулах или щепе. Они имеют полностью автоматизированную систему подачи топлива в виде древесных топливных гранул или щепы и подачи воздуха горения, который распределяется на первичный (ниже решетки) и вторичный (в зону окисления газа) воздушные потоки. Котлы оснащены небольшими бункерами для хранения гранул, которые наполняются вручную или с помощью автоматической системы из большего по размеру камерного хранилища. Работа котлов на топливных гранулах аналогична работе печей на топливных гранулах, древесные топливные гранулы вводятся в горелку с помощью шнека. Горелки могут иметь различную конструкцию, например горелка с нижней подачей, горелка с горизонтальной подачей, горелка с верхней подачей. Для этих котлов характерна высокая эффективность (обычно более 80%), и количество их выбросов сопоставимо с количеством выбросов из котлов, работающих на жидком топливе.

Коэффициенты выбросов для данного типа устройств приводятся в Таблице 3.44, которая охватывает сжигание древесных топливных гранул в усовершенствованных печах и котлах.

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

Обычно котлы на жидком\ газообразном топливе имеют две функции, и используются для получения горячей воды и для производства тепла для системы центрального отопления. В диапазоне мощности ниже выходной мощности 50 кВт они обычно используются в единичных домохозяйствах. Водотрубные низкотемпературные котлы (температура воды ниже 100°C) с открытой топочной камерой обычно используются в малых установках для сжигания, которые используются в жилищном секторе. Эти устройства могут изготавливаться из чугуна или стали. В отношении выбросов, основное различие можно сделать между горелками с предварительным смешиванием топлива и воздуха и без него: горелки со смешиванием характеризуются однородным коротким пламенем и высокой скоростью конверсии топливосвязанного азота; горелки без смешивания характеризуются разнородным пламенем с гипостехиометрической зоной реакции и более низкой скоростью конверсии топливосвязанного азота. Последний тип характерен для старых установок для сжигания меньше 50 кВт тепла. По этой причине выбросы NO<sub>x</sub> для устройств без предварительного смешения меньше, чем выбросы новых устройств, которые используют горелки с системами предварительного смешения воздуха, что приводит к большему окислению и разрыву связей для увеличения выбросов NO<sub>x</sub>. 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%, из-за сравнительно высоких потерь дымовых газов, при этом дымовые газы выпускаются при температуре выше 200 °C, а температура воды на входе/обратной трубе обычно выше 60 °C. 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.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.16, которая охватывает сжигание природного газа в котлах, и Таблице 3.18, которая охватывает сжигание сжиженного нефтяного газа в котлах.

#### ***Конденсационные котлы (котлы закрытого типа)***

Эти приборы рекуперировать больше тепла из отработавших газов с помощью конденсации влаги, выделяющейся в процессе горения, и могут работать с эффективностью более чем 90%. Поэтому дымоход короче, а выбросы меньше. Температура воды на входе/ обратной трубе ниже 55 °С, чтобы обеспечить конденсацию влаги в дымовом газе, что способствует высокой эффективности. В этом случае предпочтительнее использовать двухфункциональный вариант работы котла (комбинация нагрева воды и отопления), поскольку это снижает среднюю температуру на входе. Для конденсации требуется использование коррозионностойкого теплообменника из нержавеющей стали. Конденсат, содержащий серную и азотную кислоты, сливается в системы сточных вод, где он разбавляется достаточно сильно, чтобы не вызвать коррозию. Эффективность может быть ещё увеличена за счет модификации конструкции, обеспечивающей предварительный нагрев воздуха для горения дымовыми газами. Конденсационные котлы в основном используются с газообразным топливом, но также доступны котлы на жидком топливе.

Коэффициенты выбросов для данного типа приборов, можно найти в Таблице 3.16, которая охватывает сжигание природного газа в котлах, и Таблице 3.18, которая охватывает сжигание сжиженного нефтяного газа в котлах.

### **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. Данные устройства должны соответствовать Стандарту EN 12815, который охватывает бытовые плиты на твердом топливе. Их автономность составляет несколько часов. Последними разработками считаются плиты/ духовые шкафы на древесных гранулах. 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. Духовые шкафы на топливных гранулах позволяют обеспечить полностью автоматическую работу и их уровень выбросов равен выбросам печей на топливных гранулах.

Наружные духовки для пиццы и другие подобные устройства используются в некоторых странах. Твердотопливные грили (приготовление пищи на открытом воздухе, включая «выбрасываемую» упаковку для барбекю одноразового применения) используются сезонно.

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.14, которая охватывает сжигание твердого топлива, кроме биомассы, в печах, она также может быть использована для устройств по приготовлению пищи. Таблица 3.40 охватывает коэффициенты выбросов для дровяных печей, но также подходит для устройств по приготовлению пищи.

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

Приборы, работающие на газе, широко используются в жилищном хозяйстве. Они включают в себя варочную поверхность (в том числе, кольцевые зоны для нагрева кастрюль) и духовки. Для приготовления пищи на открытом воздухе используется газ в баллонах (сжиженный нефтяной газ (СНГ)). Коэффициенты выбросов для данного вида технологий еще не достаточно хорошо определены в данном руководстве. Наиболее подходящими коэффициентами выбросов являются приведенные в Таблице 3.16 коэффициенты для бытовых котлов на газе.

### Обогрев вне помещения и прочие виды сжигания

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

Топки также используются для нагревания камней в саунах Скандинавии (Стандарт EN 15821 охватывает печи в саунах).

Коэффициенты выбросов для данного вида устройств приводятся в Таблице 3.13, которая охватывает сжигание природного газа в каминах, она также может быть использована для наружных устройств для обогрева на газе.

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

### Общая информация

Общее распределение технологий и размеров небытовых установок приведено в таблице ниже. Для целей инвентаризации выбросов, важно понимать, что общее описание функций/технологий охватывает целый ряд технологий сжигания и борьбы с загрязнением (в особенности для твердых топлив) с широким диапазоном связанных выбросов. Описание топлива также охватывает широкий диапазон качества/свойств топлива. Обратите внимание, что при наличии данных о деятельности (например, данные EU ETS для энергетических установок >20 МВт тепла), возможно разукрупнять данные о деятельности по другим диапазонам размеров установок.

Топливо	<1МВт тепла	>1МВт тепла	Функция/ технология	Охват	Комментарии
Каменный уголь и бурый уголь	Y	Y	Котлы	Жаротрубные котлы, самые малые котлы, скорее всего, имеют фиксированную решетку с нижней или верхней подачей топлива, котлы часто имеют слоевые топки с двигающейся решеткой различных видов.	Водогрейные котлы >1 МВтт для центрального отопления района или жилого комплекса.
	y	Y	Паровой котел	Жаротрубные и водотрубные котлы, двигающаяся решетка, подача псевдооживленного или измельченного топлива.	<1 МВтт паровые котлы, скорее всего, мало распространены
(твердая)	Y	-	Водогрейный	Жаротрубные котлы, самые	Устройства

Топливо	<1МВт т тепла	>1МВт т тепла	Функция/ технология	Охват	Комментарии
биомасса			котел	малые котлы, скорее всего, имеют фиксированную решетку с нижней или верхней подачей топлива, котлы часто имеют слоевые топки с двигающейся решеткой различных видов.	>1МВтт для центрального отопления района или жилого комплекса. Топливом чаще всего является древесная щепа или древесные топливные гранулы, но сжигается также и ряд нефтяных остатков.
	-	Y	Паровой котел	Жаротрубные и водотрубные котлы, двигающаяся решетка, подача псевдооживленного или измельченного топлива.	Топливом чаще всего является древесная щепа или древесные топливные гранулы, но сжигается также и ряд нефтяных остатков.
	Y	N	Духовая печь	Обычно печи для пиццы или хлеба, сравнительно простая конструкция	Печи в ресторанах обычно сжигают древесные поленья или древесные брикеты
	Y	N	Мангал для барбекю/ гриль	Грили и мангалы для барбекю на каменном угле, сравнительно простая конструкция	Угольное топливо
Жидкое топливо	Y	-	Водогрейный котел	Жаротрубные котлы с одной или несколькими масляными горелками	Обычно сжигают газойль. Существует несколько конденсационных котлов на нефтяном топливе, но большинство не конденсационны

Топливо	<1МВт тепла	>1МВт тепла	Функция/ технология	Охват	Комментарии
					X .
	Y	Y	Паровой котел	Жаротрубные и водотрубные котлы с одной или несколькими масляными горелками	Более большие установки могут сжигать тяжелый или средний мазут .
	Y	N	Обогреватель воздуха	Включая портативные /передвижные установки для обогрева помещений	Малые портативные установки могут работать на керосиновом топливе.
	Y	Y	Поршневой двигатель	В основном используется для производства электричества, но и теплоэнергетические станции	Основное топливо – газойль. Установки большего размера могут сжигать высокосернистое топливо.
	-	Y	Газовая турбина	Обычно обеспечивают производство электроэнергии, но используется и для перекачивания/сжатия жидкостей	Основное топливо – газойль. Установки большего размера могут сжигать высокосернистое топливо. Существуют газовые турбины мощностью менее 1 МВтт, но они сравнительно мало распространены
Газообразные топлива	Y	-	Водогрейный котел	Жаротрубные котлы с одной или несколькими масляными горелками	
	-	Y	Паровой котел	Жаротрубные котлы (водотрубные на больших установках) с одной или несколькими масляными	

Топливо	<1МВт т тепла	>1МВт т тепла	Функция/ технология	Охват	Комментарии
				горелками	
	Y	-	Обогреватель воздуха	Включая портативные /передвижные установки для обогрева помещений	Малые портативные установки могут работать на баллонном газе.
	Y	Y	Поршневой двигатель	Обычно являются теплоэнергетическими станциями, но также используются для производства электроэнергии и сжатия газа/перекачки жидкости.	
	-	Y	Газовая турбина	Обычно являются теплоэнергетическими станциями, но также используются для производства электроэнергии и сжатия газа/перекачки жидкости.	Существуют газовые турбины мощностью менее 1 МВтт, но они сравнительно мало распространены
	Y	-	Духовые печи (приготовление пищи)	Охватывает и очень малые кухни при гостиницах и ресторанах, так а большие промышленные пекарни.	
	Y	N	Варочная панель/ конфорка (приготовление пищи)	В основном кухни при гостиницах и ресторанах	
	Y	Y	Сушильный шкаф /нагревательна я печь	Промышленные нагревательные печи, сушительные/вулканизационны е печи, сушка	Некоторая промышленная деятельность и выбросы могут рассматриваться по промышленным кодам отчетности

### Котлы мощностью до 50 МВт

Котлы такой мощности используются для отопления в многоквартирных жилых домах, в офисах, школах, больницах и обычно встречаются как небольшие источники в коммерческом и институциональном секторе, а также в сельском хозяйстве. Самые большие установки, скорее всего, связаны с другими секторами НО, но включены для удобства. В данном Руководстве котлы разделены на две группы (<1МВт и 1-50МВт), что обеспечивает удобное, но произвольное деление между меньшим серийным оборудованием и более большим оборудованием, сделанным на заказ.

Как отмечается ниже, 1 МВт – это реалистичный порог для устройств с ручной подачей топлива (хотя современные небытовые котлы с ручной подачей топлива крайне редки). Более того, обычно котлы <1МВт обеспечивают горячей водой, котлы большего размера обеспечивают паром. Однако это не должно служить четкой границей, существует много водогрейных котлов >1МВт (например, тепловые установки/котельные для жилого комплекса или района) и малые паровые котлы нередки в промышленности. Описания технологий ниже дают некоторое представление о диапазоне применяемых технологий.

#### **Твердотопливные котлы**

Технология сжигания с неподвижной и подвижной колосниковой решеткой повсеместно используются для сжигания твердых видов топлива в данном диапазоне мощности. Это – общепринятая технология, и используется большое многообразие котлов с неподвижными и подвижными колосниковыми решетками. Технология с неподвижной колосниковой решеткой связана с диапазоном <1МВт.

В дополнение к сжиганию с неподвижной колосниковой решеткой используются также котлы со сжиганием в кипящем слое в данном диапазоне мощности, часто для сжигания биомассы. Также могут присутствовать горелки на пылеобразном топливе или древесных опилках.

Установки также можно разделить по принципу подачи топлива:

- наполняемые вручную, обычно с мощностью меньше 1 МВт
- наполняемые автоматически, все размеры; и
- некоторые малые котлы можно считать полуавтоматическими, т.к. они имеют загрузочные бункеры с ручной загрузкой (для угольного топлива и дровяных топливных гранул) или накопители (для поленьев), однако чаще всего данные технологии применяются в бытовых приборах для индивидуального жилья (<50 кВт), а крупнейшие устройства обычно имеют мощность менее 150 кВт.
- **В качестве стандартного подхода для составления инвентаризации Уровня 2, коэффициенты выбросов представлены следующим образом: Error! Reference source not found.** В Таблице 3.20 и Таблице 3.21 приводятся данные о сжигании угля в котлах <1МВт и >1МВт - <50 МВт соответственно.
- В Таблице 3.45 и Таблице 3.46 приводятся данные о сжигании древесины в котлах мощностью 1-50 МВт и 50 кВт – 1 МВт, соответственно.
- В качестве следующего шага по разделению оценок выбросов для приборов <1МВт предусмотрен более высокий Уровень данных. Это отражает разницу в выбросах между котлами с ручной и автоматической подачей топлива. Для составления инвентаризации, зависящей от имеющихся данных о деятельности, таблицы со стандартными коэффициентами выбросов следует использовать для составления базовой инвентаризации Уровня 2. Если доступные данные позволяют, можно использовать усовершенствованные таблицы для устройств <1МВт, эти

усовершенствованные таблицы коэффициентов выбросов представлены следующим образом:

- В Таблицах 3.22 и 3.23 приводятся данные и сжигании угля в котлах <1МВт, разделенные между ручной и автоматической подачей топлива соответственно.
- В Таблице 3.45 и Таблице 3.46 приводятся данные о сжигании древесины в котлах **Error! Reference source not found.** <1МВт, разделенные между ручной и автоматической подачей топлива соответственно.

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

#### **Угольные котлы**

Котлы с ручной подачей топлива в данном диапазоне мощности используют два метода сжигания первичный и вторичный, аналогичные методам, применяемым в бытовых котлах с диапазоном мощности ниже (см. подраздел 0 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 первичные, так и вторичные котлы в данном диапазоне мощности имеют лучшую организационную структуру воздуха горения по сравнению с котлами, используемыми в индивидуальных домохозяйствах.

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

Ручная подача топлива обычно ассоциируется с котлами на древесных поленьях и сжиганием 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**

Большинство современных котлов оснащены автоматической подачей топлива (включая бытовые устройства). Помимо этого, данные установки имеют, как правило, лучшую систему регулирования процесса горения, по сравнению с установками с ручной подачей топлива. Для них обычно требуется топливо стандартного и постоянного качества. Эти установки могут также иметь оборудование по устранению загрязнения окружающей среды твердыми частицами.

Сжигание с неподвижной колосниковой решеткой обычно используется в меньших устройствах, а сжигание с подвижной решеткой используется в приборах большего размера. Топливо подается на решетку, используя механический забрасыватель топлива, верхнюю подачу и нижнюю подачу топлива.

Мелкий уголь или мелкая древесина (например, древесные топливные гранулы, щепа или древесные опилки/остатки) загружаются на механическую движущуюся колосниковую решетку. Температура горения составляют 1 000 °C - 1 300 °C. Общее применение направлено на производство горячей воды и/или пара низкого давления для коммерческого и институционального сектора, в частности, для отопления. 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.

#### **Усовершенствованные технологии**

***Котлы на угле /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. Топливо подается в топочную камеру с помощью шнекового конвейера и доставляется в реторту по мере окисления.

#### ***Технология сигарообразного котла 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.

### **Усовершенствованные 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 до отопительного сезона полностью).

### **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, включая остатки и отходы производства.

### **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 типу горелок, конструкционному материалу, типу теплоносителя (горячая вода, пар), а также их мощности, температуре воды в водяном котле (которая может быть низкой  $\leq 100^\circ\text{C}$ , средней - от  $>100^\circ\text{C}$  до  $\leq 115^\circ\text{C}$ , высокой -  $>115^\circ\text{C}$ ), способу теплопередачи (водотрубный, жаротрубный) и расположению поверхностей теплопередачи (горизонтальная или вертикальная, прямая или согнутая труба).

Коэффициенты выбросов для использования жидкого топлива в коммерческих котлах представлены в Таблице 3.24 и Таблице 3.25, которые описывают применение жидких видов топлива в установках  $<1\text{МВт}$  и  $>1\text{МВт}$  –  $50\text{МВт}$  соответственно.

### **Чугунные котлы**

Производят, главным образом, пар низкого давления или горячую воду. Обычно они используются в жилищном хозяйстве и в коммерческом/институциональном секторе с номинальной производительностью котла около  $1\text{МВт}$ .

### **Стальные котлы**

Производятся с номинальной производительностью котла до  $50\text{МВт}$ , 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**

Оснащены 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.

#### **Конденсационные котлы**

Используют скрытую теплоту водяного пара в топочных газах для повышения энергоэффективности – обычно применяется в малых (<1МВт) котлах на газе, но технология конденсации также применяется к малым котлам на газойле и древесных топливных гранулах.

#### **Приготовление пищи в производственных условиях**

##### **Приготовление пищи с использованием твердого топлива**

Объем использования твердого топлива при коммерческом приготовлении пищи неизвестен, но его можно получить в таких специализированных областях, как ремесленные пекарни и традиционные печи для изготовления пиццы в ресторанах. Более того, растет использование древесного угля в мангалах для барбекю/ грилях ресторанами и компаниями по организации мероприятий/обслуживанию обедов.

Коэффициенты выбросов для данного видов источников приводятся в Таблице 3.20 и Таблице 3.46, которые описывают коэффициенты выбросов для угля и древесины соответственно для устройств <1МВт. Кроме того, В Таблице 3.22, Таблице 3.23 (уголь), Таблице 3.47 и Таблице 3.48 (древесина) предлагается дальнейшее разделение для устройств <1МВт с ручной и автоматической подачей топлива соответственно.

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

Приборы, работающие на газе, широко используются в гостиницах, коммерческих ресторанах и некоммерческом секторе (например, школы и больницы). Они включают в себя варочные поверхности (в том числе, кольцевые зоны для нагрева кастрюль) и духовки.

В исследовании Ecodesign Lot 22 (Mudgal et al, 2011) было рассчитано ежегодное потребление природного газа в различных видах приготовления пищи:

<b>Вид приготовления пищи</b>	<b>Использование природного газа в ЕС, КВт /печь/ год</b>
Бытовые печи	183,7
Печи в ресторанах	11,887
Хлебопекарные конвекционные печи	61,402
Хлебопекарные стеллажные печи	78,345

Для приготовления пищи на открытом воздухе при организации мероприятий/ обслуживании обедов используется газ в баллонах (СНГ).

При оценке выбросов при приготовлении пищи с использованием природного газа следует использовать коэффициенты выбросов, представленные в Таблице 3.26, которая охватывает газовые котлы <1МВт, но может быть использована для приготовления пищи с использованием газа.

### **Обогрев нежилых помещений (прямой нагрев)**

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

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

Промышленное использование обогрева вне помещения возросло в некоторых странах в последние годы благодаря использованию газовых нагревательных приборов для внутренних дворов, террас и аналогичных устройств. Большие по размеру каналные печи часто используются для обогрева рабочих пространств, 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.

### **Газовые турбины**

Существуют «микро» турбины, обеспечивающие производство электричества в малых объемах (обычно 15-500 Квт электрической энергии), они относятся к газотурбинным технологиям в диапазоне мощности <1 МВт. Технология привлекательна при одновременном производстве тепла и электроэнергии, и работает на природном газе, произведенном топочном газе, биогазе и жидком топливе. Однако данные о выбросах для данной технологии ограничены – особенно для загрязняющих веществ, отличных от NO<sub>x</sub> и CO. Следовательно, коэффициенты Уровня 2 для данной технологии <1 МВт не включены в данное руководство. Согласно информации производителей и научной литературе, технология сжигания с низким уровнем NO<sub>x</sub> может обеспечить выбросы NO<sub>x</sub>, сопоставимые с выбросами от более крупных газовых турбин.

Газовые турбины могут использовать целый ряд газообразных топлив, например природный газ или, в некоторых случаях, технологический газ или продукты газификации. Также используются жидкие топлива, такие как легкие дистилляты (например, нефть, керосин и газойль), но, как правило, использование жидких топлив ограничено конкретными применениями или в качестве запасного топлива. Газовые турбины имеют аэродеривативную конструкцию (т.е. основаны на многовальных двигателях, разработанных на основе авиационных двигателей) или являются промышленными сверхмощными газовыми турбинами (основаны на одновальной конструкции). Газовые турбины для производства электроэнергии могут быть устройствами с открытым (простым) циклом, но часто устанавливаются как часть газовых турбин с комбинированным циклом (ПГТ). В установках ПГТ, парогенератор-рекуператор/теплоутилизационный парогенератор (ТУПГ) используется для рекуперации отбросного тепла из топочных газов, обеспечивая пар для питания паровой турбины, которая приводит в действие генератор переменного тока, производя еще больше электричества. Чистая номинальная эффективность современной ПГТ превышает 50%. Газовые турбины часто встречаются на теплоэнергетических станциях, газовая турбина непосредственно связана с генератором электричества, а энергия от горячих отработанных газов восстанавливается в соответствующем ТУПГ (котле) или используется непосредственно (например, сушка). Дополнительные горелки обычно используются для обеспечения дополнительной подачи тепла к отработанным газам. Газовые турбины с комбинированным

циклом газификации угля (IGCC) используют топливный газ, полученный из угля. Обратите внимание, что для установок IGCC, единственным рассматриваемым здесь эмиссионным блоком является газовая турбина. Газовые турбины также используются для сжатия газа/перекачки жидкости.

Коэффициенты выбросов для газовых турбин можно найти в Таблице 3.28 и Таблице 3.29, которые охватывают использование природного газа и газойля соответственно.

### **Поршневые двигатели**

Стационарные двигатели – это двигатели с электрозажиганием и двигатели с воспламенением от сжатия (2- и 4-тактные) с электрической мощностью от менее чем 100 кВт до более 20 МВт. Оба типа являются значимыми источниками выбросов. Такие устройства обычно используются в качестве генераторов на островах (вдали от общих электросетей), малых установок по комбинированному производству тепла и электрической энергии, или для когенерации, резервного или аварийного использования.

Двигатели могут использовать ряд газообразных топлив, таких как природный газ или, в некоторых случаях, технологический газ или продукты газификации. Газовые двигатели – обычно двигатели с электрозажиганием. Жидкие виды топлива обычно используются в двигателях с воспламенением от сжатия. Коэффициенты выбросов для поршневых двигателей представлены в Таблице 3.30 и Таблице 3.21, которые охватывают использование природного газа и газойля соответственно.

### **Комбинированная выработка тепла и электроэнергии (Теплоэлектростанция (ТЭС))**

Потребности в увеличении эффективности преобразования энергии и использовании возобновляемых источников энергии привели к созданию малых теплоэлектростанций (ТЭС). 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 (ТЭС и охлаждение) с использованием данной технологии.

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

## **2.3 Выбросы**

Соответствующими загрязняющими веществами являются SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, неметановые летучие органические соединения (НМЛОС), твердые частицы (ТЧ), черный углерод (ЧУ), тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлоридные dibензопарадиоксины 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 имеет особое значение для приборов с ручной подачей топлива и плохо контролируемых автоматических установок.

Как для газообразного, так и для жидкого топлива выбросы загрязняющих веществ не значительно выше по сравнению с промышленными котлами, благодаря качеству топлива и конструкции горелок и котлов, за исключением каминов и печей, заправляемых жидким и газообразным топливом, по причине их простой схемы организации процесса горения. Однако существует технология горелки с «ультра-низким» содержанием NO<sub>x</sub> для сжигания газа в больших приборах. Как правило, природный газ имеет значительно меньший потенциал для выбросов соединений серы и металлов, чем масляные или твердые топлива, потому что природный газ включает в себя меньшее количество данных соединений – это также относится к выбросам NO<sub>x</sub>, т.к. природный газ не содержит значительного количества соединений со связанным азотом.

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: СО, твердые частицы (ТЧ) и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС), NH<sub>3</sub>, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), а также полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф). Однако природный газ – это более простое топливо (главным образом метан с другими низкомолекулярными углеводородами), а потенциал выбросов сложных органических соединений (ПАУ и ПХДД/Ф) ограничен по сравнению с масляными и твердыми топливами.

Обратите внимания, что методологии инвентаризации выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и оксид азота) не включены – смотрите Руководство МГЭИК (IPCC, 2006).

NH<sub>3</sub> — 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 NH<sub>3</sub>, в большинстве случаев, можно сократить с помощью основных мер, направленных на сокращение продуктов неполного сгорания и повышения эффективности.

*Общее количество взвешенных частиц (ОКВЧ), ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub>* — 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 (ОУ) 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; СО 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 котлы старой 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 (Kurjainen 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 и 2005, Hays et al., 2003, Ehrlich et al, 2007).

Как описано выше, деятельность по малому сжиганию может иметь широкий спектр выбросов твердых частиц, и эта выбросы могут разделяться на фильтруемые и конденсируемые фракции. Пропорции варьируются, и определение выбросов твердых частиц в значительной степени зависит от метода измерения.

