

Категория		Название
НО:	2.C.7.a	Производство меди
ИНЗВ:	040309a	Производство меди
МСОК:	2720	Производство основных драгоценных и цветных металлов
Версия	Руководство 2019	

Основные авторы

Джероуэн Куэнен

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

Йозеф М. Пациона, Отто Ренц, Дагмар Ёртель, Тинус Пуллес, Вильфред Аппельман и Стийн Деллаэрт

Оглавление

1	Общие сведения	3
2	Описание источников.....	3
2.1	Описание процесса	3
2.2	Методики	6
2.3	Выбросы.....	7
2.4	Средства регулирования	8
3	Методы.....	9
3.1	Выбор метода.....	9
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию.....	10
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях.....	12
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	17
4	Качество данных	20
4.1	Полнота	20
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами.....	20
4.3	Проверка достоверности.....	20
4.4	Разработка согласуемых временных рядов и пересчет.....	21
4.5	Оценка неопределенности	21
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК	21
4.7	Координатная привязка	22
4.8	Отчетность и документация	22
5	Глоссарий	22
6	Список использованной литературы	23
7	Наведение справок	24

1 Общие сведения

Данная глава содержит информацию, касающуюся выбросов в атмосферу во время производства меди (Cu), в том числе первичной и вторичной. В настоящей главе рассматриваются технологические выбросы при производстве меди, тогда как выбросы, произошедшие в результате горения, описаны в категории источника 1.A.2.b.

Существует общая тенденция в производстве меди к использованию интегрированных/ многоплановых металлургических заводов, где первичные плавильные печи всё больше используют сырье из вторичных материалов, и вторичные плавильные печи также используют серосодержащее сырье. В целом, существует три этапа в пирометаллургическом процессе производства первичной меди: обжиг руды для удаления серы; плавление обжигового продукта для удаления части пустой породы для производства медного штейна; и преобразование медного штейна в конвертерную медь. Выбросы диоксида серы и тяжелых металлов в виде мелких частиц происходят во время всех перечисленных процессов.

В медной руде присутствуют различные следовые элементы примесей, которые выделяются в процессе производства. Технологический процесс является основным источником выбросов мышьяка и меди (50 % от мировых выбросов этих элементов), индия (почти 90 %), сурьмы, кадмия, селена (приблизительно 30 %), а также никеля и олова (приблизительно 10 %) (Nriagu и Расуна, 1998).

При выплавке вторичной меди. Пирометаллургические процессы применяются для переработки лома и прочего вторичного сырья. Как и при производстве первичной меди, окончательная очистка, где она применяется, электролитическая. В настоящей главе рассматриваются методы оценки выбросов загрязняющих веществ в ходе производства меди.

2 Описание источников

2.1 Описание процесса

2.1.1 Производство первичной меди

Пирометаллургический путь производства меди предусматривает несколько этапов, в зависимости от используемого концентрата. Большинство концентратов являются сульфидами, а стадии производства – это обжиг, плавка, конверсия, рафинирование и электроочистка. Обжиг и выплавка обычно проводятся одновременно в одной печи при высоких температурах для получения расплава, который может быть разделен на штейн (сульфид меди с некоторым количеством сульфида железа) и некоторый шлак, богатый железом и диоксидом кремния (European Commission, 2014).

В обычном пирометаллургическом процессе плавки меди конвертерная медь проходит огневое рафинирование в анодной печи, отливается в «аноды» и отправляется на электролитическую очистку для дальнейшего удаления примесей. Используемые в настоящее время медеплавильные печи перерабатывают рудные концентраты путем их сушки в сушилке с кипящим слоем, преобразованием и очисткой сухого вещества таким же образом, что и в обычном процессе (US EPA, 1993).

Концентраты, как правило, содержат 20–30 % Cu. При обжиге загружаемая медь, смешанная с кремнезёмистым флюсом нагревается на воздухе примерно до 650 °C, при этом удаляется 20–50 % серы

и часть летучих следовых элементов. Продукт обжига, огарок, служит в качестве сухого нагретого загружаемого материала для плавильной печи.

В процессе плавки огарки плавятся с кремнезёмистым флюсом в печи для плавки во взвешенном состоянии с целью производства медного штейна, расплавленной смеси сернистой меди, сульфида железа и некоторых следовых элементов. Штейн обычно содержит 35–65 % меди. Тепло, необходимое в процессе плавки, выделяется при частичном окислении сульфидной заправки и горении топлива в подвесных баках. Некоторые технологии плавления сейчас используются в медной промышленности, включая отражательную плавку, плавку во взвешенном состоянии (два процесса используются в коммерческих целях: процесс INCO и Outokumpu), процессы Noranda и электрические.

При отражательной плавке тепло выделяется при горении нефти, газа или пылевидного угля. Температура в печи может достигать 1500 °С. Плавка во взвешенном состоянии в печи объединяет в себе операции обжига и плавления для производства штейна с высоким содержанием меди из концентратов и флюса. В большинстве печей для обжига во взвешенном состоянии применяется тепло, образовавшееся при