Однако 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. Ряд методов измерения фильтруемых ТЧ применяется во всем мире, как правило, с температурой фильтра 70-160 ° C (температура устанавливается методом испытания). Конденсируемые фракции могут быть определены непосредственно путем извлечения конденсированного материала из охлажденных импинговых систем после фильтра - обратите внимание, что это конденсация без разбавления и может потребоваться дополнительная обработка для удаления артефактов отбора проб. Другим подходом для общего числа ТЧ является разбавление, когда отбираемые дымовые или выхлопные газы смешиваются с окружающим воздухом (либо с использованием смесительного канала, либо с помощью систем разбавления проб после отбора), а фильтруемые и конденсируемые компоненты собираются на фильтре при более низких температурах (но в зависимости от метода это может составлять 15-52 ° C). Однако использование методов разбавления может быть ограничено из-за практических ограничений с весом и / или размером оборудования.

Для измерений твердых частиц применялся широкий диапазон методов измерения ТЧ, включая стандарты официального утверждения типа, определенные для соответствия национальным нормам выбросов. Методы, используемые в исследовательских проектах, могут значительно отличаться от методов утверждения типов. Применяемые методики можно разделить на методы разбавления (включая использование смесительных каналов или систем, применяющих разбавление после отбора проб) и методов прямого отбора проб. Последние методы включают в себя обычные методы испытаний на выбросы в промышленных трубах, такие как EN13284-1 и ISO 9096, и национальные методы, применяемые (например) в Швеции и Германии для малых и крупных установок сжигания.

Способы разбавления (NS3058 / 9, BS3841, USEPA 5G, AS / NZS 4012/3), как правило, используются на бытовых приборах для сбора фильтруемых и конденсируемых фракций ТЧ,

которые связаны с относительно плохими условиями горения, связанными с приборами на твердом топливе, с подачей топлива партиями, управляемые вручную и работающие в режиме естественной тяги.

Метод USEPA 5H предназначен для оценки дровяных печей и обеспечивает прямой метод отбора проб в сочетании со сбором конденсируемой фракции путем охлаждения отобранных дымовых газов дальше по потоку от фильтра.

Существуют существенные различия в протоколах испытаний, принятых для официального утверждения бытовых и других небольших приборов (несколько тестов на одном выходе, несколько тестов на нескольких выходах и одиночные тесты на нескольких выходах). Другими ключевыми отличиями являются использование натуральных древесных поленьев или стандартный деревянный каркас, постоянной или естественной тяги и процессов воспламенения. Ни один из методов утверждения не оценивает выбросы при воспламенении от холода.

Характеристики методологий выбросов, а, следовательно, и собранные ТЧ, означают, что сложно сравнивать данные о выбросах. Сравнительный анализ (Nussbaumer et al., 2008) различных методов выборки для малых устройств на биомассе 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. 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).

Коэффициенты выбросов ТЧ (для ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2.5</sub>) могут представлять общую первичную эмиссию ТЧ или фильтруемую фракцию ТЧ. Описана основа коэффициентов выбросов (см. индивидуальные таблицы коэффициентов выбросов).

*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, для горения биомассы еще и от 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. Более того, следует отметить, что процент ЧУ зависит от того, учитываются ли конденсаты в коэффициентах выбросах ТЧ<sub>2.5</sub>,

так как ЧУ или ЭУ присутствует только в твердой (фильтруемой) части, а не в газах, которые образуют частицы при охлаждении (конденсаты).

*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). 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 вторичных мер по сокращению 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 кВт), 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 и 2004/5).

*СО* — монооксид углерода (СО) встречается в продуктах сгорания газов всех углеродистых видов топлива, как промежуточный продукт процесса сжигания и, в частности, при гипостехиометрических 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 СО. Например, выбросы СО из небольших бытовых приборов, работающих на твердом топливе, могут составлять несколько тысяч чнм в сравнении с 50-100 чнм 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 печей (например, из дровяных печей). 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 СО, выбросы НМЛОС являются результатом низкой температуры горения, короткого времени пребывания в зоне окисления и/или недостаточного количества кислорода. Выбросы НМЛОС имеют тенденцию к снижению при увеличении мощности 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 большими установками, предназначенными для сжигания.

*Оксиды 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.

## 2.4 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, СО, 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 (печей, котлов) и контроль его гранулометрии; частичная замена угля биомассой (реализация технологии совместного сжигания, позволяющей сократить количество SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 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 коммерческих /институциональных и в промышленных установках малого сжигания, приводит

к сокращению выбросов общего количества взвешенных частиц (ОКВЧ) и продуктов неполного сгорания (ПНС), главным образом, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) и СО (Kubica et al., 1997/2 и 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 и 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;
- электростатические фильтры (их эффективность составляет 99,5% - 99,9%) или тканевые фильтры (с эффективностью около 99,9%) могут применяться для более крупных объектов в диапазоне  $\leq 50$  МВт, но скорее всего будут чрезмерными для меньших объектов.

Диапазон регулирования выбросов охватывает от растапливаемых вручную бытовых приборов без каких-либо мер по регулированию до больших котлов с тканевыми фильтрами. Хотя регулирование выбросов может быть ограничено для небольших приборов, автоматические отопительные котлы, работающие 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: СО - 70-93% , СН<sub>4</sub> - 29-77%, другие углеводороды - более чем 80%, ПАУ - 43-80% и смола - 56-60%. Сокращение выбросов СО из печей, оснащенных каталитическим преобразователем, является значительным по сравнению с усовершенствованной 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.

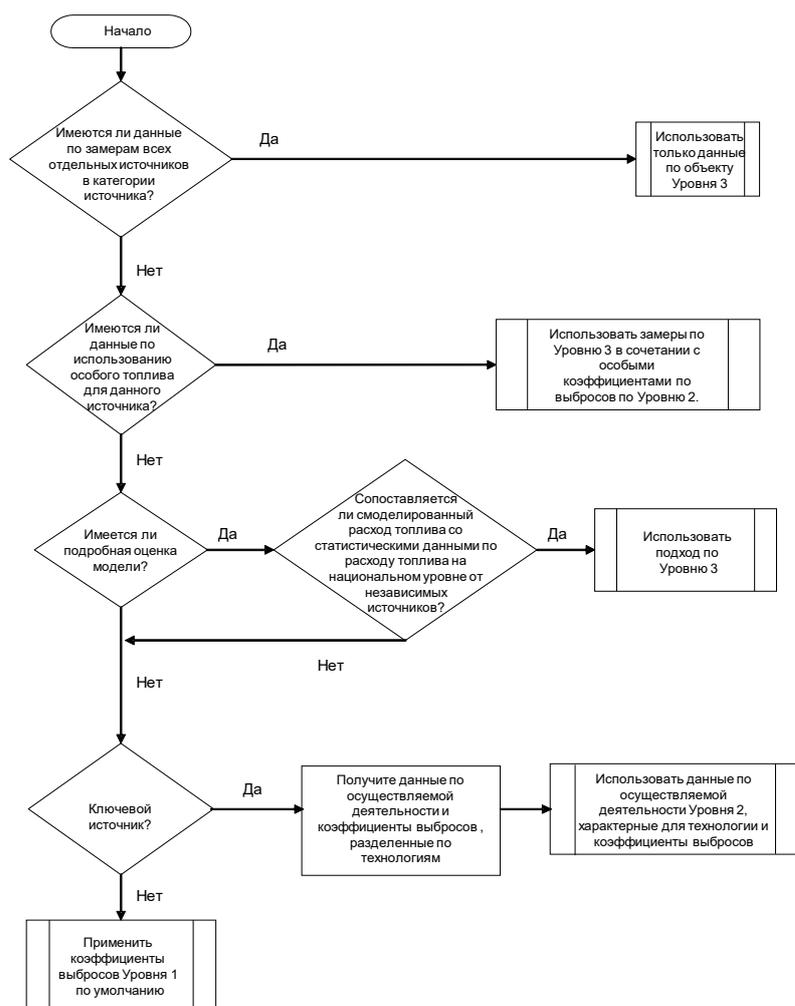
Печи со сжиганием в кипящем слое (FBC) могут включать в себя вдувание извести в топливный слой для улавливания SO<sub>2</sub>.

## 3 Методы

### 3.1 Выбор метода

На рисунке 3-1 представлена процедура выбора методов оценки технологических выбросов в результате соответствующих видов деятельности. Основной идеей, лежащей в основе дерева решений, является использование подробной информации, когда она доступна. Если имеется подробная информация (например, в виде измерений или инструментов моделирования), она должна использоваться как можно больше.

Если категория источников является ключевой категорией, то применяется Уровень 2 или лучше, и должны собираться подробные входные данные. Малое сжигание может быть ключевым источником для многих загрязнителей. 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.



**Рисунок 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.

Несмотря на то, что этот источник является ключевым источником для многих загрязнителей, было установлено, что многие Стороны применяют подходы Уровня 1 в отсутствие данных и информации, необходимых для подхода Уровня 2. Особенно для биомассы это проблема, поскольку выбросы ТЧ при малом сжигании твердой биомассы являются крупнейшим источником первичных выбросов ТЧ<sub>2.5</sub> в Европе. Чтобы преодолеть это, был разработан особый подход Уровня 2 для твердой биомассы, который сопровождается информацией по умолчанию о том, как разделить между технологиями / приборами. Таким образом, каждая Страна должна иметь возможность сообщать свои выбросы от малого сжигания твердой биомассы с использованием подхода Уровня 2.

## 3.2 Подход по умолчанию Уровня 1

### 3.2.1 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:

$E_{\text{загрязнитель}}$	=	выбросы 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.

### 3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты представлены 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. Это разделение носит экономический характер и основывается на разделении, обычно имеющемся в энергетической статистике. Для подхода Уровня 1, считается, что бытовые установки обычно < 50 кВт, в то время как небытовые установки обычно между 50 кВт – 50 мвт. Однако следует отметить, что это не всегда так на практике. Для подхода Уровня 1, который применяется только для не ключевых источников, такое упрощение является возможным.

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

Вид деятельности	Описание
1.A.4.b — Бытовое сжигание	Малые стационарные установки сжигания для обогрева и приготовления пищи в жилых помещениях.
1.A.4.a.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a Не бытовое сжигание (институциональные, коммерческие установки, установки в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, рыболовном хозяйстве и другие стационарные установки (включая военные))	Малые установки сжигания, применяемые в стационарных институциональных/коммерческих предприятиях, стационарные установки в сельском / лесном/ рыболовном хозяйствах и другое стационарное применение.

Общие виды топлива Уровня 1 представлены в таблице 3.2. Различные 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 виды топлива
Каменный уголь и бурый уголь	Коксующийся уголь, другой битуминозный уголь, полубитуминозный уголь, кокс, «запатентованное» промышленное топливо Лигнит, битумный сланец, «запатентованное» промышленное топливо, торф
Газообразное топливо	Природный газ, жидкости из природного газа, сжиженный нефтяной газ, заводской газ, коксовый газ, доменный газ
Жидкое топливо	Остаточный нефтепродукт, сырье нефтепереработки, нефтяной кокс, водно-битумная эмульсия, битум, газойль, керосин, тяжелый бензин, сланцевое масло
Биомасса	Древесина, деревянные топливные гранулы, древесный уголь, отходы овощей (с/х)

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1 представлены в Таблицах 3.3 – 3.10. Для ТЧ сноски под таблицей объясняют, какая часть выбросов ТЧ содержится в коэффициенте выбросов (на основе только фильтруемого компонента или общего количества ТЧ, включая конденсируемый компонент). Что касается ископаемого топлива, это не всегда ясно из ссылок, как указано в сносках. Для биомассы (древесины) все коэффициенты выбросов на Уровне 1 и Уровне 2 основаны на подходе, основанном только на общем количестве ТЧ.

#### 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					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Каменный и бурый уголь				
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	110	г/ГДж	36	200	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава B216
CO	4600	г/ГДж	3000	7000	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава B216
НМЛОС	484	г/ГДж	250	840	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава B216
SOx	900	г/ГДж	300	1000	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава B216
NH3	0.3	г/ГДж	0.1	7	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава B216

ОКВЧ	444	г/ГДж	80	600	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
ТЧ <sub>10</sub>	404	г/ГДж	76	480	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
ТЧ <sub>2.5</sub>	398	г/ГДж	72	480	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
ЧУ	6.4	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	130	мг/ГДж	100	200	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Cd	1.5	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Hg	5.1	мг/ГДж	3	6	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
As	2.5	мг/ГДж	1.5	5	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Cr	11.2	мг/ГДж	10	15	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Cu	22.3	мг/ГДж	20	30	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Ni	12.7	мг/ГДж	10	20	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Se	120	мг/ГДж	60	240	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Zn	220	мг/ГДж	120	300	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et. al (2004)
ПХДД/Ф	800	нг I-ТЕО/ГДж	300	1200	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Бенз(а)пирен	230	мг/ГДж	60	300	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Бензо(б)флуорантен	330	мг/ГДж	102	480	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Бензо(к)флуорантен	130	мг/ГДж	60	180	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	110	мг/ГДж	48	144	ЕМЕР/ЕЕА(2006) глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА(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.

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

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

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.4.б.і	Бытовые установки			
Топливо	Газообразное топливо				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> ,				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	51	г/ГДж	31	71	*
CO	26	г/ГДж	18	42	*
НМЛОС	1.9	г/ГДж	1,1	2,6	*
SO <sub>x</sub>	0.3	г/ГДж	0,2	0,4	*
OKBЧ	1.2	г/ГДж	0,7	1,7	*
TЧ <sub>10</sub>	1.2	г/ГДж	0,7	1,7	*
TЧ <sub>2.5</sub>	1.2	г/ГДж	0,7	1,7	*
ЧУ	5.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2,7	11	*
Pb	0.0015	мг/ГДж	0,0008	0,003	*
Cd	0.00025	мг/ГДж	0,0001	0,0005	*
Hg	0.1	мг/ГДж	0,0013	0,68	*
As	0.12	мг/ГДж	0,06	0,24	*
Cr	0.00076	мг/ГДж	0.0004	0,0015	*
Cu	0.000076	мг/ГДж	0.00004	0,00015	*
Ni	0.00051	мг/ГДж	0,0003	0,0010	*
Se	0.011	мг/ГДж	0.004	0,011	*
Zn	0.0015	мг/ГДж	0,0008	0,003	*
ПХДД/Ф	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.8	2.3	*
Бенз(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0,19	0,56	*
Бензо(б)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0,28	0,84	*
Бензо(к)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0,28	0,84	*
Индено(1,2,3-сd)пирен	0.84	мкг/ГДж	0,28	0,84	*

\* средние коэффициенты выбросов Уровня 2 для всех технологий бытового сжигания газообразных видов топлива

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых TЧ или всех TЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

**Таблица 3-5 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.А.4.б при использовании жидкого топлива**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.4.б.і	Бытовые установки			
Топливо	Другие виды жидкого топлива				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> ,				
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	*
TЧ <sub>10</sub>	1.9	г/ГДж	1.1	2.6	*
TЧ <sub>2.5</sub>	1.9	г/ГДж	1.1	2.6	*
ЧУ	8.5	% от TЧ <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	*
Бенз(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-сd)пирен	160	мкг/ГДж	32	240	*

\* средние коэффициенты выбросов Уровня 2 для всех технологий бытового сжигания жидких видов топлива

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

**Таблица 3-6 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.A.4.b при использовании биомассы <sup>4) 5)</sup>**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Твердая биомасса				
Не применяется					
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) и 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 b)
NH <sub>3</sub>	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004)
ОКВЧ (все частицы)	800	г/ГДж	400	1600	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (все частицы)	760	г/ГДж	380	1520	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>3) 2) 1)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub> (все частицы)	740	г/ГДж	370	1480	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>3) 2) 1)</sup>
ЧУ (основываясь на всех частицах)	10	% от ТЧ <sub>2,5</sub>	2	20	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bølling 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)

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1.А.4.б.і	Бытовые установки			
Не применяется		Твердая биомасса			
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
					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>
ПХДД/Ф	800	нг I-ТЕQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>2)</sup>
Бенз(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	ЕМЕП/CORINAIR B216
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	ЕМЕП/CORINAIR B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	ЕМЕП/CORINAIR B216
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) ТЧ10 оцениваются как 95 % ОКВЧ, ТЧ2.5 оцениваются как 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы банных TNO CERMEIP. ТЧ оцениваются как все частицы (включая конденсируемый материал)
- 2) Значение в 10% ЧУ действительно только для общего количества частиц. Поскольку ожидается, что конденсируемый компонент не будет включать в себя какой-либо ЧУ, в случае использования только фильтруемого подхода для ЧУ принимается КВ 10% \* 740 = 74 г / ГДж.
- 3) Принимается равным традиционным котлам
- 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.
- 5) Коэффициенты выбросов для сжигания твердых биомасс в подходе Уровня 1 идентичны коэффициентам выбросов Уровня 2 для обычных печей, учитывая тот факт, что печи являются основным источником выбросов (ТЧ) из биомассы.

#### Небытовое сжигание (1.А.4.а, 1.А.4.с, 1.А.5.а)

**Таблица 3-7 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.А.4.а/с, 1.А.5.а при использовании каменного угля и бурого угля**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1		
Категория источника НО	Код	Название
	1.А.4.а.і	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники
	1.А.4.с.і	Сельское/ лесное/ рыболовческое хозяйства: Стационарные
	1.А.5.а	Другие стационарные источники (включая военные)

Топливо	Каменный и бурый уголь				
Не применяется					
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. Интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	173	г/ГДж	150	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
CO	931	г/ГДж	150	2000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
НМЛОС	88.8	г/ГДж	10	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
SO <sub>x</sub>	840	г/ГДж	450	1000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
OKBЧ	124	г/ГДж	70	250	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
TЧ <sub>10</sub>	117	г/ГДж	60	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
TЧ <sub>2.5</sub>	108	г/ГДж	60	220	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	См. примечание
Pb	134	мг/ГДж	50	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cd	1.8	мг/ГДж	0.2	5	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Hg	7.9	мг/ГДж	5	10	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
As	4	мг/ГДж	0.2	8	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cr	13.5	мг/ГДж	0.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cu	17.5	мг/ГДж	5	50	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Ni	13	мг/ГДж	0.5	30	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Se	1.8	мг/ГДж	0.2	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Zn	200	мг/ГДж	50	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	203	нг I-TEQ/ГДж	40	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бенз(а)пирен	45.5	мг/ГДж	10	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бензо(б)флуорантен	58.9	мг/ГДж	10	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бензо(к)флуорантен	23.7	мг/ГДж	8	100	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	18.5	мг/ГДж	5	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава 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.

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).

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых TЧ или всех TЧ (фильтруемых и конденсирующихся).

**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					
Категория источника НО	Код	Название			
	1A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Сельское/ лесное/ рыболовецкое хозяйство: Стационарные			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Газообразное топливо				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> ,				
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	*
TЧ <sub>10</sub>	0.78	г/ГДж	0.47	1.09	*
TЧ <sub>2.5</sub>	0.78	г/ГДж	0.47	1.09	*
ЧУ	4.0	% от TЧ <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	0.1	мг/ГДж	0.007	0,54	*
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	*
ПХДД/Ф	0.52	нг I-ТЕQ/ГДж	0.25	1.3	*
Бенз(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-сd)пирен	1.08	мкг/ГДж	0.30	2.9	*

\* средние коэффициенты выбросов Уровня 2 для всех технологий коммерческого/институционального сжигания газообразных видов топлива

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

**Таблица 3-9 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.А.4.а/с, 1.А.5.а при использовании жидких видов топлива**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.А.4.а.і	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.А.4.с.і	Сельское/ лесное/ рыбноводческое хозяйства: Стационарные			
	1.А.5.а	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Жидкие типы топлива				
Не применяется					
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	306	г/ГДж	50	1319	*
CO	93	г/ГДж	2	200	*
НМЛОС	20	г/ГДж	0,018	70	*
SOx	94	г/ГДж	28	140	*
ОКВЧ	21	г/ГДж	6	42	*
ТЧ <sub>10</sub>	21	г/ГДж	0,75	80	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	18	г/ГДж	0,75	60	*
ЧУ	56	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	20	100	*
Pb	8	мг/ГДж	0,006	40	*
Cd	0,15	мг/ГДж	0,00025	0,6	*
Hg	0,1	мг/ГДж	0,025	0,22	*
As	0,5	мг/ГДж	0,0005	2	*
Cr	10	мг/ГДж	0,1	40	*
Cu	3	мг/ГДж	0,065	20	*
Ni	125	мг/ГДж	0,0025	600	*
Se	0,1	мг/ГДж	0,0005	0,44	*
Zn	18	мг/ГДж	0,21	116	*
ПХДД/Ф	6	нг I-ТЕQ/ГДж	0,2	20	*
Бенз(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)
Индено(1,2,3-сd)пирен	1,5	мкг/ГДж	0,15	1,5	*Nielsen et al. (2010)
ГХБ	0,22	мкг/ГДж	0,022	1,5	*Nielsen et al. (2010)
ПХБ	0,13	нг/ГДж	0,013	0,22	*Nielsen et al. (2010)

\* \* средние коэффициенты выбросов Уровня 2 для всех технологий коммерческого/институционального сжигания жидких видов топлива (газойль и дизельное топливо), где КВ ОКВЧ были установлены, для КВ ТЧ 10 для обеспечения согласованности коэффициентов выбросов ТЧ  
 Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ10, ТЧ2,5 были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

**Таблица 3-10 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника НО 1.А.4.а/с, 1.А.5.а при использовании твердой биомассы <sup>6)</sup>**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.А.4.а.і	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.А.4.с.і	Сельское/ лесное/ рыбоводческое хозяйства: Стационарные			
	1.А.5.а	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Твердая биомасса				
Не применяется					
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 (котлы 5 класса), 150-300 КВт
НМЛОС	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996b)
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ	170	г/ГДж	95	320	Denier van der Gon (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden
ТЧ <sub>10</sub>	163	г/ГДж	91	305	Denier van der Gon (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub>	160	г/ГДж	90	299	Denier van der Gon (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden <sup>3)</sup>
ЧУ	28	% от ТЧ <sub>2,5</sub>	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011) <sup>4) 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)
ПХДД/Ф	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Более крупные камеры сгорания, 350 кВт
- 2) Принимается равным дровяным печам с низким уровнем выбросов
- 3) ТЧ<sub>10</sub> оцениваются в 95 % ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оцениваются в 93 % ОКВЧ. Фракции ТЧ приводятся согласно Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базе данных TNO CERMEIP. Коэффициенты выбросов были пересчитаны, чтобы включать общее количество частиц (включая конденсируемый компонент), исходя из предположения, что конденсируемые частицы составляют 12% от общей массы ТЧ для ТЧ<sub>2,5</sub> (среднее значение для автоматических котлов и котлов среднего размера из Denier van der Gon et al., 2015)
- 4) Значение в 28% ЧУ действительно только для общего количества частиц. Поскольку не ожидается, что конденсируемый компонент будет включать какой-либо ЧУ, в случае использования подхода только с фильтрацией можно предположить для ЧУ КВ 28% \* 160 = 45 г / ГДж.
- 5) Принимается равным усовершенствованным/экомаркированным бытовым котлам
- 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.

### 3.2.3 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), энергетическом балансе Eurostat, или в Международном энергетическом агентстве (IEA). Они чаще всего различают бытовое потребление топлива и коммерческое/институциональное потребление топлива, и поэтому их можно легко использовать вместе с коэффициентами выбросов для бытового и небытового использования топлива.

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)

## 3.3 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях, для всех видов топлива, за исключением биомассы

### 3.3.1 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 данных по топливу, технологии и стране. При разработке подробной методологии главное внимание должно быть сосредоточено на комбинации основных типов установок/видов топлива, используемых в стране.

Обратите внимание, что данный раздел не содержит методологии Уровня 2 для сжигания твердой биомассы, для методов Уровня 2 для малого сжигания топлива на основе твердой биомассы смотрите раздел 3.4.

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 вне жилищного секторе должна распределяться по соответствующим секторам деятельности НО.

### 3.3.2 Коэффициенты выбросов, базирующиеся на технологии

Коэффициенты выбросов, базирующиеся на технологии, для различных типов топлива и технологий приводятся для установок <50 КВтт и в особенности для установок > 50 КВтт. Данное разделение выбрано, чтобы были отражены различные характеристики выбросов для малых и более больших установок соответственно. В целом, малые установки (<50 КВтт) в большинстве являются бытовыми установками, а более большие установки (50 КВтт – 50 МВтт) - небытовые. Однако следует отметить, что это разделение не всегда соблюдается.

Общие сведения по таблицам коэффициентов выбросов Уровня 2 и ссылка на описание технологии в главе 2.2 приведены в Таблице 3.11.

Коэффициенты выбросов 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.

Для этих коэффициентов выбросов от ископаемого топлива коэффициенты выбросов ТЧ представляют либо только фильтруемые ТЧ, либо общее количество ТЧ (включая конденсируемый компонент), как указано в сносках под таблицами. Однако в некоторых случаях происхождение коэффициентов выбросов на данный момент неясно.

Таблица 3-11 Таблицы коэффициентов выбросов Уровня 2

	Уровень	Топливо	Сектор	Наименование технологии	Наименование технологии в главе 2.2	Соответствующий стандарт EN
Таблица 3.12	2	Твердое топливо (кроме биомассы)	Малые (<50 КВтт)	Открытые камины	Базовое оборудование - открытые камины	EN 13229
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Газообразное топливо	Малые (<50 КВтт)	Частично закрытые/закрытые камины	Приборы - Каминь	EN 15821 (наружные обогреватели)
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Твердое топливо (кроме биомассы)	Малые (<50 КВтт)	Традиционные печи	Традиционные излучающие печи на твердом топливе кроме биомассы	EN 13240 / EN 15250 / EN12815 (плиты)
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Твердое топливо (кроме биомассы)	Малые (<50 КВтт)	Традиционные котлы <50КВт	Традиционные первичные котлы на твердом топливе кроме биомассы	EN 303-5 / EN 12809
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Газообразное топливо	Малые (<50 КВтт)	Традиционные котлы <50КВт	Стандартные домашние котлы, включая конденсационные котлы	EN 303-5 / EN 12809
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Газойль	Малые (<50 КВтт)	Традиционные печи	Традиционные печи на жидком/газовом топливе	EN 13240/ EN 15250
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Газойль	Малые (<50 КВтт)	Традиционные котлы <50КВт	Стандартные домашние котлы, включая конденсационные котлы	EN 303-5 / EN 12809
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Уголь	Малые (<50 КВтт)	Усовершенствованные печи	Усовершенствованные и экомаркированные печи	EN 13240 / EN 15250
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Уголь	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >50КВтт <1МВтт	Стандартные котлы с технологиями неподвижной и движущейся колосниковой решеткой.	
<b>Error! Reference source not found.</b>	2	Уголь	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >50КВтт <1МВтт	Стандартные котлы с технологиями неподвижной и движущейся колосниковой решеткой.	

	Уро вен ь	Топливо	Сектор	Наименование технологии	Наименование технологии в главе 2.2	Соответствующий стандарт EN
Error! Reference source not found.	2	Уголь	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Котлы <1МВтт - ручная подача топлива	Составление инвентаризации усовершенствованн ого Уровня для ручной подачи топлива <1МВтт	
Error! Reference source not found.	2	Уголь	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Котлы <1МВтт - автоматическая подача топлива	Составление инвентаризации усовершенствованн ого Уровня для автоматической подачи топлива <1МВтт	
Error! Reference source not found.	2	Мазут	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >50КВтт <1МВтт	Стандартные котлы на жидком топливе	
Error! Reference source not found.	2	Мазут	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >1МВтт <50МВтт	Стандартные котлы на жидком топливе	
Error! Reference source not found.	2	Газообра зное топливо	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >50КВтт <1МВтт	Котлы на газе	
Error! Reference source not found.	2	Газообра зное топливо	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стандартные котлы >1МВтт <50МВтт	Котлы на газе	
Error! Reference source not found.	2	Газообра зное топливо	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Газовые турбины	Газовые турбины	
Error! Reference source not found.	2	Газойль	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Газовые турбины	Газовые турбины	
Error! Reference source not found.	2	Газообра зное топливо	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стационарные поршневые двигатели	Стационарные поршневые двигатели	
Error! Reference source not found.	2	Газойль	Средние (50 КВтт - 50 МВтт)	Стационарные поршневые двигатели	Стационарные поршневые двигатели	

Малые (<50 КВт) установки сжигания, в основном применяемые в технологиях отопления жилых помещений (1.A.4.b. i)

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

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, каминь, плиты...)			
Технологии/методики		Каминь, сауны и наружные обогреватели			
Региональные условия		нет данных			
Технологии снижения загрязнений		нет данных			
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	60	г/ГДж	36	84	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	5000	г/ГДж	3000	7000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	600	г/ГДж	360	840	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	500	г/ГДж	300	700	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
NH3	5	г/ГДж	3	7	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	350	г/ГДж	210	490	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	330	г/ГДж	198	462	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	330	г/ГДж	198	462	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	9.839	% от TЧ <sub>2.5</sub>	3	30	Engelbrecht et al., 2002
Pb	100	мг/ГДж	60	140	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	0.5	мг/ГДж	0.3	0.7	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	3	мг/ГДж	1.8	4.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	1.5	мг/ГДж	0.9	2.1	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	10	мг/ГДж	6	14	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	20	мг/ГДж	12	28	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	10	мг/ГДж	6	14	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	1	мг/ГДж	0.6	1.4	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	200	мг/ГДж	120	280	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мг/ГДж	85	260	Kakareka et. al (2004)
(ПХДД/Ф)	500	нг I-TEQ/ГДж	300	700	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	100	мг/ГДж	60	140	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	170	мг/ГДж	102	238	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	60	140	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сд)пирен	80	мг/ГДж	48	112	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

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.

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых TЧ или всех TЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

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

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	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	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
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	*
ТЧ <sub>2.5</sub>	2.2	г/ГДж	1.3	3.1	*
ЧУ	5.4	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	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)
ПХДД/ф	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.80	2.3	UNEP (2005)
Бенз(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(в)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)
Индено(1,2,3-сд)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* Предположение: КВ(ОКВЧ) = КВ(ТЧ<sub>10</sub>) = КВ(ТЧ<sub>2.5</sub>) Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub> представляют фильтруемые ТЧ.

\*\* Средние КВ из перечисленных источников

Таблица 3-14 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печи, использующие твердое топливо (кроме биомассы)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	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 (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печи				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	100	г/ГДж	60	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	5000	г/ГДж	3000	7000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	600	г/ГДж	360	840	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	900	г/ГДж	540	1000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	500	г/ГДж	240	600	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	450	г/ГДж	228	480	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	450	г/ГДж	216	480	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	60	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	1	мг/ГДж	0.6	3.6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	5	мг/ГДж	3	7.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	1.5	мг/ГДж	0.9	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	10	мг/ГДж	6	18	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	20	мг/ГДж	12	36	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	10	мг/ГДж	6	24	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	2	мг/ГДж	1.2	2.4	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	200	мг/ГДж	120	360	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	1000	нг I-TEQ/ГДж	300	1200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	250	мг/ГДж	150	324	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	400	мг/ГДж	150	480	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	150	мг/ГДж	60	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сд)пирен	120	мг/ГДж	54	144	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, но неизвестно представляют ли они выбросы только фильтруемых TЧ или всех TЧ (фильтруемых и конденсирующихся)

Таблица 3-15 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Котлы, использующие твердое топливо (кроме биомассы)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	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					
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	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ОКВЧ	261	г/ГДж	130	400	US EPA, 1998
ТЧ <sub>10</sub>	225	г/ГДж	113	338	Tivari et al., 2012
ТЧ <sub>2.5</sub>	201	г/ГДж	100	300	Tivari et al., 2012
ЧУ	6.4	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	200	мг/ГДж	60	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	3	мг/ГДж	0.6	3.6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	6	мг/ГДж	3	7.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	5	мг/ГДж	0.9	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	15	мг/ГДж	6	18	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	30	мг/ГДж	12	36	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	20	мг/ГДж	6	24	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	2	мг/ГДж	1.2	2.4	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	300	мг/ГДж	120	360	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	500	нг I-TEQ/ГДж	300	1200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	270	мг/ГДж	150	324	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	250	мг/ГДж	150	480	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	60	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	90	мг/ГДж	54	144	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub> представляют фильтруемые ТЧ.

**Таблица 3-16 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 кВтТ)				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХБ, ПХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	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)
SOx	0.30	г/ГДж	0.18	0.42	DGC (2009)
ОКВЧ	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>10</sub>	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>2.5</sub>	0.20	г/ГДж	0.12	0.28	*
ЧУ	5.4	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	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)
ПХДД/Ф	1.5	нг I-TEQ/ГДж	0.80	2.3	UNEP (2005)
Бенз(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)

Бензо(b)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Бензо(k)флуорантен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)
Индено(1,2,3-cd)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* Предположение:  $KV(TЧ_{10}) = KV(TЧ_{2.5})$ . Коэффициенты выбросов (KV) ОКВЧ, ТЧ10, ТЧ2,5 были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых).

\*\*средние KV из приведенных источников

---

---

**Таблица 3-17 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Печи, использующие жидкие виды топлива**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.b.i	Бытовые установки			
Топливо	Газойль				
ИНЗВ (если применимо)	020205 Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печки, камины, плиты...)				
Технологии/методики	Печи				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется	ГХБ, ПХБ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	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	% от 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	мг/ГДж	0.0005	0.002	Pulles et al. (2012)
Zn	0.42	мг/ГДж	0.21	0.84	Pulles et al. (2012)
ПХДД/Ф	10	нг I-TEQ/ГДж	2	50	UNEP (2005)
Бенз(а)пирен	80	мкг/ГДж	16	120	Berdowski et al. (1995)
Бензо(в)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)

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

**Таблица 3-18 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	ГХБ, ПХБ				
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. Интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	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)
SO2	79	г/ГДж	47	111	Italian Ministry for the Environment (2005)
ОКВЧ	1.5	г/ГДж	1	2	Italian Ministry for the Environment (2005)
TЧ <sub>10</sub>	1.5	г/ГДж	1	2	*
TЧ <sub>2,5</sub>	1.5	г/ГДж	1	2	*
ЧУ	3.9	% от TЧ <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)
Бенз(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)

\* Предположение: КВ (ОКВЧ) = КВ(TЧ10) = КВ(TЧ2.5)

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ10, TЧ2,5 представляют выбросы фильтруемых TЧ.

**Таблица 3-19 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Усовершенствованные 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	Усовершенствованные методики сжигания угля <1 МВтт – Усовершенствованные печи				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	150	г/ГДж	50	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	2000	г/ГДж	200	3000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	300	г/ГДж	20	400	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	450	г/ГДж	300	900	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	250	г/ГДж	80	260	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	240	г/ГДж	76	250	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	220	г/ГДж	72	230	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	80	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	1	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	5	мг/ГДж	3	9	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	1.5	мг/ГДж	1	5	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	10	мг/ГДж	5	15	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	15	мг/ГДж	10	30	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	10	мг/ГДж	5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	2	мг/ГДж	1	2.4	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	200	мг/ГДж	120	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	500	нг I-TEQ/ГДж	40	600	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	150	мг/ГДж	13	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	180	мг/ГДж	17	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	100	мг/ГДж	8	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	80	мг/ГДж	6	100	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

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.

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

**Средние (50 КВтт – 50 МВтт) установки сжигания, в основном применяемые в технологиях отопления нежилых помещений (1.A.4.a.i, 1.A.4.c.i, 1.A.5.a)**

**Таблица 3-20 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для малых источников нежилого фонда, (> 50 КВтт - ≤ 1 МВтт), котлы, использующие угольное топливо**

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.c.i	Сельское, лесное и рыболовческое хозяйства: Стационарные источники
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)
Топливо	Угольное топливо	

ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	160	г/ГДж	150	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	2000	г/ГДж	200	3000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	200	г/ГДж	20	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	900	г/ГДж	450	1000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	200	г/ГДж	80	250	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	190	г/ГДж	76	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	170	г/ГДж	72	220	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	200	мг/ГДж	80	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	3	мг/ГДж	1	5	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	7	мг/ГДж	5	9	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	5	мг/ГДж	0.5	8	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	15	мг/ГДж	1	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	30	мг/ГДж	8	50	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	20	мг/ГДж	2	30	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	2	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	300	мг/ГДж	100	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	400	нг I-TEQ/ГДж	40	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	100	мг/ГДж	13	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	130	мг/ГДж	17	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	50	мг/ГДж	8	100	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	40	мг/ГДж	6	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (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.

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

**Таблица 3-21 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (> 1 МВтт - ≤ 50 МВтт), использующие угольное топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники Сельское, лесное и рыболовческое хозяйства: Стационарные источники Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	180	г/ГДж	150	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	200	г/ГДж	150	3000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

НМЛОС	20	г/ГДж	10	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	900	г/ГДж	450	1000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	80	г/ГДж	70	250	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	76	г/ГДж	60	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	72	г/ГДж	60	220	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	100	мг/ГДж	80	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	1	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	9	мг/ГДж	5	10	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	4	мг/ГДж	0.5	5	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	15	мг/ГДж	1	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	10	мг/ГДж	8	30	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	10	мг/ГДж	2	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Se	2	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	150	мг/ГДж	100	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	100	нг I-TEQ/ГДж	40	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	13	мг/ГДж	10	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	17	мг/ГДж	10	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	9	мг/ГДж	8	100	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сd)пирен	6	мг/ГДж	5	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

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.

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

**Таблица 3-22 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы с ручной подачей топлива, использующие угольное топливо**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.4.a.i	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.A.4.c.i	Сельское, лесное и рыбноводческое хозяйства: Стационарные источники			
	1.A.5.a	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Усовершенствованные методики сжигания угля < 1 МВт Котлы с ручной подачей топлива				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH3				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	200	г/ГДж	150	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	1500	г/ГДж	200	3000	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	100	г/ГДж	20	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SOx	450	г/ГДж	300	900	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
OKBЧ	150	г/ГДж	80	250	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>10</sub>	140	г/ГДж	76	240	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
TЧ <sub>2.5</sub>	130	г/ГДж	72	220	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ЧУ	6.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	2	26	Zhang et al., 2012
Pb	150	мг/ГДж	80	200	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	2	мг/ГДж	1	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	6	мг/ГДж	5	9	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	4	мг/ГДж	0.5	5	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	10	мг/ГДж	1	15	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	15	мг/ГДж	8	30	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	15	мг/ГДж	2	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

Se	2	мг/ГДж	0.5	3	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	200	мг/ГДж	100	300	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХБ	170	мкг/ГДж	85	260	Kakareka et al. (2004)
ПХДД/Ф	200	нг I-TEQ/ГДж	40	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	90	мг/ГДж	13	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	110	мг/ГДж	17	180	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	50	мг/ГДж	8	100	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-сд)пирен	40	мг/ГДж	6	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

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.

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ10, ТЧ2,5 были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

**Таблица 3-23 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы с автоматической подачей топлива, использующие 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 Сельское, лесное и рыбноводческое хозяйства: Стационарные источники Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Угольное топливо				
ИНЗВ (если применимо)					
Технологии/методики	Усовершенствованные методики сжигания угля < 1 МВтт – Котлы с автоматической подачей топлива				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH3				
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	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
OKBЧ	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	% от 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)
ПХДД/Ф	40	нг I-TEQ/ГДж	20	500	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бенз(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-cd)пирен	0.617	мг/ГДж	0.06	6.2	Thistlethwaite, 2001
ГХБ	0.62	мкг/ГДж	0.31	1.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава 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.

Коэффициенты выбросов ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> представляют фильтруемые ТЧ.

**Таблица 3-24 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, средние (от > 50 кВт до ≤ 1 МВт) котлы, использующие жидкие виды топлива**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	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	Мазут (дистиллятное нефтяное топливо)				
ИНЗВ (если применимо)	20100 20300	Коммерческие и институциональные установки Установки в сельском, лесном и рыболовном хозяйствах			
Технологии/методики	Сжигание мазута (дистиллятного нефтяного топлива) в котлах ≤ 1 МВт				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	Se				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ОКВЧ, ЧУ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	100	г/ГДж	50	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
CO	40	г/ГДж	24	40	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
НМЛОС	15	г/ГДж	9	15	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
SO <sub>x</sub>	140	г/ГДж	84	140	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ТЧ <sub>10</sub>	3	г/ГДж	0.75	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ТЧ <sub>2.5</sub>	3	г/ГДж	0.75	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Pb	20	мг/ГДж	5	40	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cd	0.3	мг/ГДж	0.075	0.6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Hg	0.1	мг/ГДж	0.025	0.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
As	1	мг/ГДж	0.25	2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cr	20	мг/ГДж	5	40	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Cu	10	мг/ГДж	2.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Ni	300	мг/ГДж	75	600	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Zn	10	мг/ГДж	2.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
ПХДД/Ф	10	нг I-ТЕQ/ГДж	2.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бенз(а)пирен	8	мг/ГДж	2	16	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(б)флуорантен	9	мг/ГДж	2.25	18	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Бензо(к)флуорантен	6	мг/ГДж	1.5	12	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216
Индено(1,2,3-cd)пирен	3	мг/ГДж	0.75	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава В216

Примечание:

140 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,3 % S в жидком топливе с более низкой теплотой сгорания 42 ГДж /т. Если имеются данные о содержании серы, используйте соответствующее уравнение для корректировки значений.

**Таблица 3-25 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, средние (> 1 МВт до ≤ 50 МВт) котлы, использующие жидкие виды топлива**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	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	Мазут (дистиллятное нефтяное топливо)				
ИНЗВ (если применимо)	20100 20300	Коммерческие и институциональные установки Установки в сельском, лесном и рыболовном хозяйстве			
Технологии/методики	Сжигание мазута (дистиллятного нефтяного топлива) в котлах >1МВт				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено	NH <sub>3</sub> , ОКВЧ, ЧУ, ПХБ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	100	г/ГДж	50	150	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
CO	40	г/ГДж	20	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
НМЛОС	5	г/ГДж	2	15	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
SO <sub>x</sub>	140	г/ГДж	84	140	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ТЧ <sub>10</sub>	40	г/ГДж	10	80	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ТЧ <sub>2.5</sub>	30	г/ГДж	7.5	60	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Pb	10	мг/ГДж	2.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cd	0.3	мг/ГДж	0.075	0.6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Hg	0.1	мг/ГДж	0.025	0.2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
As	1	мг/ГДж	0.25	2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cr	20	мг/ГДж	5	40	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Cu	3	мг/ГДж	0.75	6	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Ni	200	мг/ГДж	50	400	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Zn	5	мг/ГДж	1.25	10	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
ПХДД/Ф	10	нг I-ТЕQ/ГДж	2.5	20	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бенз(а)пирен	1	мг/ГДж	0.5	2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бензо(б)флуорантен	2	мг/ГДж	1	4	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Бензо(к)флуорантен	1	мг/ГДж	0.5	2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216
Индено(1,2,3-сd)пирен	1	мг/ГДж	0.5	2	ЕМЕР/ЕЕА (2006) Глава B216

Примечание:

140 г/ГДж диоксида серы соответствует 0,3 % S в жидком топливе с более низкой теплотой сгорания 42 ГДж /т. Если имеются данные о содержании серы, используйте соответствующее уравнение для корректировки значений.

Таблица 3-26 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы среднего размера (&gt; 50 кВтт - ≤ 1 МВтт), использующие природный газ

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 Сельское, лесное и рыбноводческое хозяйства: Стационарные источники 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	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO <sub>x</sub>	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)
SO <sub>x</sub>	1.4	г/ГДж	0.83	1.95	Italian Ministry for the Environment (2005)
ОКВЧ	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	*
ЧУ	5.4	% от 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)
ПХДД/Ф	0.5	нг I-TEQ/ГДж	0.3	0.8	UNEP (2005)
Бенз(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)
Индено(1,2,3-сд)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* Предположение: КВ(ОКВЧ) = КВ(ТЧ<sub>10</sub>) = КВ(ТЧ<sub>2.5</sub>)

\*\* средние КВ из перечисленных источников

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

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 Сельское, лесное и рыболовческое хозяйства: Стационарные источники 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	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
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)
ОКВЧ	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	*
TЧ <sub>2.5</sub>	0.45	г/ГДж	0.27	0.63	*
ЧУ	5.4	% от TЧ <sub>2.5</sub>	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)
ПХДД/Ф	0.5	нг I-TEQ/ГДж	0.3	0.8	UNEP (2005)
Бенз(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)
Индено(1,2,3-сд)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* Предположение: КВ(ОКВЧ) = КВ(TЧ<sub>10</sub>) = КВ(TЧ<sub>2.5</sub>). Коэффициенты выбросов ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> представляют выбросы фильтруемых TЧ

\*\* средние КВ из перечисленных источников

Таблица 3-28 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Газовые турбины, использующие природный газ

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)	020104	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные газовые турбины			
	020203	Бытовые - Газовые турбины			
	020303	с/х, лесоводство и рыбное хозяйство - Стационарные газовые турбины			
Технологии/методики	Газовые турбины				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
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	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	1.5	3.5	England et al. (2004), Wien et al. (2004) и 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)
ПХХД	0,5	нг I-TEQ/ГДж	0,3	0,8	UNEP (2005)
Бенз(а)пирен	0.56	мкг/ГДж	0.19	0.56	US EPA (1998)
Бензо(в)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)
Индено(1,2,3-сд)пирен	0.84	мкг/ГДж	0.28	0.84	US EPA (1998)

\* Предположение:  $KV(TЧ_{10}) = KV(TЧ_{2.5})$  Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

Таблица 3-29 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Газовые турбины, использующие газойль

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	Сельское хозяйство/ лесоводство/ рыболовство: Стационарные			
Топливо	Газойль				
ИНЗВ (если применимо)	020104	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные газовые турбины			
	020203	Бытовые Газовые турбины			
	020303	с/х, лесоводство и рыбное хозяйство - Стационарные газовые турбины			
Технологии/методики	Газовые турбины				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub> , Бенз(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
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	*
ОКВЧ	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	% от ТЧ <sub>2,5</sub>	20.1	46.9	Hildemann et al. (1991) и 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)
As	0,002		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)
ПХДД/Ф	1.8	нг I-TEQ/ГДж	0.4	9	Pulles et al. (2012)

\* оценка основана на 0.1 % S и низшей теплотворной способности = 43.33 ТДж/1000 тонн

\*\* Предположение: КВ(ОКВЧ) = КВ(ТЧ<sub>10</sub>) = КВ(ТЧ<sub>2,5</sub>)

Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

Таблица 3-30 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Поршневые двигатели, использующие 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	Сельское хозяйство/лесоводство/ рыболовство:Стационарные			
Топливо	Природный газ				
ИНЗВ (если применимо)	020105	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные двигатели			
	020204	Бытовые - Стационарные двигатели			
	020304	с/х, лесоводство и рыбное хозяйство - Стационарные двигатели			
Технологии/методики	Стационарные поршневые двигатели				
Региональные условия	Нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ПХБ, ГХБ				
Не оценено	NH <sub>3</sub>				
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)
ОКВЧ	2	г/ГДж	1	3	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>10</sub>	2	г/ГДж	1	3	BUWAL (2001)
ТЧ <sub>2.5</sub>	2	г/ГДж	1	3	*
ЧУ	2.5	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	1.5	3.5	England et al. (2004), Wien et al. (2004) и 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)
Бенз(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)
Индено(1,2,3-сd)пирен	1.8	мкг/ГДж	0.36	9	Nielsen et al. (2010)

\*\* Предположение:  $KV(TЧ_{10}) = KV(TЧ_{2.5})$  Коэффициенты выбросов (КВ) ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых ТЧ или всех ТЧ (фильтруемых и конденсируемых)

Таблица 3-31 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Поршневые двигатели, использующие газойль

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.А.4.а.і	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.А.4.б.і	Бытовые установки			
	1.А.4.с.і	С/Х,/лесоводство/рыбоводство: Стационарные			
Топливо	Газойль				
ИНЗВ (если применимо)	020105	Коммерческий/институциональный сектор - Стационарные двигатели			
	020204	Бытовые - Стационарные двигатели			
	020304	с/х, лесоводство и рыбное 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)
TЧ <sub>10</sub>	30	г/ГДж	18	42	BUWAL (2001)
TЧ <sub>2.5</sub>	30	г/ГДж	18	42	*
ЧУ	78	% от TЧ <sub>2.5</sub>	47	100	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)
ЛХБ	0.13	нг/ГДж	0.013	0.13	Nielsen et al. (2010)
ЛХДД/Ф	0.99	нг I-TEQ/ГДж	0.20	5.0	Nielsen et al. (2010)
Бенз(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)
Индено(1,2,3-сд)пирен	1.5	мкг/ГДж	0.15	1.5	Nielsen et al. (2010)
ГХБ	0,22	мкг/ГДж	0,022	0,22	Nielsen et al. (2010)

\* Предположение: KB(TЧ<sub>10</sub>) = KB(TЧ<sub>2.5</sub>) Коэффициенты выбросов (KB) ОКВЧ, TЧ<sub>10</sub>, TЧ<sub>2.5</sub> были пересмотрены, и не ясно включают ли они выбросы фильтруемых TЧ или всех TЧ (фильтруемых и конденсируемых)

### 3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

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

$$EF_{\text{технология уменьшенная}} = (1 - \eta_{\text{устранениезагрязнений}}) \times EF_{\text{технология не уменьшенная}} \quad (5)$$

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.

### **3.3.4 Данные по осуществляемой деятельности**

Для перехода от Уровня 1 к Уровню 2 при составлении инвентаризации необходимо дальнейшее разделение общих данных по использованию топлива по всей стране на использование топлива в зависимости от конкретной технологии. Информация на данном уровне разделения скорее всего ограничена и скорее всего потребуются дополнительные исследования/анализ со стороны составителей инвентаризации, чтобы получить данные, необходимые для разделения на классы. Рекомендуется использовать данные по конкретной стране по распределению данных типов технологий. Данный раздел предлагает Руководство по разделению данных о деятельности Уровня 1 (которые обычно доступны из статистики) на разные типы технологий для Уровня 2. .

#### **Наборы данных по умолчанию (если отсутствует информация по конкретной стране)**

В Таблице 3.42 представлено распределение по умолчанию для бытового и коммерческого/институционального использования топлива, охватывающее основные технологии из данной части (камины, котлы и печи) при использовании твердого топлива за исключением биомассы. Эти данные были получены из модели оценки взаимодействия и синергизма парниковых газов и загрязнителей воздуха (GAINS), основанной на данных за 2010 год, записанных в виде петаджоулей энергии и представляющих собой средневзвешенное значение для 28 стран-членов ЕС. Для удобства пользования эти данные были преобразованы в процентные доли по топливу и технологии, чтобы составители инвентаризации могли разделить общие национальные данные. При разработке соотношений для ЕС считается, что вероятные соотношения будут различаться в зависимости от имеющихся в данном географическом регионе видов топлива и местных климатически/культурных вариантов технологий в жилом секторе. Поэтому, если твердые виды топлива важны для малого сжигания в вашей стране, неплохо провести сравнение с моделью GAINS (<http://gains.iiasa.ac.at/models/index.html>) для разделения различных видов оборудования, характерного для вашей страны.

**Таблица 3-32 Распределение бытового использования твердого топлива (кроме биомассы) по основным типам технологий, основанное на модели GAINS**

Тип топлива	Тип технологии	EU28	Средние доли распределения топлива
Бурый уголь /лигнит	Камины		0%
	Бытовые котлы (автоматическая подача топлива)		0%
	Бытовые котлы (ручная подача топлива)		75%
	Печи		25%
Каменный уголь	Камины		0%
	Бытовые котлы (автоматическая подача топлива)		1%
	Бытовые котлы (ручная подача топлива)		51%
	Печи		48%
Переработанный уголь (кокс)	Камины		0%
	Бытовые котлы (автоматическая подача топлива)		0%
	Бытовые котлы (ручная подача топлива)		70%
	Печи		30%

Альтернативно, в Таблице 3.33 приводятся данные по небытовому использованию топлива, охватывающие секторальное разделение потребления энергии, использование энергии различными по размеру энергетическими классами и количество эксплуатируемых установок. Данные в таблице 3.33 основаны на исследовании, выполненном подрядчиком (Grebott et al., 2014) от имени Европейской комиссии, для изучения вариантов контроля выбросов от приборов мощностью меньше 50 МВт. Данные в таблице были получены на основе опросов, разосланных компетентным органам государств-членов в 2012/2013 годах и экстраполяции, чтобы охватить пробелы, где они существовали, для разработки полной базы данных.. Исследование фокусировалось на диапазоне от 1 МВт до 50 МВт, а также включало данные, хранящиеся в модели (GAINS), управляемой Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA). Исследование не включало приборы мощностью 50 кВт - 1 МВт, так как объем и содержание исследования была определена Директивой по среднему промышленному оборудованию для сжигания (MCPD). Таблица 3.33 включает данные для этого класса на основе анализа тенденций и экстраполяции данных для других классов, приведенных в таблице.

Таблица 3.33 может использоваться наряду с национальной энергетической статистикой для дальнейшего распределения данных в формате для использования с таблицами коэффициентов выбросов, приведенными в Руководстве по категориям 50 кВт - 1 МВт и 1 МВт - 50 МВт. Тем не менее, необходимо соблюдать осторожность, учитывая высокий уровень неопределенности данных в таблице 3.33 и тот факт, что это представляет среднее значение для 27 государств-членов ЕС. Любые региональные или национальные варианты не учитываются в таблице, и агентствам по инвентаризации также рекомендуется использовать методы, подробно описанные в разделе 0 при разработке оценок при подходе Уровня 2.

**Таблица 3-33 Сводная таблица данных по 27 странам-членам ЕС, взятых из исследования Европейской комиссии «Анализ воздействия различных**

**вариантов контроля выбросов от сжигания топлива в установках с общей номинальной тепловой мощностью ниже 50 МВт (2014 год)»,**

Данные	50КВтт – 1МВтт	1-5 МВтт	5-20 МВтт	20-50 МВтт
Количество установок	569,045	113,809	23,868	5,309
Процент установок от общего числа	80%	16%	3%	1%
Распределения по секторам <sup>1</sup>				
Выработка электроэнергии общего пользования	11%	11%	8%	16%
Выработка тепла общего пользования	23%	25%	29%	40%
Сфера услуг (т.е. не бытовое)	13%	5%	2%	0%
Больницы	6%	6%	1%	2%
Теплицы	13%	13%	40%	4%
Пищевая промышленность	4%	4%	3%	6%
Промышленность	18%	18%	14%	28%
Другое (Университет)	5%	5%	0%	1%
Другое (ТЭЦ)	1%	1%	0%	0%
Другое	6%	11%	3%	3%
Тип технологии <sup>2</sup>				
Котлы	80%	80%	82%	81%
Двигатели / турбины / другое	20%	20%	18%	19%
Мощность установок (ГВтт)	300,000	273,714	232,367	177,099
Потребление топлива:				
Биомасса (ПДж)	168	163	160	182
Другие виды твердого топлива (ПДж)	56	49	46	74
Жидкое топливо (ПДж)	236	213	290	206
Природный газ (ПДж)	1,272	1,268	1,704	844
Другие виды газообразного топлива (ПДж)	169	277	125	104
Общее потребление топлива (ПДж)	1,902	1,971	2,325	1,410
Потребление топлива в процентах:				
Биомасса (%)	9%	8%	7%	13%
Другие виды твердого топлива (%)	3%	2%	2%	5%
Жидкое топливо(%)	12%	11%	12%	14%
Природный газ (%)	67%	64%	73%	60%
Другие виды газообразного топлива (%)	9%	15%	6%	8%
Выбросы SO <sub>2</sub> (кт)	-	103	130	68
Выбросы NO <sub>x</sub> (кт)	-	210	227	117
Выбросы пыли (кт)	-	17	20	16

Примечание 1: Распределение по секторам представляет собой средневзвешенное значение, полученное из небольшой выборки государств-членов ЕС, предоставивших данную информацию.

Примечание 2: На разделение по типам технологии оказало значительное влияние предположение 80:20, которое использовалось для заполнения информации по большинству государств-членов ЕС, для которых отсутствовала данная информация.

### **Другие методологии для дальнейшего разделения данных по деятельности для более усовершенствованных вычислений (подходы Уровня 2 и Уровня 3)**

Для разработки оценок выбросов согласно подходу Уровня 1 потребуются только данные о потреблении топлива на национальном уровне. Для продвижения к подходам Уровня 2 и Уровня 3 потребуется более детальная информация, разделенная по типам технологий. Данная информация может быть более ограниченной. В то время как Таблица 3.32 и Таблица 3.33 обеспечивают полезную разбивку приборов на рынке ЕС до 2014 года (отмечая присоединение Хорватии к ЕС), можно использовать дополнительные методологии, чтобы помочь агентствам по инвентаризации разработать необходимые данные по деятельности для подходов Уровня 2 и Уровня 3. Это включает сбор данных из следующих источников

- информация от поставщиков топлива и отдельных компаний;
- исследования по сохранению энергии/смягчению последствий изменения климата для соответствующих секторов;
- обследований жилого, коммерческого/институционального и сельскохозяйственного секторов;
- 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, которая может включать энергетические классы для категории установок меньше 50 МВт.

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.

Методология Уровня 2 требует дальнейшего распределения расходуемого топлива 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 разделения. Государственные подходы должны разрабатываться в зависимости от наличия и качества суррогатных данных. Некоторые примеры суррогатных источников данных:

- обследования жилого, коммерческого/институционального и сельскохозяйственного секторов;
- 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 коммерческого-институционального сектора.

Как описано в Broderick & Houck (2003), во время подготовки и проведения обзорного исследования бытового расхода дров нужно учитывать несколько обстоятельств. Технические аспекты опросов представлены Восточной исследовательской группой (Eastern Research Group) (2000), которая предлагает детальное описание вопросов, требующих рассмотрения при проведении опроса, т.е. методы опроса, объем выборки, разработка вопросов, обработка ответов и т.д. 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. Также полезным может быть включение рисунков в опрос для помощи, как респондентам, так и проводящим опрос. В разделе 3.5.1 представлено дальнейшее обсуждение вопроса использования биомассы в бытовом и небытовом секторах. Оно включает обсуждение проблемы выбросов и влияния эксплуатационных параметров и технического обслуживания на выбросы. В нем также подчеркивается важность природы самого топлива, различные виды древесины с различным содержанием органического вещества, влаги и масла будут влиять на произведенные выбросы, равно как и вид древесины (бревна против гранул), сжигаемой в приборах.

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, таунхаус (дом, имеющий общую стену с соседним домом), жилой многоквартирный дом);
- год постройки;
- первичные (и вторичные) источники тепла;

- наличие или отсутствие центрального отопления;
- 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 или 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 3-34 Расход энергии для обогрева жилых помещений в выбранных европейских странах (проект Odyssee-Mure, база данных Odyssee (2012))**

Страна	Теплотребление для обогрева жилых помещений*, МДж/м <sup>2</sup>
Европейский Союз	525.131
Австрия	622.341
Бельгия	896.896
Болгария	321.409
Великобритания	558.961
Венгрия	568.762
Германия	633.611
Греция	430.970
Дания	571.015
Ирландия	534.639
Испания	211.285
Италия	342.077
Латвия	903.062

Литва	567.693
Нидерланды	425.459
Польша	646.948
Португалия	55.049
Румыния	663.094
Словакия	509.279
Словения	658.428
Финляндия	746.278
Франция	567.273
Хорватия	416.823
Чешская Республика	654.534
Швеция	537.448
Эстония	693.783

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 бытового сжигания древесины от общего расхода энергии. Рекомендуется применить 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 источник тепловой	Доля бытового сжигания древесины от общей потребности в обогреве
Дрова	1.0
Дороже по сравнению с дровами	0.6
Такой же уровень цен, как на дрова	0.5
Дешевле 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.

### 3.4 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях, для твердого биотоплива

#### 3.4.1 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 данных по топливу, технологии и стране. При разработке подробной методологии главное внимание должно быть сосредоточено на комбинации основных типов установок/видов топлива, используемых в стране.

В этом разделе приведены рекомендации по оценке выбросов от сжигания твердой биомассы. Учитывая важность этого источника для (особенно) выбросов ТЧ в большинстве стран, была разработана специальная методология. Эта методология является методологией Уровня 2, но в дополнение к обычным методологиям Уровня 2 этот метод обеспечивает разделение технологии по умолчанию, которое Стороны могут использовать для применения подхода Уровня 2. Идея заключается в том, что благодаря этому они смогут предоставить более точную оценку по сравнению с более ранним подходом Уровня 1 для бытового сжигания биомассы.

Годовые выбросы определяются данными по осуществляемой деятельности и коэффициентом выбросов.

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

где

$E_i$  = годовые выбросы загрязняющего вещества  $i$ ,

$EF_{i,j,k}$  = коэффициент выбросов загрязняющего вещества  $i$  по умолчанию для устройства типа  $j$  и топлива  $k$ ,

$A_{j,k}$  = годовое потребление топлива  $k$  в устройствах типа  $j$ .

Для того, чтобы пользоваться данной инвентаризацией, должны быть доступны следующие данные:

- Общее годовое потребление твердой биомассы;
- Как данная твердая биомасса распределена по разным видам топлива  $k$  (например, различные виды древесины);
- Как использование твердой биомассы распределено по разным типам устройств  $j$

В идеале эта информация должна быть доступна из национальной статистики или национальных исследований, отражающих конкретную ситуацию в стране. Однако, если эта информация недоступна, данная методология Уровня 2 предоставляет информацию по умолчанию о том, как разделить технологии, используемые для сжигания твердой биомассы по различным типам приборов и типам топлива.

Эта методология разделяет малое сжигание древесины на несколько устройств и типов топлива, как описано в следующих разделах.

### 3.4.2 Разделение коэффициентов по типам устройств

В данном разделе представлены коэффициенты выбросов по умолчанию для разделения общего потребления топлива по различным типам устройств. Разделение базируется на типах устройств, приведенных в Klimont et al. (2002) и Kupiainen и Klimont (2007), для которых также доступны данные из модели IIASA GAINS за различные года. Типы устройств описаны в таблице ниже.

**Таблица 3-35 Типы устройств, различаемые в модели IIASA GAINS**

Аббревиатура	Тип устройства	Соответствующая таблица/таблицы коэффициентов выбросов
FPLACE	Камины	Error! Reference source not found.
STOVE	Печи для обогрева*	Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.
SHB_A	Котел на индивидуальное домохозяйство, автоматическая подача топлива	Error! Reference source not found.
SHB_M	Котел на индивидуальное домохозяйство, ручная подача топлива	Таблица Error! Reference source not found.
MB_A	Средний котел, автоматическая подача топлива (между 1 – 50 МВтт)	Error! Reference source not found., Таблица Error! Reference source not found.
MB_M	Средний котел, ручная подача топлива	Error! Reference source not found.

\* Обычно, использование печей на биомассе для приготовления пищи можно считать очень незначительным в Европе.

Эта информация должна использоваться только в том случае, если не доступны данные из самой страны о распределении различных типов устройств. Распределение оценивается путем учета энергетических балансов как отправной точки для разделения между жилыми, коммерческими / институциональными и другими секторами. Выделение на печи и котлы было предложено МИПСА (IIASA) и было обсуждено со странами в рамках консультаций. Более подробную информацию об оценке этих долей можно получить в Klimont et al. (2016).

Большинство стран в регионе ЕЭК ООН включены в разделенные факторы, приведенные в таблицах 3.36 -3.38 (соответственно, на 2000, 2005 и 2010 годы). Для стран, не включенных в эти таблицы, рекомендуется выбрать страну, наиболее напоминающую перечисленные страны. За годы, между предоставленными годами, интерполяция / экстраполяция могут использоваться для оценки взносов типа устройства в другие годы. Кроме того, GAINS также содержит это разделение для прогнозируемых будущих лет, поэтому их также можно использовать для большинства отчетов о выбросах за последние годы, а также отчетов о прогнозах.

Таблица 3-36 Разделение на типы устройств согласно модели IIASA GAINS за 2000 год

год: 2000	FPLACE	MB_A	MB_M	SHB_A	SHB_M	STOVE
Албания	0%	1%	6%	0%	2%	91%
Австрия	1%	6%	0%	4%	62%	27%
Беларусь	0%	1%	14%	0%	2%	83%
Бельгия	8%	0%	0%	4%	4%	85%
Босния и Герцеговина	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Болгария	0%	0%	2%	0%	2%	96%
Хорватия	6%	0%	0%	0%	25%	69%
Кипр	8%	0%	0%	25%	33%	33%
Чешская республика	1%	3%	0%	0%	36%	59%
Дания	1%	6%	8%	8%	34%	43%
Эстония	6%	1%	1%	0%	25%	67%
Финляндия	5%	13%	2%	3%	19%	58%
Франция	6%	4%	0%	0%	11%	79%
Германия	8%	0%	0%	25%	33%	33%
Греция	6%	0%	0%	6%	25%	62%
Венгрия	0%	9%	0%	0%	46%	46%
Исландия	-	-	-	-	-	-
Ирландия	20%	0%	0%	0%	5%	75%
Италия	62%	0%	0%	0%	9%	29%
Косово	-	-	-	-	-	-
Латвия	6%	5%	5%	0%	15%	68%
Литва	8%	4%	4%	0%	38%	47%
Люксембург	6%	3%	1%	6%	24%	60%
Республика Македония (БЮРМ)	0%	1%	9%	0%	2%	88%
Мальта	-	-	-	-	-	-
Молдова	0%	1%	10%	0%	2%	87%
Черногория	-	-	-	-	-	-
Нидерланды	77%	3%	0%	0%	0%	19%
Норвегия	5%	0%	0%	0%	1%	94%
Польша	4%	1%	8%	0%	12%	75%
Португалия	21%	0%	0%	7%	17%	55%
Румыния	0%	0%	1%	0%	2%	96%
Российская Федерация	1%	0%	2%	0%	11%	85%
Сербия	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Словакия	5%	0%	0%	0%	15%	80%
Словения	0%	0%	0%	2%	89%	9%
Испания	6%	2%	1%	6%	24%	61%
Швеция	6%	4%	2%	7%	65%	15%
Швейцария	1%	27%	0%	8%	42%	21%
Турция	0%	0%	0%	1%	11%	87%
Украина	0%	1%	12%	1%	10%	76%
Великобритания	7%	29%	4%	36%	10%	14%

Таблица 3-37 Разделение на типы устройств согласно модели IIASA GAINS за 2005 год

Год: 2005	FPLACE	MB_A	MB_M	SHB_A	SHB_M	STOVE
Албания	0%	0%	4%	0%	2%	93%
Австрия	1%	9%	0%	7%	58%	25%
Беларусь	0%	2%	17%	0%	2%	80%
Бельгия	7%	2%	1%	4%	4%	82%
Босния и Герцеговина	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Болгария	0%	0%	2%	0%	2%	96%
Хорватия	6%	0%	0%	0%	29%	65%
Кипр	8%	0%	0%	42%	17%	33%
Чешская республика	1%	5%	0%	1%	37%	55%
Дания	1%	4%	5%	20%	26%	44%
Эстония	6%	4%	2%	0%	24%	65%
Финляндия	5%	13%	2%	3%	19%	58%
Франция	6%	7%	0%	0%	10%	77%
Германия	8%	0%	0%	42%	17%	33%
Греция	6%	0%	0%	6%	25%	62%
Венгрия	1%	9%	0%	1%	41%	48%
Исландия	-	-	-	-	-	-
Ирландия	19%	1%	0%	0%	5%	75%
Италия	60%	0%	0%	0%	9%	31%
Косово	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Латвия	6%	7%	6%	2%	13%	67%
Литва	7%	3%	2%	2%	39%	47%
Люксембург	6%	4%	1%	6%	24%	59%
Республика Македония (БЮРМ)	0%	0%	3%	0%	2%	94%
Мальта	-	-	-	-	-	-
Молдова	0%	1%	10%	0%	2%	87%
Черногория	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Нидерланды	78%	3%	0%	0%	0%	19%
Норвегия	4%	0%	0%	0%	0%	94%
Польша	4%	2%	5%	0%	12%	77%
Португалия	21%	0%	0%	14%	14%	52%
Румыния	0%	1%	6%	0%	2%	91%
Российская Федерация	1%	5%	27%	0%	8%	59%
Сербия	0%	0%	0%	0%	2%	98%
Словакия	5%	0%	0%	0%	15%	80%
Словения	0%	0%	0%	5%	86%	8%
Испания	6%	2%	1%	6%	24%	61%
Швеция	6%	7%	2%	14%	58%	12%
Швейцария	1%	28%	0%	11%	39%	21%
Турция	0%	0%	0%	1%	11%	87%
Украина	0%	1%	12%	1%	10%	76%
Великобритания	8%	25%	4%	38%	11%	15%

Таблица 3-38 Разделение на типы устройств согласно модели IIASA GAINS за 2010 год

Год: 2010	FPLACE	MB_A	MB_M	SHB_A	SHB_M	STOVE
Албания	0%	1%	3%	1%	4%	91%
Австрия	1%	9%	0%	10%	57%	24%
Беларусь	0%	3%	15%	1%	4%	77%
Бельгия	8%	1%	1%	4%	4%	83%
Босния и Герцеговина	0%	0%	0%	1%	5%	94%
Болгария	0%	0%	1%	1%	4%	93%
Хорватия	6%	0%	0%	0%	27%	67%
Кипр	5%	45%	0%	32%	5%	14%
Чешская республика	2%	5%	0%	8%	32%	53%
Дания	1%	3%	2%	25%	23%	45%
Эстония	6%	3%	1%	0%	24%	66%
Финляндия	5%	13%	2%	3%	19%	58%
Франция	6%	7%	0%	0%	10%	77%
Германия	8%	0%	0%	58%	8%	25%
Греция	6%	0%	0%	12%	19%	62%
Венгрия	2%	15%	0%	5%	37%	41%
Исландия	-	-	-	-	-	-
Ирландия	17%	2%	0%	1%	4%	76%
Италия	59%	0%	0%	0%	7%	34%
Косово	0%	0%	0%	1%	5%	94%
Латвия	7%	6%	4%	3%	12%	67%
Литва	7%	4%	2%	3%	38%	47%
Люксембург	6%	7%	0%	12%	17%	58%
Республика Македония (БЮРМ)	0%	1%	4%	1%	4%	89%
Мальта	-	-	-	-	-	-
Молдова	0%	2%	10%	1%	4%	83%
Черногория	0%	0%	0%	1%	5%	94%
Нидерланды	78%	2%	0%	0%	0%	20%
Норвегия	4%	1%	0%	0%	0%	94%
Польша	4%	3%	5%	1%	10%	77%
Португалия	20%	1%	0%	14%	14%	51%
Румыния	0%	1%	3%	1%	4%	91%
Российская Федерация	1%	5%	20%	1%	9%	65%
Сербия	0%	0%	0%	1%	5%	94%
Словакия	4%	2%	1%	0%	11%	82%
Словения	0%	0%	0%	8%	84%	7%
Испания	6%	4%	0%	12%	18%	60%
Швеция	5%	7%	1%	16%	58%	12%
Швейцария	1%	28%	0%	16%	35%	20%
Турция	0%	0%	0%	2%	11%	86%
Украина	0%	10%	54%	1%	4%	31%
Великобритания	7%	31%	0%	38%	10%	14%

### 3.4.3 Разделение коэффициентов выбросов по типу топлива и методы сжигания

#### Различные типы твердой биомассы

Помимо типов приборов, тип биомассы также является важным параметром, который следует учитывать при оценке выбросов при малом сжигании древесины. Например, мягкая и твердая древесина, древесина из разных типов деревьев будут иметь разные характеристики выбросов. Некоторые конкретные коэффициенты выбросов доступны и представлены в разделе Уровня 3 данной главы. Однако следует признать, что особенно трудно получить данные об осуществляемой деятельности. Поэтому в отсутствие какой-либо информации можно предположить, что коэффициенты выбросов, представленные в разделе 3.4.4, обеспечивают среднее значение для доступных типов древесины / условий.

В случае гранул, однако, ситуация другая. Печи на топливных гранулах имеют отличные характеристики выбросов, поэтому важно исследовать долю гранул в общем потреблении древесины при малом сжигании. В некоторых случаях эта информация может быть получена из национальной статистики. Если информация по конкретной стране не доступна, рекомендуется считать, что устройства типа SHB\_A (Котлы на индивидуальное домохозяйство с автоматической подачей топлива) работают на древесных топливных гранулах. Конкретные коэффициенты выбросов для небольших котлов, работающих на гранулах, доступны в следующем разделе.

#### Влияние различных методов сжигания и эксплуатации.

При мелкомасштабном сжигании древесины большинство выбросов ТЧ состоит из испаряемых или частично сгоревших или несгоревших высокомолекулярных смолистых компонентов, поступающих из топлива из-за высокой температуры. Наибольшие выбросы твердых частиц происходят, когда огонь достаточно горячий, чтобы выпустить эти смолистые компоненты из древесины, но все еще слишком холодно, чтобы эти компоненты сгорели. Помимо низкой температуры, сжигание высвобожденных смолистых компонентов также может быть подавлено в условиях кислородного голодания.

Основными условиями, определяющими высвобождение частиц, являются:

- **Фаза запуска:** во время фазы запуска, которая происходит в течение времени между разжиганием и полным устойчивым горением, выбросы ТЧ, СО и НМЛОС могут быть очень высокими по причинам, указанным выше. Любые способы работы, которые продлевают фазу запуска, обычно увеличивают выбросы, а любые способы работы, которые максимизируют полный устойчивый период горения, уменьшают выбросы. На этапе запуска выбросы могут быть в 10 раз выше выбросов при устойчивом горении. Условия во время пуска могут повторяться при добавлении нового топлива в огонь. Из добавленного топлива выделяются смолистые компоненты, но огонь еще не достаточно горячий, чтобы полностью сжечь эти компоненты. Согласно Nussbaumer et al. (2008/2) на фазу запуска приходится примерно 50% общих выбросов ТЧ, имея в виду, что эта доля может значительно варьироваться в зависимости от условий.
- **Фаза постепенного затухания:** Другой фазой, критической для выбросов, является заключительная фаза горения, когда новое топливо больше не добавляется, а температура и скорость горения огня снижаются. В этой фазе может произойти тление древесины, которое снова вызывает очень высокие выбросы, намного превышающие выбросы при постоянном полном горении. Условия тления могут быть очень продолжительными, если оставить огонь затухать сам по себе. Подобные условия

возникают, когда огонь регулируется сверху или гаснет, при уменьшении или полном отсутствии подачи кислорода. В условиях, связанных с недостатком кислорода, компоненты, высвобождаемые из топлива под воздействием тепла, не могут больше полностью сгорать, а выбросы сильно возрастают, когда огонь подавляется таким образом. Почти полное устранение подачи кислорода приводит к длительному тлению, а летучие компоненты все еще высвобождаются из топлива, но больше не могут сгореть, что приводит к высоким выбросам частиц.

- **Способ эксплуатации:** разжигание огня сверху приводит к снижению выбросов на 50-80%, по сравнению с воспламенением снизу, поскольку, когда топливо воспламеняется снизу, может быть недостаток кислорода и, следовательно, неполное сгорание, в то время как температура пламени изначально снижается от бревен, лежащих поверх огня (Nussbaumer et al., 2008/2). Если используется одноступенчатая топливная камера, и топливная камера заполняется деревянными бревнами более чем на 50%, выбросы ТЧ могут быть в 5-10 раз больше по сравнению с идеальными условиями, тогда как для двухступенчатых топливных камер производительность намного лучше (Nussbaumer et al., 2008/2).
- **Воздействие температуры огня:** Как правило, чем выше температура, тем ниже выбросы. Как упоминалось выше, выбросы могут быть очень высокими, когда огонь больше не является достаточно горячим, чтобы выпущенные летучие компоненты спонтанно загорались и сгорали, но все еще достаточно жарко, чтобы скорость высвобождения этих компонентов из топлива была по-прежнему высока. Температура огня частично определяется типом устройства, но на него также оказывают влияние условия эксплуатации. Любая практика, которая уменьшает температуру огня ниже температуры, необходимой для самовозгорания летучих компонентов, либо приводя к местным «холодным зонам», либо к более холодному огню в целом (например, позволяя огню слишком распространиться) может увеличить выбросы на порядки
- **Содержание влаги в топливе:** фактором, который рассматривается в рабочих условиях, является содержание влаги в древесине. Высокое содержание влаги (например, выше 20%) значительно продлит фазу запуска, так как испарение влаги может поддерживать температуру огня слишком низкой, чтобы полностью сжечь высвободившиеся летучие смолистые компоненты. Испарение влаги, присутствующей в топливе, также способствует паровой десорбции смолистых компонентов из древесины. Паровая десорбция приводит к увеличению выпуска этих компонентов и в сочетании с более холодным огнем приводит также к значительно более высоким выбросам (Simoneit, 2002).

Эффект описанных выше способов эксплуатации особенно значителен для небольших приборов (например, ниже 50 кВт), для которых смолистый и другой полуметучий материал доминирует в выбросах твердых частиц. В более крупных устройствах температура огня часто значительно выше, поэтому эти компоненты, выпущенные из топлива, полностью сгорают в любом случае. Кроме того, подача воздуха значительно оптимизирована по сравнению с обычными малыми приборами, а дымовые газы лучше смешиваются из-за более высокой турбулентности пламени, что предотвращает выход охлаждаемых частично сгоревших частей дымового газа. Огонь обычно регулируется скоростью подачи топлива, а не подачи кислорода. В более крупных устройствах выбросы твердых частиц в результате суспензии золы из-за более высокой турбулентности пламени (что обычно не происходит в меньших устройствах) могут превышать выбросы из-за выброса частично сгоревших или несгоревших летучих компонентов из топлива. Для этих более крупных приборов многие из описанных выше

условий работы могут иметь гораздо меньший эффект или даже иметь противоположный эффект (например, влажность топлива). Например, US EPA (1989) сообщает, что уменьшение влажности древесины увеличивает коэффициент выбросов твердых частиц. Также в главе US EPA AP42 о сжигании древесных отходов в котлах сообщается о более высоком значении выбросов фильтруемых частиц из сухой, по сравнению с влажной древесиной (17,5% для ОКВЧ, 19,5% для ТЧ<sub>10</sub> и 25% для ТЧ<sub>2,5</sub>). Вероятно, это связано с тем, что, если воды больше, то меньше древесины на килограмм топлива, что приводит, при одинаковых условиях сжигания, к выработке меньшего числа ТЧ на килограмм сжигаемой древесины.

Еще одно важное замечание состоит в том, что печи, которые использовались в течение нескольких лет, выделяют больше частиц, чем новые печи. SINTEF Energy Research (Seljeskog et al., 2013) сообщает, что испытания дровяных печей в Норвегии показали, что в зависимости от качества каждого конкретного типа печи и каждого конкретного технического решения печи, нормальное использование в течение нескольких лет может привести к увеличению утечки воздуха с присущим результатом более высоких выбросов частиц. Утечка означает, что воздух попадает в печь в неправильном месте, а не в зону входа вторичного воздуха, где он должен смешиваться с горячими дымовыми газами и сжигать оставшиеся частицы. Здесь утечки охлаждают части зоны горения и предотвращают полное сгорание частиц. Необходимы дальнейшие исследования для более подробного количественного определения этого влияния.

#### **3.4.4 Коэффициенты выбросов в зависимости от технологии для сжигания твердой биомассы**

В данном разделе представлены коэффициенты выбросов для сжигания твердой биомассы в 4 разных категориях типов устройств. Они соответствуют распределению по типам устройств, представленному в разделе 3.4.2. Для котлов коэффициенты разделения типов устройств различают котлы с автоматической и ручной подачей топлива. Данное разделение не представлено в таблицах коэффициентов выбросов.

Важное замечание состоит в том, что эта методология Уровня 2 представляет коэффициенты выбросов только для общего количества ТЧ (включая конденсируемые частицы) для всех загрязнителей, связанных с ТЧ (ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>). Как объяснялось, измеренные выбросы ТЧ сильно зависят от используемой методики измерения (Nussbaumer et al., 2008 / 1):

1. Только твердые частицы: это относится к отбору частиц на нагретом фильтре через зонд из неразбавленного дымового газа в дымовой трубе при фиксированной температуре газа. Используя этот метод, ТЧ, образовавшиеся в результате охлаждения и расширения горячих дымовых газов (конденсируемая фракция), не учитываются.
2. Общие частицы: это относится к отбору фильтруемых частиц в смесительном тоннеле с температурой фильтра-держателя <35 ° C (например, норвежский стандарт NS 3058-2). Из-за охлаждения и разбавления конденсируемый органический материал в горячем дымовом газе конденсируется на фильтре. Поэтому, когда измеряются ТЧ с использованием этого метода, включаются как фильтруемые, так и конденсируемые ТЧ.

Доля ЧУ, приведенная в таблицах КВ, также основывается на КВ для ТЧ<sub>2,5</sub>, которые включают конденсируемую фракцию. Это важное примечание, поскольку доля ЧУ в ТЧ<sub>2,5</sub> сильно зависит от метода измерения, используемого для ТЧ<sub>2,5</sub> (ЧУ, как правило, отсутствует в конденсируемой фракции).

Для отчетности настоятельно рекомендуется подход с отчетностью о выбросах ТЧ на основе общего количества частиц, поэтому все таблицы КВ для малого сжигания биомассы включают только коэффициенты выбросов для общих выбросов ТЧ (включая конденсируемый компонент). В любом случае Стороне следует использовать последовательный подход для всех выбросов от малого сжигания и четко указывать в ИДК, включена ли (или не включена) ли конденсируемая фракция в ТЧ от малого сжигания. Для справки, коэффициенты выбросов, относящиеся только к твердым частицам (исключая конденсируемый компонент), представлены в Таблице 3.49.

### Камины

Данный раздел представляет коэффициенты выбросов по умолчанию для сжигания древесины в каминах. Данные коэффициенты выбросов напоминают коэффициенты для традиционных (открытых) каминов. Для более эффективных закрытых каминов, рекомендуется использовать коэффициенты выбросов для высокоэффективных печей (Таблица 3.41).

**Таблица 3-39 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 ИО	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					
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) и McDonald et al. (2000)
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996)
ННЗ	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
ОКВЧ (общие частицы)	880	г/ГДж	440	1760	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	840	г/ГДж	420	1680	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	820	г/ГДж	410	1640	Alves et al. (2011) <sup>2)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	7	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	2	18	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bølling et al. (2009), Fine et al. (2002), Kupiainen & Klimont (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>
ПХДД/Ф	800	нг I-TEQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) <sup>1)</sup>
Бенз(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	
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	5	мкг/ГДж	30	150	Syc et al. (2011)

- 1) Принимается равным традиционным обычным печам
- 2) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2.5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP.
- 3) Принимается равным обычным котлам
- 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.

### Печи

В этом разделе приведены коэффициенты выбросов по умолчанию для древесины (и аналогичных древесных отходов), сжигаемых в печах. Представленные здесь коэффициенты выбросов обеспечивают среднее значение для типичной фракции твердой биомассы.

Различают разные печи:

- Обычные печи
- Высокоэффективные печи
- Усовершенствованные / экомаркированные печи и котлы
- Эти 3 типа печей описаны более подробно в разделе 2.2.1.

Разделение между обычными, высокоэффективными и экомаркированными печами должно производиться на основе конкретной страны. В Руководстве не содержится конкретной информации на уровне страны для этого разделения. Как правило, предполагается, что большинство печей в Европе по-прежнему являются обычными, учитывая относительно длительный срок службы печей. Однако в некоторых европейских регионах, особенно в Германии и в скандинавских странах, значительная часть печей, скорее всего, сходна с экомаркированными печами с соответствующими коэффициентами выбросов. Например, в Дании новые печи должны соответствовать строгим правилам. На европейском уровне Директива «Экодизайн» включает конкретные элементы, направленные в значительной

степени на выбросы твердых частиц из дровяных печей, но это законодательство будет введено в действие только в 2022 году.

Если информация о разделении между различными типами печей отсутствует, следует считать все печи обычными печами.

Коэффициенты выбросов для котлов / печей, использующих топливные гранулы, приведены в разделе «Котлы на индивидуальное домохозяйство» в таблице 3.44.

**Таблица 3-40 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Обычные печи, 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 (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печи				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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) и Goncalves et al. (2012)
НМЛОС	600	г/ГДж	20	3000	Pettersson et al. (2011)
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996)
NH <sub>3</sub>	70	г/ГДж	35	140	Roe et al. (2004)
ОКВЧ (общие частицы)	800	г/ГДж	400	1600	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	760	г/ГДж	380	1520	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	740	г/ГДж	370	1480	Alves et al. (2011) и Glasius et al. (2005) <sup>1)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	10	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	2	20	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bølling 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>
ПХДД/Ф	800	нг I-TEQ/ГДж	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бенз(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011);
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	
Индено(1,2,3-сд)пирен	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) ТЧ10 оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ2.5 оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP.
- 2) Принимается равным обычным котлам
- 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 3-41 Коэффициенты выброса Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Высокоэффективные печи, использующие древесину<sup>6)</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 (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Высокоэффективные печи				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	80	г/ГДж	30	150	Pettersson et al. (2011) <sup>1)</sup>
CO	4000	г/ГДж	500	10000	Johansson et al. (2003) <sup>2)</sup>
НМЛОС	350	г/ГДж	100	2000	Johansson et al. (2004) <sup>2)</sup>
SOx	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996b)
NH3	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>3)</sup>
ОКВЧ (общие частицы)	400	г/ГДж	200	800	Glasius et al. (2005) <sup>4)5)</sup>
ТЧ10 (общие частицы)	380	г/ГДж	290	760	Glasius et al. (2005) <sup>4)5)</sup>
ТЧ2.5 (общие частицы)	370	г/ГДж	285	740	Glasius et al. (2005) <sup>4)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	0.03	мкг/ГДж	0.003	0.3	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	250	нг I-TEQ/ГДж	20	2600	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007);
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005);
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Индено(1,2,3-сd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Принимается равным обычным печам
- 2) Принимается равным обычным котлам
- 3) Считается с низкими выбросами
- 4) Дровяные печи < 3 лет.
- 5) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2.5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 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.
- 7) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются от коэффициентов выбросов общих частиц, применяя отношение коэффициентов выбросов для твердых/общих частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ<sub>10</sub> и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

**Таблица 3-42 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Усовершенствованные/ экомаркированные печи, использующие древесину**

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	Усовершенствованные /экомаркированные печи				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	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	EMEP/EEA (2009)
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996/2)
ННЗ	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
ОКВЧ (общие частицы)	100	г/ГДж	20	250	Johansson et al.(2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	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> (общие частицы)	93	г/ГДж	19	233	Johansson et al.(2003); Goncalves et al. (2010); Schmidl et al. (2011) <sup>2)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	28	% от 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)
ПХДД/Ф	100	нг I-ТЕQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Считается с низкими выбросами
- 2) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2.5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 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.

### Котел на индивидуальное домохозяйство (<50 кВт)

В этом разделе приведены коэффициенты выбросов по умолчанию для котлов на индивидуальное домохозяйство, которые определяются как котлы с тепловой мощностью менее 50 кВт. Если проводится разделение между ручной и автоматической подачей топлива, рекомендуется применять КВ для обычных котлов (Таблица 3.43) для котлов на одно домохозяйство с ручной подачей топлива и применять КВ для печей на топливных гранулах (Таблица 3.44) для котлов на индивидуальное домохозяйство с автоматической подачей топлива.

**Таблица 3-43 Коэффициенты выброса Уровня 2 для категории источника 1.A.4.b.i, Обычные котлы < 50 кВт, использующие древесину и аналогичные древесные отходы<sup>6)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2		
Категория источника НО	Код	Название
Топливо	1.A.4.b.i	Бытовые установки
ИНЗВ (если применимо)	020202	Бытовые установки, установки по сжиганию < 50 МВт (котлы)

Технологии/методики	Обычные котлы <50 кВт				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (2003)
ННЗ	74	г/ГДж	37	148	Roe et al. (2004)
ОКВЧ (общие частицы)	500	г/ГДж	250	1000	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	480	г/ГДж	240	960	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub> (общие частицы)	470	г/ГДж	235	940	Winther (2008) <sup>3)</sup> and Johansson et al. (2003) <sup>4)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	16	% от 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)
ПХДД/Ф	550	нг I-TEQ/ГДж	20	2600	Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005)
Бенз(а)пирен	121	мг/ГДж	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007);
Бензо(б)флуорантен	111	мг/ГДж	11	1110	Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011);
Бензо(к)флуорантен	42	мг/ГДж	4	420	Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Индено(1,2,3-cd)пирен	71	мг/ГДж	7	710	Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Считается, что 2/3 древесины сжигается в старых котлах и 1/3 в новых котлах. Одно выпадающее значение для старых котлов не было включено..
- 2) Предполагается, что котлы старые.
- 3) Считается, что 2/3 древесины сжигается в старых котлах и 1/3 в новых котлах. Одно выпадающее значение для старых котлов не было включено..
- 4) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 5) Основано на коэффициенте выбросов ТЧ<sub>2,5</sub> в 475 г/ГДж
- 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.

- 7) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются от коэффициентов выбросов общих частиц, применяя отношение коэффициентов выбросов для твердых/общих частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ10 и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

**Таблица 3-44 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 1.А.4.б.і, Печи на топливных гранулах и котлы, использующие древесные гранулы <sup>1)</sup>**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.4.б.і	Бытовые установки			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	020205	Коммунально-бытовой сектор – Прочее оборудование (печи, камины, плиты...)			
Технологии/методики	Печи и котлы на топливных гранулах				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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) и Johansson et al. (2004)
НМЛОС	10	г/ГДж	1	30	Johansson et al. (2004) и Boman et al. (2011)
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (1996/2)
NH <sub>3</sub>	12	г/ГДж	6	24	Roe et al. (2004)
ОКВЧ (общие частицы)	62	г/ГДж	31	124	Denier van der Gon et al. (2015)
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	60	г/ГДж	30	120	Denier van der Gon et al. (2015)
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	60	г/ГДж	30	120	Denier van der Gon et al. (2015)
ЧУ (основано на общих частицах)	15	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	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)
ПХДД/Ф	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	
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.

### Средние котлы (>50 кВт)

В этом разделе приведены коэффициенты выбросов по умолчанию для средних котлов, которые определяются как котлы с тепловой мощностью от 50 кВт до 50 МВт. Чтобы применить коэффициенты выбросов, расход топлива необходимо разделить на два диапазона мощности: 50 кВт - 1 МВт и 1 МВт - 50 МВт. Если нет информации о разделении между этими двумя диапазонами, рекомендуется принять во внимание, что все котлы среднего размера находятся в диапазоне размеров от 50 кВт до 1 МВт.

Для диапазона размеров > 1 МВт, считается, что все котлы имеют автоматическую подачу топлива, и коэффициенты выбросов представлены в : для диапазона размеров 50 кВт - 1 МВт, делается разделение между ручной (MB\_M) и автоматической (MB\_A) подачей топлива. Коэффициенты по умолчанию по разделению для каждой страны приведены в Таблицах 3.36 - 3.38. Коэффициенты выбросов для котлов среднего размера с ручной и автоматической подачей топлива приведены в Таблице 3.47 и Таблице 3.48 соответственно.

Если используется конкретная информация о стране, о доле средних котлов, и нет разделения между ручной и автоматической подачей, имеется также таблица коэффициентов выбросов с усредненными КВ (Таблица 3.46). Для выбросов ТЧ и НМЛОС предлагаемый коэффициент выбросов представляет собой среднее значение для ручных и автоматических котлов в этом диапазоне размеров (50 кВт-1 МВт), представленные в Таблице 3.47 и Таблице 3.48.

**Таблица 3-45 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Средние котлы, использующие 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)	20100	Коммерческие и институциональные установки			
	20300	Установки в сельском, лесном и рыбноводческом хозяйствах			
Технологии/методики	Сжигание древесины >1МВт – Котлы				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется	ГХГЦ				
Не оценено					
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	210	г/ГДж	50	300	US EPA (2003)
CO	300	г/ГДж	50	4000	Немецкий стандарт тестов для котлов 500 кВт-1МВт; Датское законодательство (Luftvejledning)
НМЛОС		г/ГДж	5	300	Johansson et al. (2004) <sup>1)</sup>
SO <sub>x</sub>	12	г/ГДж	8	40	US EPA (2003)
ННЗ	11	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>

ОКВЧ (общие частицы)	37	г/ГДж	20	80	Denier van der Gon et al. (2015) применено к Johansson et al. (2004) <sup>5)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	40	г/ГДж	19	76	Denier van der Gon et al. (2015) применено к Johansson et al. (2004) <sup>3) 5)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	38	г/ГДж	18	74	Denier van der Gon et al. (2015) применено к Johansson et al. (2004) <sup>3) 5)</sup>
Pb	17	мг/ГДж	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	27	мг/ГДж	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	13	мг/ГДж	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.56	мг/ГДж	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	0.19	мг/ГДж	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	23	мг/ГДж	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	6	мг/ГДж	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	2	мг/ГДж	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	0.5	мг/ГДж	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
ПХБ	512	мкг/ГДж	0.0007	0.07	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	0.007	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	100	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	10	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	16	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	5	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	4	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Принимается равным дровяным печам с низким уровнем выбросов
- 2) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2.5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 3) Принимается равным усовершенствованным/экомаркированным бытовым котлам
- 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.
- 5) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются, применяя соотношение между ТЧ<sub>2.5</sub> для общих частиц и для твердых частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ<sub>10</sub> и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

**Таблица 3-46 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Средние (>50КВт до ≤ 1 МВт) котлы, использующие древесину (при отсутствии информации по ручной/автоматической подаче топлива)**

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)	20100	Коммерческие и институциональные установки
	20300	Установки в сельском, лесном и рыболовном хозяйстве

Технологии/методики	Сжигание древесины <1МВт – Котлы				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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	435	г/ГДж	50	4000	EN 303 котлы класса 5, 150-300 кВт, Немецкий стандарт тестов для котлов 500кВт-1МВт
НМЛОС	156	г/ГДж	5	400	Сводные показатели Таблицы 3.47 и Таблицы 3.48
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (2003)
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ (общие частицы)	105	г/ГДж	41.5	166	Средние показатели Таблицы 3.47 и Таблицы 3.48
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	100.5	г/ГДж	39.5	158	Средние показатели Таблицы 3.47 и Таблицы 3.48
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	98.5	г/ГДж	38.5	154	Средние показатели Таблицы 3.47 и Таблицы 3.48
ЧУ (основано на общих частицах)	26	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	8.5	39	Средние показатели Таблицы 3.47 и Таблицы 3.48
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	0.03	мкг/ГДж	0.006	0.3	Hedman et al. (2006)
ПХДД/Ф	100	нг I-ТЕQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Принимается равным дровяным печам с низким уровнем выбросов
- 2) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2.5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 3) Принимается равным усовершенствованным/ экомаркированным бытовым котлам
- 4) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются, применяя соотношение между ТЧ<sub>2.5</sub> для общих частиц и для твердых частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ<sub>10</sub> и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

Таблица 3-47 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы с ручной подачей топлива, использующие древесину <sup>4)</sup>

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.А.4.а.і	Коммерческий/институциональный сектор: стационарные источники			
	1.А.4.с.і	Стационарные источники			
	1.А.5.а	Другие стационарные источники (включая военные)			
Топливо	Древесина				
ИНЗВ (если применимо)	20100	Коммерческие и институциональные установки			
	20300	Установки в сельском, лесном и рыболовном хозяйствах			
Технологии/методики	Сжигание древесины <1МВт – Котлы с ручной подачей топлива				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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 котлы класса 5, 150-300 кВт
НМЛОС	300	г/ГДж	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (2003)
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>1)</sup>
ОКВЧ (общие частицы)	170	г/ГДж	85	340	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden <sup>5)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	163	г/ГДж	81	326	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)5)</sup>
ТЧ <sub>2.5</sub> (общие частицы)	160	г/ГДж	80	320	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Naturvårdsverket, Sweden <sup>2)5)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	28	% от ТЧ <sub>2.5</sub>	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011) <sup>3)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)
ПХДД/Ф	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(в)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	

ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)
-----	---	---------	-----	----	-------------------

- 1) Принимается равным дровяным печам с низким уровнем выбросов
- 2) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Voman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 3) Принимается равным усовершенствованным/ экомаркированным бытовым котлам
- 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.
- 5) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются, применяя соотношение между ТЧ<sub>2,5</sub> для общих частиц и для твердых частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ<sub>10</sub> и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

**Таблица 3-48 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для источников нежилого фонда, Котлы с автоматической подачей топлива, использующие 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)	20100	Коммерческие и институциональные установки			
	20300	Установки в сельском, лесном и рыбноводческом хозяйствах			
Технологии/методики	Сжигание древесины <1МВт – Котлы с автоматической подачей топлива				
Региональные условия	нет данных				
Технологии снижения загрязнений	Нет данных				
Не применяется					
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	300	г/ГДж	50	4000	Немецкий стандарт тестов для котлов 500 кВт-1МВт; Датское законодательство (Luftvejledning)
НМЛОС	12	г/ГДж	5	300	Johansson et al. (2004) <sup>1)</sup>
SO <sub>x</sub>	11	г/ГДж	8	40	US EPA (2003)
NH <sub>3</sub>	37	г/ГДж	18	74	Roe et al. (2004) <sup>2)</sup>
ОКВЧ (общие частицы)	40	г/ГДж	20	80	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Johansson et al. (2004) <sup>6)</sup>
ТЧ <sub>10</sub> (общие частицы)	38	г/ГДж	19	76	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup> <sup>6)</sup>
ТЧ <sub>2,5</sub> (общие частицы)	37	г/ГДж	18	74	Denier van der Gon et al. (2015) применен к Johansson et al. (2004) <sup>3)</sup> <sup>6)</sup>
ЧУ (основано на общих частицах)	15	% от ТЧ <sub>2,5</sub>	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)
ПХДД/Ф	100	нг I-TEQ/ГДж	30	500	Hedman et al. (2006)
Бенз(а)пирен	10	мг/ГДж	5	20	Boman et al. (2011); Johansson et al. (2004)
Бензо(б)флуорантен	16	мг/ГДж	8	32	
Бензо(к)флуорантен	5	мг/ГДж	2	10	
Индено(1,2,3-сd)пирен	4	мг/ГДж	2	8	
ГХБ	5	мкг/ГДж	0.1	30	Syc et al. (2011)

- 1) Данные по современным котлам
- 2) Принимается равным дровяным печам с низким уровнем выбросов
- 3) ТЧ<sub>10</sub> оценивается как 95 % от ОКВЧ, ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается как 93 % от ОКВЧ. Фракции ТЧ взяты из Boman et al. (2011), Pettersson et al. (2011) и базы данных TNO CERMEIP
- 4) Принимается равным бытовым котлам на топливных гранулах
- 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.
- 6) Коэффициенты выбросов для твердых частиц рассчитываются, применяя соотношение между ТЧ<sub>2,5</sub> для общих частиц и для твердых частиц, указанных в Denier van der Gon et al. (2015). ЧУ, ТЧ<sub>10</sub> и ОКВЧ рассчитываются, основываясь на предположении, что конденсируемые фракции содержат только частицы <2.5мкм и не содержат ЧУ

В Таблице 3.49 представлены коэффициенты выбросов только для твердых частиц для каждой из технологий для сжигания биомассы, представленных в этом разделе. Они полностью соответствуют коэффициентам выбросов, указанным для общего количества частиц в Таблицах коэффициентов выбросов выше. Для целей отчетности Сторонам настоятельно рекомендуется использовать коэффициенты выбросов для общего количества ТЧ (включая конденсируемый компонент), как указано в таблицах коэффициентов выбросов выше.

**Таблица 3.1 Коэффициенты выбросов ТЧ, основанные только на твердых частиц (для справки)**

Технология		ОКВЧ	ТЧ <sub>10</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>	ЧУ (%) <sup>1)</sup>	Ссылки
Бытовые	Открытые камины	270	260	240	24	Denier van der Gon et al. (2015) применено к КВ в Таблице 3.39
	Обычные печи	200	160	140	53	Denier van der Gon et al. (2015) применено к КВ в Таблице 3.40
	Высокоэффективные печи	170	150	140	43	Denier van der Gon et al. (2015) применено к КВ в Таблице 3.41
	Усовершенствованные/экомаркированные печи и котлы	54	49	47	55	Denier van der Gon et al. (2015) применено к КВ в Таблице 3.42
	Обычные котлы < 50 кВт	170	150	140	54	Denier van der Gon et al. (2015) применено к КВ в Таблице 3.43
	Печи на топливных гранулах и котлы (использующие древесные	32	30	30	30	Denier van der Gon et al. (2015), для ЧУ применено к Schmidl et al. (2011)

	гранулы)					
Небытовые	Средние котлы (1-50 МВт)	36	34	33	17	Johansson et al. (2004), for BC Denier van der Gon et al. (2015) применено к Schmidl et al. (2011)
	Средние котлы (50 кВт - 1 МВт)	93	88.5	86.5	29	Среднее от Среднеразмерных 50кВт-1МВт для автоматической и ручной подачи топлива
	Ручные котлы (<1 МВт), ручная подача топлива	150	143	140	32	Naturvårdsverket, Sweden, for BC Denier van der Gon et al. (2015) применено к Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011)
	Ручные котлы (<1 МВт), автоматическая подача топлива	36	34	33	17	Johansson et al. (2004), for BC Denier van der Gon et al. (2015) применено к Schmidl et al. (2011)

1) Доля ЧУ в данной таблице также действительна только для коэффициентов выбросов, основанных на подходе только для фильтруемых частиц

### 3.4.5 Данные по осуществляемой деятельности

#### Общий подход к сбору данных об осуществляемой деятельности

Подход Уровня 2 к биомассе основан на информации о расходе топлива биомассы для разных типов устройств и отдельно для древесины и топливных гранул. В идеальном случае данные о потреблении топливных гранул и другой биомассы должны быть доступны из национальных данных или статистики. Однако, если эта информация недоступна, в первом приближении предполагается, что котлы на одно домохозяйство с автоматической подачей топлива (SHB\_A) используют топливные гранулы, в то время как все другие типы устройств используют негранулированную твердую биомассу.

Первым предварительным условием является общее количество сжигания биомассы. Эти данные обычно доступны из статистики, например, из национальной статистики, от Евростата и от энергетических балансов Международного энергетического агентства. Следует признать, что особенно для твердой биомассы эти цифры могут быть неопределенными. Например, самообеспечение и прямая покупка древесины у фермеров могут не учитываться, когда статистика энергетики основывается главным образом на данных, полученных от поставщиков топлива. Это может привести к существенной недооценке потребления древесины, особенно в странах с богатыми запасами древесины и большой долей отопления с помощью печей и малых котлов на твердом топливе. В этом случае данные о потреблении древесины могут быть недооценены. Рекомендуются консультации с экспертами по лесному хозяйству и / или моделирование спроса на энергоресурсы, чтобы проверить и / или корректировать статистические показатели потребления энергии. Однако некоторые страны действительно включают этот аспект в свои национальные статистические данные об энергопотреблении. Поэтому, без какой-либо лучшей информации, хорошей практикой является использование данных о потреблении энергии, доступных в национальной или международной статистике.

Теплотворная способность (низшая и высшая теплота сгорания) древесины в основном зависят от содержания влаги и зольности. При 0% зольности и влаги («сухая беззольная масса») низшая и высшая теплота сгорания древесины составляют около 19 и 20 МДж / кг

соответственно. Зола является инертной при горении, и увеличение зольности приводит к пропорциональному уменьшению теплотворной способности. Согласно (FAO, 2015) содержание золы в топливе из биомассы обычно составляет от 0,5 до 10%, для топливной древесины обычно составляет от 0,5 до 2%, а для других травянистых сельскохозяйственных отходов - от 5 до 10% (например, солома = 6%). Низшая и высшая теплота сгорания топливной древесины при содержании воды  $W$  ( $H(W)$  в МДж / кг) могут быть рассчитаны в соответствии с  $H(W) = (H_{dm} * (100-W) - 2,44 * W) / 100$ , при этом  $H_{dm}$  - теплотворность древесины в сухом (безводном) состоянии (низшая или высшая теплота сгорания в МДж / кг),  $W$  - содержание воды в древесине (% воды во влажном состоянии) и 2,44 - тепло испарения воды при 25 ° C (МДж / кг), Обратите внимание, что содержание воды не то же самое, что содержание влаги (влажность), разница заключается в том, что содержание влаги выражается в сухом состоянии, в то время как содержание воды выражается во влажном состоянии.

Содержание воды в топливной древесине может сильно варьироваться, в зависимости от вида древесины, времени сушки и климатических условий во время сушки. Недавно измельченная свежая древесина наполовину состоит из воды и наполовину из деревянного вещества. После сушки в атмосферном воздухе типичное содержание воды снижается до 15-20% (FAO, 2015 г.). Если содержание воды неизвестно, по умолчанию может быть принято значение в 20%. Когда древесина (отходы) перерабатывается в гранулы, содержание воды снижается до менее 10% (например, 8%). Содержание воды в высушенной в печи и прокаленной древесине может быть еще ниже, но использование высушенной в печи и прокаленной древесины в малых устройствах для сжигания, вероятно, будет небольшим, так как эта обработка обычно делается для укрепления древесины и ее пригодности для использования, например, как строительного материала. FAO (2015 г.) дает следующие значения типичной низшей теплоты сгорания:

**Таблица 3-50 Низшая теплота сгорания (НТС) для топливной древесины с различным содержанием воды и 1% зольности**

Тип твердой биомассы	Содержание воды (%)	НТС (МДЖ/кг)
Высушенная в печи древесина	5%	18.5
Топливные гранулы	8%	17.1
Топливная древесина (полностью высушенная на воздухе)	15	15.6
Топливная древесина (частично высушенная на воздухе)	20%	14.6
Древесная стружка и древесина с сухой поверхностью	30%	12.4

Кроме того, усовершенствование подхода к инвентаризации с Уровня 1 до Уровня 2 требует дальнейшего разделения использования топлива из национальных общих данных в сторону использования топлива по конкретным типам технологий. Ожидается, что информация об использовании топлива на этом уровне разделения будет более ограниченной и, скорее всего, потребует дополнительных обзоров / исследований со стороны агентства по инвентаризации для получения данных, необходимых для дальнейшего разделения. Если эта информация доступна или может быть собрана, рекомендуется использовать этот национальный источник данных. Однако, когда эта информация недоступна, эта методология Уровня 2 предоставляет информацию по умолчанию для расслоения потребления твердой биомассы в зависимости от разных типов устройств в зависимости от страны.

Более подробная информация о данных об осуществляемой деятельности приведена в разделе 3.3.4 о небиомассовом топливе.

#### Независимые оценки потребления биомассы

Как упоминалось выше, некоторые статистические оценки потребления твердой биомассы особенно в жилом секторе могут недооценивать фактическое использование в домохозяйствах. Поскольку сжигание древесины является ключевым источником выбросов особенно твердых частиц, надежные данные об осуществляемой деятельности имеют очень большое значение.

Существует несколько методов для независимой оценки. Первый вариант - это использование информации о потреблении энергии для обогрева помещений (см., Например, Таблицу 3.34), и объединение это со статистикой общей площади помещений (в м<sup>2</sup>) в жилом секторе. Однако следует отметить, что необходимо различать различные типы топлива, которые могут использоваться для обогрева помещений (например, газ или электричество). Другой вариант - начать с общего спроса на энергию в жилом секторе, выразить это в ГДж / человек и сравнить разные страны.

Последний подход был использован Denier van der Gon et al. (2015 год), где общий объем использования древесины для стран ЕЭК ООН в Европе по странам оценивался, исходя из конкретного использования древесины в жилых помещениях на одного человека (ГДж / на душу населения), в этом случае принятой из модели GAINS. Данные модели GAINS показывают, что более высокое потребление древесины происходит в странах с более высокой доступностью древесины, и на основе сочетания данных о численности населения с площадью лесов была получена связь между ними. Используя это, для нескольких стран были внесены поправки. Итоговые данные по потреблению древесины за 2010 год приведены в таблице 3.50

**Таблица 3-51 Потребление древесины на душу населения за 2010 год согласно оценке Denier van der Gon et al. (2015)**

Страна	Использование древесины на душу населения (ГДж)	Страна	Использование древесины на душу населения (ГДж)
Албания	2.5	Венгрия	3.3
Армения	2.5	Ирландия	0.5
Австрия	10.0	Италия	2.5
Азербайджан	1.5	Литва	8.2
Бельгия	2.4	Люксембург	2.0
Болгария	4.1	Латвия	16.4
Босния и Герцеговина	8.2	Молдова	2.6
Беларусь	2.6	Республика Македония (БЮРМ)	6.2
Швейцария	2.3	Мальта	0.8
Кипр	0.8	Нидерланды	1.1
Чешская республика	5.1	Норвегия	6.1
Германия	3.2	Польша	3.8
Дания	8.0	Португалия	2.9
Испания	2.0	Румыния	7.5

Эстония	14.0	Россия	4.1
Финляндия	13.1	Словакия	4.6
Франция	5.8	Словения	9.5
Великобритания	0.4	Швеция	4.7
Грузия	1.7	Турция	2.6
Греция	2.3	Украина	3.0
Хорватия	6.3	Сербия, Черногория и Косово	7.1

### 3.5 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 больше коэффициентов выбросов, относящихся к технологиям, - руководство по определению характерных для установки коэффициентов выбросов приведено в Статистическом протоколе. Соответствующие коэффициенты выбросов также представлены в Приложении А.

#### 3.5.1 Использование биотоплива в малых установках сжигания (<50МВтт)

Подход инвентаризации Уровня 1 для составления оценок выбросов для малых установок сжигания основан на количестве видов топлива, потребляемых сектором малого сжигания (<50 МВтт). Улучшение до Уровня 2 инвентаризации дает возможность уточнить оценки, основанные на типах технологий, которые охватывают как жилое, так и коммерческое сжигание; с технологиями, подробно описанными в разделе 2.2 этой главы Руководства. Дальнейшая доработка и совершенствование подхода к инвентаризации Уровня 3 должна оценивать воздействие на выбросы, которые проблемы с производительностью и возраст оборудования могут иметь в секторе малого сжигания. Этот подход не должен основываться на оценке выбросов, относящихся к установке, но подходит для пропорционального анализа общего количества используемых приборов.

Топливо на основе биомассы, как правило, будет иметь больший разброс, чем другие виды топлива, используемые в секторе малого сжигания. Частично это объясняется развитием и разнообразием древесины и приборов, использующих биомассу, которые могут быть в использовании, но также из-за вариантов характера самого топлива, которое может оказать значительное воздействие на возникающие выбросы.

Что касается производительности для установок малого сжигания, использующих древесину, особенно в жилом секторе, в Morrin et al (2015) обсуждается влияние правильной настройки оборудования. Для печей и котлов, где топливная смесь слишком насыщена (в соотношении топлива к кислороду преобладает топливо), сжигание более ограничено, так что углерод сохраняется в форме монооксида. Выбросы при «насыщенных» условиях эксплуатации увеличивают количество монооксида углерода и твердых частиц (сажу), тогда как NO<sub>x</sub> уменьшается из-за отсутствия доступного кислорода. В скудных условиях эксплуатации (в соотношении топлива к кислороду значительно преобладает кислород) производительность печи / котла снижается, при этом в выбросах снижается количество СО и твердых частиц, но значительно увеличивается NO<sub>x</sub>.

Техническое обслуживание и правильная настройка используемого оборудования, вероятно, будут влиять на количество и характер выбросов, образующихся в установках малого сжигания. Исследование Morrin et al (2015), проведенное Ирландским агентством по охране окружающей среды, включало выборку и анализ котельного оборудования с лабораторными условиями тестирования, а также отбор проб в используемом оборудовании. В таблице 3.51 приведены подробные сведения о результатах этого исследования для NO<sub>x</sub>, в частности, и указывается на потенциальные более широкие вариации для топлив на основе древесных гранул по сравнению с мазутом и газовыми эквивалентами.

Университет Авейру в Португалии провел исследования в рамках проекта AIRUSE (2014) для оценки воздействия различных видов древесины на возникающие в результате выбросы. Это учитывает тот факт, что различные типы древесины будут различаться по содержанию масла, количеству углерода и влаги, которые влияют на механику сгорания. Можно также предположить, что физическая природа материала (древесные бревна и древесные гранулы) повлияет на то, насколько полностью сгорает древесина и, следовательно, на образующиеся выбросы.

**Таблица 3-52 Результаты отбора проб и анализа для котлов в лабораторном тестировании и в используемом оборудовании. Данные приведены в исследовании Ирландского агентства по охране окружающей среде, Отчет 149: «Улучшенные реестры выбросов NO<sub>x</sub> и твердых частиц от транспорта и малых установок сжигания в Ирландии», 2015**

Тип устройства	Тип топлива	Количество установок, участвовавших в отборе проб	Лабораторные тестирования	Полевые исследования используемого оборудования	NO <sub>x</sub>	единицы
Бытовой котел	Мазут	6	√		42	г/ГДж
Бытовой котел	Мазут	23		√	36.6	г/ГДж
Коммерческий котел [1]	Мазут	4		√	32-36	г/ГДж
Бытовой котел	Газ	4	√		25.8	г/ГДж
Бытовой котел	Газ	6		√	48.3	г/ГДж
Коммерческий котел [1]	Газ	5		√	19	г/ГДж
Бытовой котел	Древесные гранулы	3	√		44 – 57	г/ГДж
Бытовой котел	Древесные гранулы	2		√	75	г/ГДж
Коммерческий котел [2]	Древесные гранулы	1		√	81	г/ГДж

- 1) Отбор проб основан на устройствах, используемых в офисах и школах
- 2) Отбор проб основан на одном котле 400 кВт на древесных гранулах.

В Таблице 3.53 и в Таблице 3.54 представлены результаты проекта AIRUSE с отбором проб различных видов древесины для каминов, традиционных печей и современных экомаркированных печей. Для каминов это показало, что CO варьировался от 2762 до 6258 мг/МДж (что эквивалентно г / ГДж) выбросы от сжигания черного тополя были наибольшими, а выбросы от сжигания топливных гранул составляли 3151 мг / МДж. Для ТЧ<sub>2.5</sub> диапазон составляет от 373 до 1135 мг / мДж с наибольшими выбросами от оливкового и гранулированного топлива, вырабатывающего 649 мг / МДж. Традиционные печи показали аналогичные диапазоны с выбросами CO от 2054 до 5362 мг / МДж с пробковым дубом, производящим самые высокие выбросы, и топлива на основе гранул, производящего 3400 мг / МДж. Для выбросов ТЧ<sub>2.5</sub> от 150 до 721 мг / мДж с пиренейским дубом, производящим самые высокие выбросы, и топлива на основе гранул, производящего 384 мг / МДж.

Результаты, представленные в Таблице 3.53 и Таблице 3.54, показывают, что диапазон потенциальных выбросов может быть широким, при этом максимальные значения выбросов превышают минимальные значения в более чем два раза. При разработке оценок выбросов до Уровня 3 для учета широкого диапазона изменений выбросов, производимых устройствами на основе древесного топлива в секторе малого сжигания, необходимо принять ряд практических шагов для оценки имеющихся данных о деятельности и совокупности приборов в использовании.

Во-первых, существует требование лучше понять тип древесного топлива, используемого в стране, предоставляющей отчетность. Эта информация может быть получена частично от торговых ассоциаций, занимающихся продажей древесины / древесных гранул. Однако эта

информация позволит узнать лишь коммерческие запасы древесины. В качестве второго этапа использование общественных исследований для лучшего понимания типа и возраста устройств, характера технического обслуживания и частоту использования древесины из некоммерческих источников могут использоваться для подтверждения и разработки дальнейших национальных данных.

Эти этапы будут предоставлять такую информацию, которая необходима, чтобы помочь типизировать существующий в эксплуатации совокупность приборов на рынке. Это должно включать пропорциональную (процентную) разбивку типичных видов древесины (дуб, ель, сосна и т.д.) и характер используемого оборудования (возраст, хорошо обслуживаемые в сравнение с плохо обслуживаемыми). Затем эту информацию следует использовать, чтобы помочь в выборе подходящих коэффициентов выбросов для разных категорий приборов.

**Таблица 3-53 Коэффициенты выбросов от традиционных устройств (камины в сравнении с дровяными печами) – печатается из 'Характер выбросов при сжигании биомассы' проекта AIRUSE, Март 2014 (единицы измерения мг/МДж)**

Коэффициенты выбросов [мг.МДж <sup>-1</sup> ]														
	Ссылка	Топливо	CO <sub>2</sub>		CO		TCH <sub>2.5</sub>		TCH <sub>10</sub>		Органический углерод		Элементарный углерод	
			Ср..	станд.	Ср..	станд.	Ср..	станд.	Ср..	станд.	Ср..	станд.	Ср..	станд.
Камины	[1]	Сосна приморская	93784	7135	2762.16	372.43	372.97	194.59			156.76	70.27	33.51	26.49
		Акация густоцветковая	91730	3714	3340.54	204.86	421.62	335.14			189.19	167.57	18.38	14.05
		Дуб каменный	90541	7946	3340.54	441.62	702.70	448.65			389.19	216.22	16.22	5.95
		Эвкалипт	85676	3930	4264.86	397.30	648.65	410.81			275.68	210.81	19.46	19.46
		Оливковое дерево	94216	10432	4378.38	433.51	1135.14	540.54			491.89	308.11	21.08	8.65
		Дуб пробковый	89838	16595	4261.62	1183.78	972.97	540.54			540.54	281.08	36.76	21.62
		Дуб португальский	88703	2200	4243.24	951.35	756.76	524.32			329.73	183.78	17.30	10.81
		Брикеты/Гранулы	91405	2946	3151.35	913.35	648.65	416.22			318.92	227.03	15.68	13.51
	[2]	Бук красный	94545	4966	4021.15	361.96	311.89	68.11			210.81	49.73	23.24	12.43
		Дуб пиренейский	87466	4482	4651.15	761.31	675.68	220.54			487.57	163.78	32.43	4.86
		Тополь черный	95406	9667	6258.36	634.20	757.30	275.14			568.11	182.16	42.70	10.27
	[3]	Сосна приморская			3243.24	486.49	0.00	0.00	722.42	235.96	431.88	150.08	81.86	41.46
		Эвкалипт			4540.54	156.76	0.00	0.00	1093.70	154.10	630.05	90.17	20.88	2.12
		Дуб пробковый			4702.70	551.35	0.00	0.00	744.86	154.13	450.14	103.50	32.45	8.17
[1]	Сосна приморская	90270	13568	3086.49	1027.03	281.08	232.43			135.14	135.14	32.97	23.24	
	Акация густоцветковая	85622	22324	5216.22	1297.30	427.03	232.43			221.62	143.24	15.68	9.73	
	Дуб каменный	88216	17027	3443.24	1005.41	313.51	210.81			162.16	113.51	12.43	5.41	
	Эвкалипт	83676	14000	3654.05	772.97	540.54	362.16			281.08	216.22	20.00	16.22	
	Оливковое дерево	93243	17297	3508.11	848.65	470.27	243.24			248.65	118.92	24.86	12.97	

Дровяные печи		Дуб пробковый	86703	22378	5362.16	1664.86	448.65	329.73			259.46	183.78	22.70	17.84
		Дуб португальский	85027	10811	4643.24	691.89	702.70	448.65			335.14	248.65	17.30	8.11
		Брикеты/Гранулы	88432	14108	3400.00	854.05	383.78	259.46			200.00	162.16	9.73	6.49
	[2]	Бук красный	94484	3176	2966.25	209.70	149.73	39.46			86.49	27.03	23.24	7.03
		Дуб пиренейский	76477	7369	5166.89	419.34	721.08	203.78			494.05	144.86	48.65	10.81
		Тополь черный	101586	1544	4544.21	262.23	236.76	75.68			154.59	59.46	47.57	2.70
	[3]	Сосна приморская			2054.05	43.24			256.09	127.43	107.00	32.15	89.80	60.59
		Эвкалипт			2540.54	227.03			411.50	132.78	224.35	73.05	32.28	11.85
		Дуб пробковый			2918.92	508.11			300.73	155.00	160.53	99.00	26.80	1.55
	[4]	Сосна приморская	87756	1639	3357.38	672.80			351.19	85.80	165.18	112.34	101.61	38.35
		Бук красный	88298	7781	2569.00	473.58			338.19	3.33	142.95	6.30	67.29	11.90

- 1) GONÇALVES, C.; ALVES, C.; PIO, C. - Inventory of fine particulate organic compound emissions from residential wood combustion in Portugal. Atmospheric Environment. 50 (2012) 297–306. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.12.013.
- 2) MARTINS, V. I. F. - Emissões de carbono particulado durante a queima doméstica de biomassa. [S.l.]: Universidade de Aveiro, 2012
- 3) DUARTE, M. A. C. - Emissões de compostos carbonosos pela queima doméstica de biomassa. [S.l.]: Universidade de Aveiro, 2011
- 4) Vicente, E. A. D. - Medidas para mitigar as emissões da combustão doméstica de biomassa. [S.l.]: Universidade de Aveiro, 2013

**Таблица 3.54 Коэффициенты выбросов современных экомаркированных печей – печатается из 'Характер выбросов при сжигании биомассы' проекта AIRUSE, Март 2014**

		Коэффициенты выбросов [мг.МДж <sup>-1</sup> ]														
		CO <sub>2</sub>		CO		ТЧ <sub>10</sub>		Органический углерод		Элементарный углерод						
		Топливо	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	ср	станд.				
Экомаркированные дровяные печи	[5]	Сосна приморская	88649	525	1485.95	144.86	60.54	13.51	15.68	6.49	23.78	12.97				
		Акация густоцветковая	89730	3819	2505.95	120.54	65.95	10.27	12.97	5.41	15.68	5.41				
		Эвкалипт	85405	461	2188.11	484.86	111.89	45.95	35.68	16.76	14.59	10.27				
		Дуб пробковый	88541	525	3489.73	346.49	156.22	48.65	67.03	13.51	17.84	9.73				
		Коэффициенты выбросов [мг.МДж <sup>-1</sup> ]						%ТЧ <sub>10</sub>				Коэффициенты выбросов [мг.МДж <sup>-1</sup> ]				
		CO <sub>2</sub>		CO		ТЧ <sub>10</sub>		Органический углерод		Элементарный углерод		Органический углерод		Элементарный углерод		
		Топливо	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.	Ср.	станд.
Экомаркированные дровяные печи	[6]	Брикет			939.33		72.77		37.60		33.10		27.36		24.09	
		Бук			1680.96		89.28		37.00		35.60		33.04		31.79	
		Дуб			1813.66		71.86		29.80		22.20		21.41		15.95	
		Ель			1339.82		79.55		32.90		28.30		26.17		22.51	

- 1) FERNANDES, A. P. et al. - Emission factors from residential combustion appliances burning Portuguese biomass fuels. Journal of environmental monitoring: JEM. 13:11 (2011) 3196–206. doi: 10.1039/c1em10500k.
- 2) SCHMIDL, C. et al. - Particulate and gaseous emissions from manually and automatically fired small scale combustion systems. Atmospheric Environment. ISSN 13522310. 45:39 (2011) 7443–7454. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.05.006.

## 4 Качество данных

### 4.1 Полнота

Необходимо учитывать возможность самоснабжения или другие неучтенные поставки топлива.

## 4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

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

## 4.3 Проверка достоверности

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

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

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.

### 4.3.2 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 подвержены ограничениям на 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 4-1 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.т <sup>-1</sup>
Газойл	До 1.1.2008г.	0.2 %	92	Предполагает низшую

				теплоту сгорания
	После 1.1.2008г.	0.1 %	46	43,4 ГДж.т <sup>-1</sup>

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

EN303 pt5 является согласованным стандартом EN, охватывающим водогрейные котлы центрального отопления на твердом топливе мощностью до 500 кВт, который включает в себя «классы» выбросов CO, органического газообразного углерода (OGC) (летучие органические соединения) и фильтруемые ТЧ. Коэффициенты выбросов, связанные с концентрацией выбросов, представлены в Таблице 4.2 и рассчитаны на основе стехиометрического удельного объема дымовых газов при суммарной подаче топлива в 253 м<sup>3</sup> / ГДж для биомассы и 258 м<sup>3</sup> / ГДж для битуминозного угля (см. Stewart R, 2012 и Приложение В).

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 NOx.

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

Тип подачи топлива	Тип топлива	Выходная мощность установки кВт	Концентрация выбросов, мг м <sup>-3</sup> при нормальной температуре и давлении (0 °С, 101,3 кПа), сухой и 10 % O <sub>2</sub>								
			СО			«ОГС» (ЛОС)			ТЧ		
			Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 3	Класс 4	Класс 5
Ручная	биогаз	≤50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
		>50– ≤150	2500			100			150		
		>150– 300≤500	1200			100			150		
	ископаемое	≤50	5000			150			125		
		>50– ≤150	2500			100			125		
		>150– ≤500	1200			100			125		
Автоматическая	биогаз	≤50	3000	100	500	100	30	20	150	60	40
		>50– ≤150	2500			80			150		
		>150– 300≤500	1200			80			150		
	ископаемое	≤50	3000			100			125		
		>50– ≤150	2500			80			125		
		>150– ≤500	1200			80			125		
Коэффициенты выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (полезная тепловая мощность)											
Ручная	биогаз	≤50	2426	582	340	73	24	15	73	36	29
		>50– ≤150	1213			49			73		
		>150– ≤500	582			49			73		
	ископаемое	≤50	2470	593	346	73	25	15	61	37	30
		>50– ≤150	1235			49			61		
		>150– ≤500	593			49			61		
Автоматическая	биогаз	≤50	1455	485	243	49	15	10	73	29	19
		>50– ≤150	1113			39			73		
		>150– ≤500	582			39			73		
	ископаемое	≤50	1482	593	346	49	15	10	61	30	20
		>50– ≤150	1235			39			61		
		>150– ≤500	593			39			61		

Примечание:

ТЧ – фильтруемые ТЧ

Органический газобразный углерод (OGC) выражается как углерод

#### **4.3.4 Нормативы экологизации для установок малого сжигания**

В ЕС несколько Нормативов определяют минимальные требования (включая выбросы) в соответствии с Директивой по экологизации. Данная Директива обеспечивает основу для установления минимальных требований, которые обладают юридической силой при введении Директивы в действие.

Внедрение норм было разработано для:

- Обогреватели помещений и комбинированные обогреватели (котлы центрального отопления мощностью  $\leq 400$  кВт газовые, масляные, электрические) и малые теплоэлектростанции с электрической мощностью  $\leq 50$  кВт;
- Нагреватели воды ( $\leq 400$  кВт выходной мощности газовые, масляные, электрические);
- Котлы центрального отопления на твердом топливе ( $\leq 500$  кВт, биомасса и минеральное топливо) и малые теплоэлектростанции с электрической мощностью  $\leq 50$  кВт;
- Домашние/бытовые обогреватели помещений мощностью  $\leq 50$  кВт (газовые, на жидком топливе, электрические);
- Коммерческие обогреватели помещений мощностью  $\leq 120$  кВт (газовые, на жидком топливе, электрические); и
- Обогреватели помещений на твердом топливе мощностью  $\leq 50$  кВт.

Подробная информация о предельных значениях выбросов приведена в Приложении С, обратите внимание, что, хотя предельные значения выбросов отражают текущий контроль в некоторых странах, минимальные требования, определенные в Нормативах, вступают в силу в период с 2018 по 2022 года (даты внедрения установлены в Нормативах).

#### **4.3.5 Предлагаемая Директива для средних установок сжигания**

Пакет мер ЕС политики по обеспечению чистоты воздуха (Декабрь, 2013) включала предложение о создании директивы для средних установок сжигания, устанавливающей минимальные требования к установкам сжигания мощностью 1-50 МВт. Согласованные предельно допустимые значения выбросов, которые будут применяться к новым средним установкам для сжигания с 2018 года и ко всем существующим средним установкам для сжигания с 2025 года для установок мощностью 5-50 МВт и с 2030 для установок мощностью 1-5 МВт, суммируются в Приложении С.

#### **4.3.6 Избранные национальные предельно допустимые 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 избранных 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**

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
			низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
		O <sub>2</sub>								
		%								
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

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 МВт	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 МВт		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. 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 МВт	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 МВт	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		CO	ЛОС
			%	низкая	высокая	низкая	высокая	низкая	высокая		
Франция	20-50 МВтт	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	HWB	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 МВтт		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	HWB		28		3		1		14		
Германия	LPS		31		3		1		14		
Германия	HPS		42		3		1		14		

#### 4.4 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.

#### 4.5 Оценка неопределенности

##### 4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

Существует неопределенность в сводных 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 «сводного» коэффициента выбросов.

**4.5.2 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.

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

Какая-то специфика отсутствует.

**4.7 Картирование**

Какая-то специфика отсутствует.

**4.8 Отчетность и документация**

Какая-то специфика отсутствует.

## 5 Глоссарий

Котлы с автоматической подачей 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 подачей 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

## 6 Список использованной литературы

AIRUSE (2014) 'Emission profiles for biomass burning', study by University de Aveiro on behalf of AIRUSE and LIFE+ programme reference

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.

Artjushenko (1985) 'Heating of Private Houses' (1985); Kiev, 178 p. 1985 (in Russian)

Australian Government (2011) 'National Pollutant Inventory Emission estimation technique manual For Combustion in boilers', Version 3.6.

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.

Crowther (1997) 'CRE Group LTD., "Scoping study for the transfer of clean coal technology in the domestic and small industrial markets"; ETSU for DTI, Crown Copyright 1997

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

Denier van der Gon, H. A. C., Bergström, R., Fountoukis, C., Johansson, C., Pandis, S. N., Simpson, D., and Visschedijk, A. J. H. (2015), 'Particulate emissions from residential wood combustion in Europe – revised estimates and an evaluation', *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 6503-6519, doi:10.5194/acp-15-6503-2015.

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.

EMEP/EEA, 2009, *EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook 2009*, European Environment Agency, Technical report No. 9/2009, (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>), accessed 19 July 2019.

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., 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> (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

Grebot B. et al (2014) 'Analysis of the impacts of various options to control emissions from combustion of fuels in installations with a total rated thermal input below 50MW', Study on behalf of the European Commission

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).

EMEP/EEA (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](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 PCDD/F, PCB and HCB 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 PCDD/F 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*, 2003, 25 (435-446).

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 HCB and PCB 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: PCB and HCB emission Sources Chapters in the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

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

Karcz A. et al (1996) '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

Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P., Borcken-Kleefeld, J., and Schöpp, W.: Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon, Atmos. Chem. Phys. Discuss., doi:10.5194/acp-2016-880, in review, 2016.

Kubica K. (1994) "Correlation of coal properties to char, briquette, and utilization characteristics"; Int. Conf. "Production and Utilization of Ecological Fuels from East Central European Coals", Praga, Republika Czeska, 31.10-1.11.1994

Kubica K. (1997) "Influence of „biofuel” addition on emission of pollutants from fine coal combustion", Proc. 4th Polish-Danish Workshop on Biofuels, Starbieniewo, 12-14 czerwca 1997

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://gef.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/gf-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., Raińczak, J., Rzepa, S., Ściężko, 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

Lundgren J. , R. Hermansson, J. Dahl, 2004: Experimental studies of a biomass boiler suitable for small district heating systems, Biomass and Bioenergy, Volume 26, Issue 5, May 2004, Pages 443-453, ISSN 0961-9534, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2003.09.001>.

Keywords: Biomass; Combustion; District heating; Emissions

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: Participate 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., Czasch C., Klippel N., Johansson L. and Tullin C.. (2008/1) 'Particulate emissions from biomass combustion in IEA countries, survey on measurements and emission factors', report for the International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 32, Zurich.

Nussbaumer T., Doberer A., Klippel N., Bühler R. and Vock W. (2008/2), 'Influence of ignition and operating type on particle emissions from residential wood combustion', 16th European Biomass Conference and Exhibition, 2–6 June 2008, Valencia, Spain.

Morrin et al, (2015) 'Improved emission inventories for NO<sub>x</sub> and particulate matter from transport and small scale combustion installations in Ireland' report by the Ireland Environmental Protection Agency reference: ETASCI Report 149

Mudgal S. Et al, (2011) 'Lot 22 Domestic and commercial ovens including when incorporated in ovens', Preparatory studies for Ecodesign requirements of EuPs (III) reference: TREN/D3/91-2007/Lot-22-SI2.521661

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.

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

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.

Simoneit, Bernd R.T., 2002: Biomass burning — a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion, Applied Geochemistry, Volume 17, Issue 3, March 2002, Pages 129-162, ISSN 0883-2927, [http://dx.doi.org/10.1016/S0883-2927\(01\)00061-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-2927(01)00061-0). Skreiberg, Ø., 1994. 'Advanced

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

Stewart R, (2012) 'Conversion of biomass boiler emission concentration data for comparison with Renewable Heat Incentive emission criteria', Report for Defra. Reference: AEA/R/ED46626/AEA/R/3296.

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., 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.

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

US EPA (1989): Effect of burn rate, wood species, moisture content and weight of wood loaded on woodstove emissions, Project summary, EPA/600/S2-89/025, December 1989.

US EPA(1996/1): US EPA AP-42, chapter 1.9, Residential Fireplaces

US EPA(1996/2): US EPA 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.

US EPA, 2003: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Chapter 1.6: Wood residue combustion in boilers.

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

## 7 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по сжиганию и промышленности, 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 выбросов по технологиям

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	Бензапирен
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>

n.d. — нет данных.

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания:

- 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>
- Исходные первоначальные данные в г/кг;
- Исходные первоначальные данные в г/кг; предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н 24 ГДж/т (насыпная плотность).
- Угольная печь;
- Комнатный обогреватель, мощностью 12,5 кВт, антрацитовый.
- Котел, использующий битуминозный уголь;

**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	Бензапирен
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.
--	--------------------	----	-----	------	-----------------	------	------

n.d. — нет данных.

Источник: Hobson M. et al., 2003.

Примечания:

- Отсутствует информация о стандартных эталонах по НМЛОС и ЛОС – обычно используются данные по CH<sub>4</sub> или C<sub>3</sub>H<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;

**Таблица АЗ 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	NOx г/ГДж	ОКВЧ г/ГДж	16 ПАУ г/ГДж	Бензапирен <sup>а)</sup> мг/ГДж	ЛОС (СЗ) г/ГДж
Типовая печь	45–75	Несортированный уголь	3 500–12 500	200–800	100–150	700–900	20–40	200–600	500–700
Каменная 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: Kubica, 2003/1.

Примечание:

а) 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 (СЗ) 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:

а) 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%.

б) Наполняемые вручную.

с) 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
СО	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: Kubisa, 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
Бенз(а)пирен; B(a)P	≤ 0.08	≤ 0.05

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

Примечания:

- 1) Коэффициент выбросов диоксида серы сильно зависит от содержания серы в топливе; данные коэффициенты выбросов были утверждены для содержания серы < 0.6 %.
- 2) Общий органический углерод является суммой органических загрязняющих веществ, как газообразной фазы, так и растворимых частиц органического растворителя, кроме C1–C5 (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
CO	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: Kubica, 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>о при содержании 11% O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 16 ГДж/т и 10 мЗ/кг топочных газов.
- 2) Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН4 или СЗН8.

**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 СН<sub>4</sub> или С<sub>3</sub>Н<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)	СО (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 СН<sub>4</sub> или СЗНВ.  
2) n.d. — нет данных.

**Таблица А11 Сводные 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	NOx (г/ГДж)	СО (г/ГДж)	ЛОС <sup>а)</sup> (г/ГДж)	Общее содержание углеводородо в (ТНС) в виде СН <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 СН<sub>4</sub> или СЗНВ.  
2. n.d. — нет данных.

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

Методики	Нагрузка (кВт)	Кoeffи циент избытка воздуха	СО (г/ГДж)	СхН <sub>у</sub> <sup>а)</sup> (г/ГДж)	Частиц ы ОКВЧ (г/ГДж)	NOx (г/ГДж)	Темпе ратура (°С)	Эффектив ность (%)
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>о при содержании 13 % O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 16 ГДж/т и 10 мЗ/кг топочных газов.
2. а) Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН4 или СЗН8.
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>о при содержании 11 % O<sub>2</sub>, предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 16 ГДж/т и 10 мЗ/кг топочных газов.
2. а) Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН4 или СЗН8.
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 СЗ (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
СО	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> (%)	CO (г/ГДж)	Общее содержание углеводородов (ТНС) (г/ГДж)	CH <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:

а) Отсутствует информация о стандартных эталонах по СхНу – обычно используются данные по СН4 или СЗН8.

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	Бензапирен
Бытовой камин	n.d.	n.d.	4 000	n.d.	90–800	13 937; 10 062; 7 937 <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:

- 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по НМЛОС и ЛОС – используются обычные данные по СН<sub>4</sub> или СЗНВ.
- 2) Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 16 ГДж/т и ПАУ, являющиеся  $\Sigma 16$  ПАУ.
- 3) Традиционная дровяная печь.
- 4) Современная дровяная печь.
- 5) Общее содержание углеводов (ТНС) в виде СН<sub>4</sub>.
- 6) Котлы, работающие на древесном топливе
- 7) Котлы, работающие на древесной щепе мощностью 1,8-2 МВт
- 8) котел мощностью 120 кВт, работающий на древесине, древесным углем, демонстрационный.
- 9) Усовершенствованный котел мощностью 120 кВт, работающий на древесине, древесным углем.
10. 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:

1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по СН4 или СЗН8.

**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 СЗ) <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 сводное 130	-	-	-
NO <sub>x</sub> (в виде NO <sub>2</sub> ) <sup>2)</sup>	17-22 сводное 20	-	-	-	35-55 сводное 40	-	-	-
CO <sup>2)</sup>	7-12 сводное 9	-	-	-	10-12 сводное 11	-	-	-

Источник: 1) Kubica et al., 1999; 2) 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	Бензапирен
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 СН<sub>4</sub> или СЗН8. Исходные первоначальные данные в мг/т предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 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	Бензапирен
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	0.2 2	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	0.2 2	40	10	n.d.	2	n.d.	n.d.
ТЭЦ Паровая, газовая турбина	Нет						

Источник: Hobson M., et al., 2003.

Примечания

- 1) 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по СН4 или СЗН8. Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 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	Бензапирен
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	0.2 2	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 СН4 или СЗН8.
- 2) Исходные первоначальные данные в г/кг предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 42 ГДж/т.
- 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	Бензапирен
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) 1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по СН4 или СЗН8.
- 2) 2) Исходные первоначальные данные в г/Мт предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 42 ГДж/т.
- 3) 3) 1,5 % серы (S).
- 4) 4) 4,5 % серы (S).
- 5) 5) 5,5 % серы (S).
- 6) 6) Генераторная силовая станция.
- 7) n.d. — нет данных.

**Таблица А25 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
	сводное	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
	сводное	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
	сводное	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
	сводное	650	150	2 000	200	150	140	70

Источник: Caserini S. 2004.

Примечание:

1) Отсутствует информация о стандартных эталонах по ЛОС – используются обычные данные по СН<sub>4</sub> или СЗНВ.

**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>	NOx 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, NOx и SO<sub>2</sub> для современных методик сжигания угля и биомассы**

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NOx (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
	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

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NOx (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
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., 20051 <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
	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 at 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

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NOx (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
	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
Boman et al., 2005	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (высокая нагрузка)	n.d.	31-36; сводное 33	52-100; сводное 88
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (низкая нагрузка 2,3 кВт)	n.d.	29-33; сводное 31	243-383; сводное 299
	Дровяная печь с естественной тягой, с производительностью 9 кВт; топливо - березовая, сосновая древесина, древесина хвойных деревьев	n.d.	37-71; сводное 50	1 200-7 700; сводное 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; сводное 61	110-170; сводное 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; сводное 54	320-810; сводное 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; сводное 260	96-260; сводное 190	90-850 сводное 280
	Автоматически наполняемые угольные котлы; топливо - мелкий уголь (уголь определенной крупности)	355-600 сводное 420	70-200 сводное 145	60-800 сводное 450

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NOx (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
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
	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; сводное 161	104-320; сводное 150

Источник	Установка/топливо	Загрязняющие вещества (г/ГДж)		
		SO <sub>2</sub>	NOx (в виде NO <sub>2</sub> )	CO
	Автоматически наполняемый угольный котел, ≤ 25 кВт (на 68 шт.); топливо – мелкий уголь,	155–496 сводное 252	64-208; сводное 122	119-435; сводное 232

Примечания:

- 1) Исходные первоначальные данные в г/кг топлива предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 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) Производительность всех котлов < 50 кВт и всех печей < 10 кВт.
  - 3) Измерения производились в полевых условиях.
- 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>
Камин							
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 дверец	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
Дровяная печь							
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
Котлы							
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:

1) Исходные первоначальные данные в кг/т топлива предполагалось использовать для повторного расчета ед. Ни 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 пульверизованный 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.

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Бытовая закрытая печь; US EPA, разработка печей, работающих на древесном угле	n.d.	n.d.	100 <sup>2)</sup>
	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

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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 сводное 78
	Автоматически наполняемый угольный котел, топливо - мелкий уголь, 25 и 35 кВт (на 68 шт.)	n.d.	n.d.	70-380 сводное 187
Kubica et al., 2005/3	Печи и котлы; топливо – каменный уголь < 1 МВт	25-100 сводное 65	25-1050 сводное 270	30-1,200 сводное 360
	Котлы > 1 МВт < 50 МВт; топливо – каменный уголь	70-122 сводное 70	90-250 сводное 110	25-735 сводное 140
	Бурый уголь Коммунально-бытовой/Коммерческий/Институциональный сектор	140	260	350
	Кокс Коммунально-бытовой/Коммерческий/Институциональный сектор	30 -80 сводное 80	96-108 сводное 90	14-133 сводное 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) 1) Как приводится у Klimont и других, 2002.
- 2) 2) Исходные первоначальные данные в г/кг; предполагалось использовать для повторного расчета ед. Н 24 ГДж/т (насыпная плотность).
- 3) 3) 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
УВА, 1999а <sup>1)</sup>	Бытовые печи, топливо – каменный уголь	n.d.	90 %	100 %
Агентство по охране окружающей среды, 1998а <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	не	76 % <sup>2)</sup>	100 %

	уголь	упомянуто		
--	-------	-----------	--	--

Примечания:

- 1) Как приводится у Klimont и других, 2002.
- 2) 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
	Каменный 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

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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 воздуходувкой, стеклянными дверцами	n.d.	n.d.	1 900
	Каменный камин с профилированными топками и армированными дверцами	n.d.	n.d.	1 200
	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 <sup>(1,2)</sup>	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	n.d.	n.d.	20

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	двумя топочными камерами и звуковым локатором «лямбда»			
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
	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; сводное 380
	Дровяная печь	n.d.	n.d.	140-450; сводное 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

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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>	Каменные каминные обычного типа; топливо: твердая древесина – клен красный северный	n.d.	n.d.	206 ± 19
	Каменные каминные обычного типа; топливо: твердая древесина – дуб красный	n.d.	n.d.	356 ± 19
	Каменные каминные обычного типа; топливо: твердая древесина – береза японская	n.d.	n.d.	169 ± 19
	Каменные каминные обычного типа; топливо: мягкая древесина – сосна веймутова	n.d.	n.d.	713 ± 125
	Каменные каминные обычного типа; топливо: мягкая древесина – восточный гемлок	n.d.	n.d.	231 ± 25
	Каменные каминные 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 сводное 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 сводное 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 сводное 140
Broderick et al. 2005 <sup>2)</sup>	Все каменные и заводского изготовления каминные (с нулевым зазором)	n.d.	n.d.	590
	Все каминные, работающие на дровах в кордах	n.d.	n.d.	810
	Камины, для пиломатериалов всех размеров	n.d.	n.d.	410
	Все каминные с закрытыми дверцами	n.d.	n.d.	350
	Все каминные с открытыми дверцами	n.d.	n.d.	690
	Камины, все каменные каминные	n.d.	n.d.	660

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	Камины, все каминные 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 каминные, для всех видов древесины	n.d.	n.d.	сводное 590
	Все заводского изготовления, с открытыми дверцами, работающие на дровах в кордах	n.d.	n.d.	сводное 840
Gaegauf et al., 2001	Дровяные комнатные обогреватели	n.d.	n.d.	70 ± 25
	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

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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.
	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 сводное 15
	Печь, работающая на древесных топливных гранулах, с производительностью 4,8 кВт (с низкой нагрузкой 2,3 кВт)	n.d.	n.d.	32-81 сводное 51
	Дровяная печь с естественной тягой, с производительностью 9 кВт; топливо - березовая, сосновая древесина, древесина хвойных деревьев	n.d.	n.d.	37-350 сводное 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; сводное 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 сводное 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

Источник	Тип установки	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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 сводное 450	10–713 сводное 490	17–4 000 сводное 520
	Котлы > 1МВт < 50 МВт	9–170 сводное 80	60–214 сводное 80	20–500 сводное 100
Hedberg et al., 2002 <sup>2)</sup>	Промышленная стеатитовая печь, использующая в качестве топлива березовые поленья	6–163 сводное 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

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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>		
	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.

Источник	Тип установки	TЧ <sub>2,5</sub>	TЧ <sub>10</sub>	ОКВЧ
	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.
	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. Ни 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 использованной литературы по технологиям 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 Wulffraat 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, Universtät 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 PM<sub>10</sub>-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, 1 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 (< PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub>) 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). 'PCDD/F, PCB, 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., Tiegs 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., Tiegs P., E., (1998/1). 'Residential Wood Combustion Technology Review',. Vol. 1. Technical report, EPA-600/R-98-174a, December 1998.

Houck, J. and Tiegs, 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 PCDD/F 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 Gyarfás 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://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 grudnia, 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 biomasie drzewnej Gmin Zabrze i Bytom w aspekcie jej wykorzystania w energetyce i produkcji kompostu' ('Appearence 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., Zawieska 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., Sciążko 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., Raińczak, 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 teknistä ja taloudellista 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 PCDD/Fs, PCBs, PCNs, PAHs and PM<sub>10</sub> 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 Emissionsfaktoren beim Einsatz ballastreicher Braunkohlen in Verbrennungsanlagen', IfE Leipzig i.A des BMBF, Beitrag C2.2 des Verbundvorhabens SANA. In: Wissenschaftliches Begleitprogramm zur Sanierung der Atmosphäre 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).

Oleandrzyński 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 lokaledstäder' (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 Emissionsentwicklung 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'. Doctoral 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, PCBs 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, Universtät 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]<sub>d</sub> измеренная концентрация в ppm (миллионная доля) по объему для сухого отработавшего газа;

[X]<sub>m</sub> 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 °C, 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]<sub>ref</sub> является приведенной концентрацией загрязняющего вещества при стандартном содержании O<sub>2</sub>;

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

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

[O<sub>2</sub>]<sub>ref</sub> 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 характеризует 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

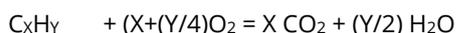
бы иметь высокую степень неопределенности и не могло быть применено на многих установках для сжигания.

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 °С, 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°С, 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>**

Таблица 19-2 Коэффициенты F для различных типов топлива						
Тип топлива	Fd <sup>1)</sup>		Fw <sup>1)</sup>		Fc <sup>1)</sup>	
	Сухой нормальный кубический метр /Дж	Сухой стандартный кубический фут/10 <sup>6</sup> Б.т.е	Влажный стандартный кубический метр /Дж	Влажный стандартный кубический фут/10 <sup>6</sup> Б.т.е	Сухой стандартный кубический метр/Дж	Сухой стандартный кубический фут /10 <sup>6</sup> Б.т.е.
Уголь						
Антрацит <sup>2</sup>	2.71·10 <sup>-7</sup>	10100	2.83·10 <sup>-7</sup>	10540	0.530·10 <sup>-7</sup>	1970
Битуминозный уголь <sup>2</sup>	2.63·10 <sup>-7</sup>	9780	2.86·10 <sup>-7</sup>	10640	0.484·10 <sup>-7</sup>	1800
Лигнит	2.65·10 <sup>-7</sup>	9860	3.21·10 <sup>-7</sup>	11950	0.513·10 <sup>-7</sup>	1910
Нефть <sup>3)</sup>	2.47·10 <sup>-7</sup>	9190	2.77·10 <sup>-7</sup>	10320	0.383·10 <sup>-7</sup>	1420
Газ						
Природный	2.34·10 <sup>-7</sup>	8710	2.85·10 <sup>-7</sup>	10610	0.287·10 <sup>-7</sup>	1040
Пропан	2.34·10 <sup>-7</sup>	8710	2.74·10 <sup>-7</sup>	10200	0.321·10 <sup>-7</sup>	1190
Бутан	2.34·10 <sup>-7</sup>	8710	2.79·10 <sup>-7</sup>	10390	0.337·10 <sup>-7</sup>	1250
Древесина	2.48·10 <sup>-7</sup>	8710	-	-	0.492·10 <sup>-7</sup>	1830
Древесная кора	2.58·10 <sup>-7</sup>	9240	-	-	0.516·10 <sup>-7</sup>	1920
Муниципальные отходы	2.57·10 <sup>-7</sup>	9600	-	-	0.488·10 <sup>-7</sup>	1820
Твердые отходы	-	9570				

Примечание :

- 1) определяются в стандартных условиях: 20°С (68°Ф) и 760 мм рт.ст. (29.92 д рт.ст.)
- 2) классифицируются согласно ASTM D 388
- 3) Неочищенная нефть, остатки нефтепродуктов или дистиллятное топливо

Используются коэффициенты Fd — они представляют стехиометрический объем сухого отработавшего газа в расчете на единицу потребляемой энергии. Коэффициенты Fw и Fc 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.

$$F_d' = F_d \cdot (273/293) \cdot ((CV_{\text{высш}})/CV_{\text{низш}})$$

Здесь:

- $F_d'$  – стехиометрический объем сухого отработавшего газа при н.у. в расчете на единицу чистой потребляемой энергии – м<sup>3</sup>/Дж<sup>-1</sup>
- $F_d$  – 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 В 2 Отношения высшей и низшей теплоты сгорания**

Топливо	Отношение
Уголь для электростанции	1,05
Промышленный уголь	1,05
Древесина	1,08
Тяжелое мазутное топливо	1,05
Газойл	1,05
Природный газ	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 ( $EF_{\text{thermal}}$ ) может быть рассчитан умножением приведенной концентрации загрязняющего вещества на объем сухого отработавшего газа при той же самой приведенной концентрации кислорода. Например, при 15 % кислорода:

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

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

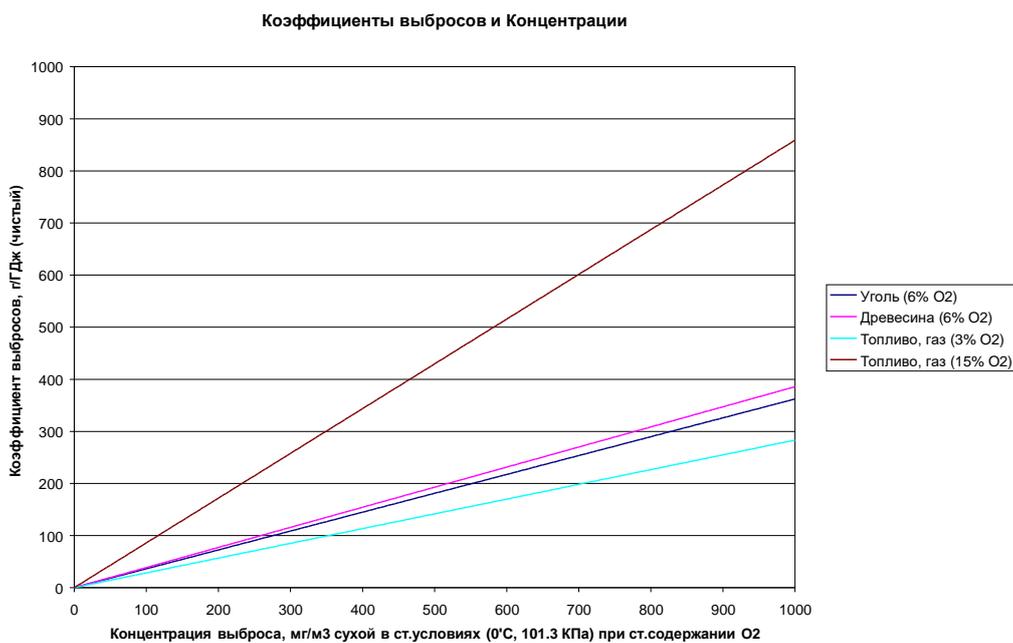
Например, коэффициенты выброса массы можно получить умножением коэффициента теплового выброса, рассчитанного выше, на низшую теплоту сгорания топлива.

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

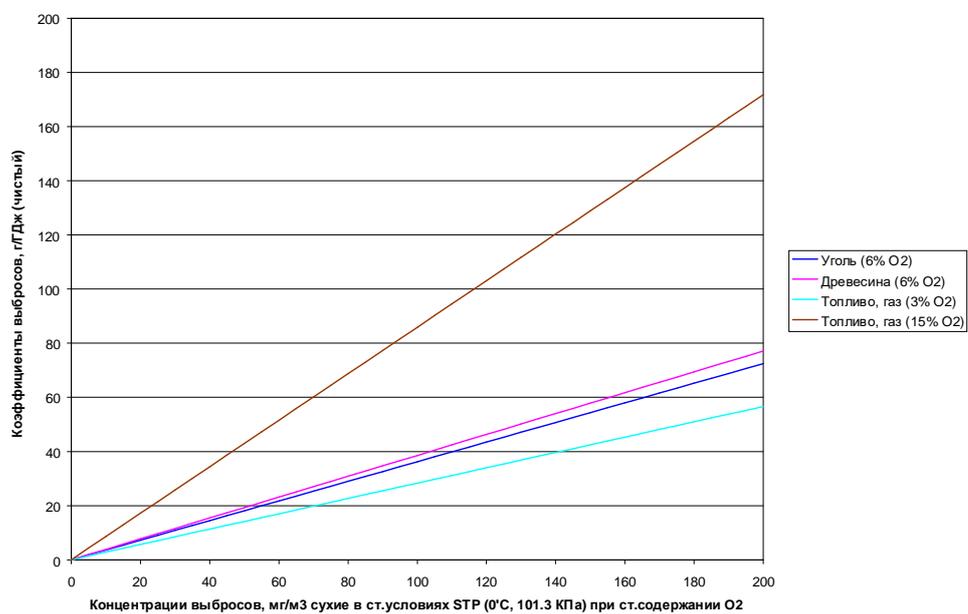
где:

- $EF_{\text{тепл}}$  - 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. В1 и В2 ниже.



**Рисунок В1 Коэффициенты выброса — выбранные топлива и стандартизированные концентрации до 1 000 мг/м<sup>3</sup>**



**Рисунок В2. Коэффициенты выброса — выбранные топлива и стандартизированные концентрации до 200 мг/м<sup>3</sup>**

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

**Таблица С1.1 Нормы выбросов NO<sub>x</sub> согласно Eurodesign для котлов мощностью ≤400кВт, водонагревателей и частных обогревателей помещения (газ и жидкое топливо)**

Тип	Топливо :	Предельный уровень выбросов мг/кВт полная мощность		Предельный уровень выбросов , г/ГДж полезная мощность	
		Газообразное	Жидкое	Газообразное	Жидкое
Котлы	Котлы	56	120	17	35
Тепловой насос /ТЭЦ	Внешнее сжигание	70	120	22	35
Тепловой насос /ТЭЦ	Внутреннее сжигание	240	420	74	123
Водонагреватели	Водонагреватели	54	120	17	35
Тепловой насос	Внешнее сжигание	70	120	22	35
Тепловой насос	Внутреннее сжигание	240	420	74	123
Внутреннее сжигание	Бытовые	130	130	40	38
Внутреннее сжигание	Коммерческие;	240	240	74	70

Пределы выбросов взяты из правил ЕС 2015/1188, 2013/813 and 2013/814. Преобразование полной тепловой мощности в полезную тепловую мощность на основе преобразований, представленных в Приложении В.

**Таблица С1.2 Предельно допустимые значения выбросов согласно Ecodesign для котлов мощностью ≤500кВт на твердом топливе**

Тип	Топливо	мг/м3 при 10% O <sub>2</sub> сухом и стандартных температуре и давлении (0°C, 101.3 кПа)				г/ГДж полезная тепловая мощность			
		ТЧ	СО	ЛОС	NO <sub>x</sub>	ТЧ	СО	ЛОС (OGC)	NO <sub>x</sub>
Ручной	биомасса	40	500	20	200	19.4	243	9.7	97.0
Автоматический		60	700	30	200	29.1	340	14.6	97.0
Ручной	ископаемое	40	500	20	350	19.8	247	9.9	173
Автоматический		60	700	30	350	29.6	346	14.8	173

OGC – Органический газобразный углерод

Выбросы ТЧ основаны только на фильтруемом материале. Все предельно допустимые значения взяты из норматива ЕС 2015/1189.

Преобразование из концентраций и коэффициентов выбросов предполагает стехиометрический удельный объем дымовых газов, составляющий 253 м<sup>3</sup> / ГДж полезной подачи топлива на основе биомассы и 258 м<sup>3</sup> / ГДж полезной подачи топлива на основе чистого битуминозного угля (см. AEA Technology 2012 и Приложение В).

**Таблица С1.3 Предельно допустимые значения выбросов согласно Ecodesign для местные обогреватели помещений на твердом топливе**

Тип	Топливо	г/кг (сухое вещество)		мг/м3 при 13% O <sub>2</sub> сухом и стандартных температуре и давлении (0°C, 101.3 кПа)				г/ГДж полезная тепловая мощность					
		ТЧ(iii)	ТЧ(ii)	ТЧ(i)	СО	OGC	NO <sub>x</sub>	ТЧ(iii)	ТЧ(ii)	ТЧ(i)	СО	OGC	NO <sub>x</sub>
открытый	биомасса	-	6	50	2000	120	200	-	347	33.5	1339	80.3	134
закрытый		2.4	5	40	1500	120	200	139	289	26.8	1004	80.3	134
гранулы		1.2	2.5	20	300	60	200	69	145	13.4	201	40.2	134
плита		2.4	5	40	1500	120	200	139	289	26.8	1004	80.3	134
открытый	Ископаемое топливо	-	6	50	2000	120	300	-	178	34.1	1363	81.8	204
зарытый		5	5	40	1500	120	300	149	149	27.3	1022	81.8	204
плита		5	5	40	1500	120	300	149	149	27.3	1022	81.8	204

OGC – Органический газообразный углерод

Предельно допустимые значения выбросов ТЧ основаны на различных методах, применяемых в ЕС. Все предельные нормы взяты из законодательных актов ЕС 2015/1185. Преобразование из концентраций и коэффициентов выбросов предполагает стехиометрический удельный объем дымовых газов, составляющий 253 м<sup>3</sup> / ГДж полезной подачи топлива на основе биомассы и 258 м<sup>3</sup> / ГДж полезной подачи топлива на основе чистого битуминозного угля (см. AEA Technology 2012 и Приложение В и теплоты сгорания в 17.3 ГДж/тонну (сухая биомасса) и 33.6 ГДж/тонну (сухой битуминозный уголь).

**Таблица С2.1 Предлагаемая Директива по предельно допустимым значениям выбросом для средних установок сжигания**

Существующие, новые, малые/большие/ двигатели/ газовые турбины

**Таблица С 3.1 Избранные национальные предельно допустимые значения выбросов для малых установок сжигания 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>		ТЧ		СО		ЛОС	NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		ЛОС
				Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая		Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	
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 сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших доступных технологий (НДТ), чем предельные уровни выбросов.

**Таблица С3.2 Избранные национальные предельно допустимые значения выбросов для малых установок сжигания 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)											
			NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		ЛОС		NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		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 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 сжигания. Некоторые страны применяют скорее достижимые уровни выбросов наилучших доступных технологий (НДТ), чем предельные уровни выбросов.

**Таблица С3.3 Избранные национальные предельно допустимые значения выбросов для малых установок сжигания на нефти/мазуте**

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)											
			NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		ЛОС		NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		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 МВтт	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

Значения всех установок для сжигания даются в МВтт (эффективная тепловая мощность).

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 доступных технологий (НДТ), чем предельные уровни выбросов.

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%).

Германия делит выбросы NO<sub>x</sub> по применению; HWB - водогрейный котел, LPS - паровой котел, осуществляющий подачу пара при температуре до 210° С и до 1,8 МПа, НPS – котлы, осуществляющие подачу пара при температуре выше 210° С или давлении более 1,8 МПа.

**Таблица С3.4 Избранные национальные предельно допустимые значения выбросов для малых установок сжигания 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.Дж <sup>-1</sup> (чистый метод)											
			NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		ЛОС		NO <sub>x</sub>		SO <sub>2</sub>		ТЧ		СО		ЛОС	
			%	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий	
Чехия			3			35			10					10			3					
Чехия			3			35			10					10			3					
Франция	20-50 МВтт		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	НPS		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 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 доступных технологий (НДТ), чем предельные уровни выбросов.
3. Германия делит выбросы NO<sub>x</sub> по применению; HWB - водогрейный котел, LPS - паровой котел, осуществляющий подачу пара при температуре до 210° С и до 1,8 МПа, НP) – котлы, осуществляющие подачу пара при температуре выше 210° С или давлении более 1,8 МПа.

**Таблица С3.5 Избранные национальные предельно допустимые значения выбросов для двигателей и газовых турбин**

Страна	Топливо	Ст.	Концентрация выбросов, мг.м <sup>-3</sup> при нормальных температуре и давлении (0°C, 101.3 КПа)								Коэффициент выбросов, г.ГДж <sup>-1</sup> (чистый метод)							
			O <sub>2</sub> %	NO <sub>x</sub> Низкая	Высокая	SO <sub>2</sub> Низкая	Высокая	ТЧ Низкая	Высокая	CO	ЛОС	NO <sub>x</sub> Низкий	Высокий	SO <sub>2</sub> Низкий	Высокий	ТЧ Низкий	Высокий	CO
<b>Двигатели:</b>																		
Франция	Газ	5	350									112						
Франция	нефть	5	1000									319						
Финляндия	Газ	15	750	1750								644	4561					
Финляндия	нефть	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	нефть, <3 МВт	5	1000					20		300		319			19		290	
Германия	нефть	5	500					20		300		159			19		290	
Великобритания	Газ	15	500	750				50	100	450	200	430	1955		130	261	1173	521
Великобритания	нефть	15	1100	1800				100		150	150	944	4688		260		391	391
<b>Газовые турбины:</b>																		
Финляндия	Газ	15	115	175								99	150					
Финляндия	нефть	15	115	175								99	150					
Германия	Газ	15	75							100		64					86	
Германия	нефть	15	150							100		129					86	
Великобритания	Газ	15	60	125						60		52	107				52	
Великобритания	нефть	15	125	165						60		107	142				52	

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 доступных технологий (НДТ), 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 Обновление методологий сжигания (1A4) 2013 года для Малого**

Обзор коэффициентов выбросов для малого сжигания проводился в 2013 году. Детали данного обзора можно найти в Приложении D главы по малому сжиганию (1A4) руководства по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ ЕМЕП/ЕАОС версии 2013 года.

## Приложение Е Материалы для обсуждения – Методология определения ЧУ для малого сжигания (1A4)

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

В данном Приложении представлен обзор доступных данных по выбросам ЧУ от малого сжигания. Более того, отдельные материалы для обсуждения посвящены обзору коэффициентов выбросов (КВ) Руководства 2009 года и обсуждению различных методов распределения данных о потреблении топлива по различным технологиям, а также методы сверху –вниз для оценки потребления топлива установками малого сжигания.

### Бытовые установки

В Руководство ЕМЕП/ЕАОС 2009 года содержала четыре таблицы для КВ Уровня 1 и большее количество таблиц для КВ Уровня 2, как указано в таблице ниже. В версии 2009 года не было 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	Древесина	Бытовой	Камины
Таблица 3-15	2	Твердое топливо	Бытовой	Печи
Таблица 3-16	2	Твердое топливо	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-17	2	Древесина	Бытовой	Печи
Таблица 3-18	2	Древесина	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-19	2	Природный газ	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-20	2	Природный газ	Бытовой	Печи
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт
Таблица 3-22	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи
Таблица 3-23	2	Древесина	Бытовой	Высоко-эффективные печи
Таблица 3-24	2	Древесина	Бытовой	Усовершенствованные/экомаркированные печи
Таблица 3-25	2	Древесина	Бытовой	Печи на гранулированном топливе

## Сжигание биомассы

Коэффициенты выбросов 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. Таблица с коэффициентами выбросов для усовершенствованных каминов будет удалена и заменена таблицей коэффициентов выбросов для высокоэффективных печей.

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

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

<sup>1</sup> Данная технология может быть включена в категорию энергоэффективных печей вместо технологии, зависящей от наиболее часто применяемой технологии для каменных жаросберегающих печей в стране.

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 европейских литературных источниках 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 древесины (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 сводным значением из перечисленных источников. сводное 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> : 550-1122	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> : 47-1611	1,1 <sup>2</sup> -17 %	20-48 %
Fernandes et al. 2011	Португалия	Кирпичный открытый камин, деревянные бревна	ТЧ <sub>2,5</sub> : 700 (374-1026)	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, древесина	твердая ТЧ <sub>2,5</sub> : 183-378	1,2-6,4 %	74,2-84,9 %
Fine et al. 2002	США	Открытый камин, древесина	мягкая 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 (IIASA) 2004 -	-	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 сводным значением из перечисленных источников. Однако некоторые из фракций ЧУ основаны на ОКВЧ. Среднее значение фракции ОУ составляет 45 %<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Брикеты

**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 – 1433	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	50-2100	<sup>4</sup>	-
US EPA (SPECIATE), (IIASA)	2002 США	Печи, дрова, твердая древесина	-	14 % ОКВЧ	42 % ОКВЧ
US EPA (SPECIATE), (IIASA)	2002 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 Kuriainen & Klimont (2007). На основе стандартизованного 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)
Kuriainen & Klimont - 2007		Котлы < 50 кВт/ч	-	75 мг/МДж <sup>1)</sup>	
Johansson et al. 2004		Старые котлы	ОКВЧ: 2 200 г/ГДж	87 - -	

1) Соответствует 16 % стандартизованного коэффициента выбросов 475 г/ГДж

**Высокоэффективные 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.

<sup>3</sup> Не включая Fine et al. (2002)

<sup>4</sup> Данные ЕС относятся только к ОСУ

**Усовершенствованные/экомаркированные печи и котлы**

Откорректированный коэффициент выбросов и диапазон для ТЧ<sub>2,5</sub> от усовершенствованных/экомаркированных печей и котлов составляет 93 (19-233) г/ГДж.

Эта категория включает печи с дымоходами<sup>5</sup>.

Будет применяться фракция ЧУ 28 % ТЧ<sub>2,5</sub>, которая является сводным значением из перечисленных источников. Среднее значение фракции ОУ составляет 31 %.

**Перечень ссылок на ЧУ для усовершенствованных/экомаркированных 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	(Кафельная печь) с дымоходом 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). сводное 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>6</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>5</sup> Печь с дымоходом – это железная печь с облицовкой из шамота (Schmidl et al. 2011).

<sup>6</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>7</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>8</sup>	75
Таблица 3-23	2	Дрова	Бытовой	высокоэффективные печи	370	16 %	59	56-79
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экомаркированные печи и котлы	93	28%	26	56-79
Таблица 3-25	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/экомаркированных 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 3-23	2	Дрова	Бытовой	Высокоэффективные печи	370 <sup>9</sup>	16 %	-
Таблица 3-24	2	Дрова	Бытовой	Усовершенствованные/экомаркированные печи и котлы	93	28%	31%
Таблица 3-25	2	Дрова	Бытовой	Печи и котлы на гранулированном топливе	29	15%	13%

**Сжигание твердого топлива**

Представлено пять таблиц КВ в версии Руководства 2009 года для твердого топлива в бытовых установках. Одна из таблиц КВ относится к Уровню 1, остальные четыре таблицы –

<sup>7</sup> Еще не оценивается. Предполагается, что будет применяться коэффициент выбросов для обычных печей.

<sup>8</sup> Относится к Kupiainen & Klimont (2007)

<sup>9</sup> Еще не оценивается

это таблицы КВ Уровня 2 для каминов, печей, небольших котлов и усовершенствованных печей.

	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 3-22	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи

Некоторые данные доступны для долей выбросов ЧУ от маломасштабного сжигания угля. Однако невозможно было найти конкретные данные для всех технологий. Большинство данных доступно для печей, данные для усовершенствованных печей и небольших котлов (< 50 кВт) не доступны.

**B 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.

**B Pinto et al. (1998)** приводятся доли ТЧ<sub>2,5</sub> ЭУ и ОУ от бытового сжигания лигнита в печах с ручной подачей топлива. Был выполнен анализ 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	10
ОУ	68	62

**B 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	Engelbrecht et al., 2002	Pinto et al., 1998	Watson et al., 2001	Bond et al., 2004	Zhang et al., 2012
	% ТЧ <sub>2,5</sub>	% ТЧ <sub>2,5</sub>	% ТЧ <sub>2,5</sub>	% ТЧ <sub>2,5</sub>		% 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 3-22	2	Уголь	Бытовой	Усовершенствованные печи	6,4	Zhang et al., 2012

### **Сжигание других видов топлива**

Версия руководства 2009 года 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 камины, 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 каминах 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 нагревателей воды на природном газе;

ЭУ = 6,7 % ТЧ<sub>2,5</sub>

ОУ = 84,9 % ТЧ<sub>2,5</sub>

**Muhlbaier, 1981:** Даются КВ для бытовых установок на газе на основе измерений для трех печей и одного водонагревателя;

ЭУ = 4 % ТЧ<sub>2,5</sub>

ОУ = 8 % ТЧ<sub>2,5</sub>

**Reff et al, 2009:** Чтобы провести инвентаризацию следовых элементов ТЧ<sub>2,5</sub> 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 % ТЧ<sub>2,5</sub> 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;

ЭУ = 6,7 % ТЧ<sub>2,5</sub>

ОУ = 84,9 % ТЧ<sub>2,5</sub>

**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 как 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 водонагреватели					масляный котел
Топливо	природный газ	Природный газ	природный газ	природный газ	Сжиженный нефтяной газ	Керосин	дистиллятное масло
По отношению к	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>1</sub> ***	ТЧ <sub>1</sub> ***	ТЧ <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 ТЧ<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. Сводное значение КВ из Hildemann et al и Muhlbaier **предлагается для бытового сжигания природного газа** (для ОУ сводное 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. однако, 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	Котлы < 50 кВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-20	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Печи	13	10	Bond et al, 2004
Таблица 3-21	2	Жидкие типы топлива	Бытовой	Котлы < 50 кВт	3,898	1,765	SPECIATE 4.3

#### Другие установки малого сжигания

К другим установкам малого сжигания относятся установки, 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, древесины, природного газа и нефти. Перечень таблиц КВ в Руководстве 2009 года 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	
Таблица 3-8	1	Газообразное топливо	Небытовой	

Таблица 3-9	1	Жидкие топлива	виды	Небытовой	
Таблица 3-10	1	Биомасса		Небытовой	
Таблица 3-26	2	Уголь		Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-27	2	Уголь		Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь		Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-39	2	Уголь		Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-30	2	жидкие топлива	виды	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-31	2	жидкие топлива	виды	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-32	2	Древесина		Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-33	2	Древесина		Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-34	2	Древесина		Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-35	2	Древесина		Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт
Таблица 3-36	2	Природный газ		Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-37	2	Природный газ		Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-38	2	Природный газ		Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-39	2	Газойль		Небытовой	Газовые турбины
Таблица 3-40	2	Газообразное топливо		Небытовой	Газовые двигатели
Таблица 3-41	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/экомаркированных котлов.

Коэффициент выбросов ТЧ<sub>2,5</sub> составляет 140 г/ГДж для небытового сжигания древесины в котлах с ручной подачей топлива. Для котлов с автоматической подачей топлива коэффициент выбросов составляет 33 г/ГДж. Для котлов с ручной подачей топлива будет применяться фракция ЧУ для усовершенствованных/экомаркированных бытовых печей и котлов. Для котлов с автоматической подачей топлива будет применяться фракция ЧУ для бытовых котлов на топливных гранулах.

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	ТЧ <sub>2,5</sub> [г/ГДж]	Фракция ЧУ	ЧУ [г/ГДж]	Kupiainen & Klimont (2007)
Таблица 3-10	1	Биомасса	Небытовой		140	28 %	39	-
Таблица 3-32	2	Древесина	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт	86.5*	21.5 %*	19*	-
Таблица 3-33	2	Древесина	Небытовой	Котлы от 1МВт до 50 МВт	33*	15 %*	5*	-
Таблица 3-34	2	Древесина	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт	140	28 %	39	35
Таблица 3-35	2	Древесина	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт	33	15 %	5	-

\* Значения для Таблиц 3-32 и 3-33 основаны на сводных данных для котлов с ручной и автоматической подачей топлива < 1 МВт и предположениях о типе технологии и производительности для технологий >1МВт

**Сжигание твердого топлива**

Существует пять таблиц КВ в версии Руководства 2009 года 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 3-26	2	Уголь	Небытовой	Котлы от 50 кВт до 1 МВт
Таблица 3-27	2	Уголь	Небытовой	Котлы 1-50 МВт
Таблица 3-28	2	Уголь	Небытовой	Ручные котлы < 1 МВт
Таблица 3-29	2	Уголь	Небытовой	Автоматические котлы < 1 МВт

Из Руководства 2009 года 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 малых 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 1.A.1).

**Сжигание других видов топлива**

Версия Руководства 2009 года 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>);

$$\text{ЭУ} = 5,353 \% \text{ ТЧ}_{2,5} (\pm 0,35)$$

$$\text{ОУ} = 71,32 \% \text{ ТЧ}_{2,5} (\pm 5,04)$$

**England et al, 2007:** Представлены данные из восьми установок на газе, включая двухтопливный институциональный котел и дизельный электрогенератор. 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 сектор	Сжиженный нефтяной газ*, бытовой сектор	Природный газ, Все сектора	Тяжелое нефтяное топливо, Все сектора
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 как для керосина

**Mazzera et al, 2001:** Измерения со станции McMurdo, Антарктика, например, для дизельных 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, Т<15 применим для небольших небытовых установок;

ЧУ = 8,69 % ТЧ<sub>2,5</sub>

ОУ = 8,96 % ТЧ<sub>2,5</sub>

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	ТЧ <sub>2,5</sub>	ТЧ <sub>1</sub> *	ТЧ <sub>10</sub>
ЧУ, %	6,7	6	13
ОУ, %		50	61
Примечание	высокая оценка = 15		

\* В Bond et al, 2004 упоминается, что ТЧ<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		(отопление воздуха)	Котел для парового отопления
Топливо	остаточный нефтепродукт	углеводородное сырье	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	сводное 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 сводное от семи значений КВ. Коэффициенты выбросов ОУ демонстрируют больше вариантов, чем коэффициенты выбросов ЧУ, и дальнейшее исследование может быть полезным для выяснения наиболее подходящего коэффициента выбросов. Здесь дается сводное от шести КВ с соответствующим КВ ЧУ.

Следующие КВ были включены для сжигания жидкого и газообразного топлива в малых установках. Для сжигания в бытовых турбинах и двигателях применялись КВ, предложенные для турбин и двигателей в Главе 1.A.1:

	Уровень	Топливо	Сектор	Технология	ЧУ	ОУ	Ссылка
Таблица 3-8	1	Газообразное топливо	Бытовой		5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-9	1	Жидкие виды топлива	Бытовой		6	36	См. текст
Таблица 3-30	2	Мазут	Бытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт	Нет оценки	Нет оценки	-
Таблица 3-31	2	Мазут	Бытовой	Котлы от 1 МВт до 50 МВт	Нет оценки	Нет оценки	-
Таблица 3-36	2	Природный газ	Бытовой	Котел от 50 кВт до 1 МВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981
Таблица 3-37	2	Природный газ	Бытовой	Котлы от 1 МВт до 50 МВт	5,35	28,5	Hildemann et al, 1991; Muhlbaier, 1981

Таблица 3-38	2	Природный газ	Небытовой	Газовые турбины	2,5	*
Таблица 3-39	2	Газойль	Небытовой	Газовые турбины	2,5	*
Таблица 3-40	2	Газообразное топливо	Небытовой	Газовые двигатели	2,5	*
Таблица 3-41	2	Газойль	Небытовой	Газовые двигатели	2,5	*

\* Сводное значение КВ из England et al. (2004), Wien et al. (2004) и US EPA (2011). Подробное описание см. в "Документе для обсуждения – Методологии ЧУ для энергетических отраслей промышленности (1A1)".

### Список использованной 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: PM<sub>10</sub> 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., Bhawe, 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 Plaines, 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., Etyugina, 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., 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.

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., Luisser, 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.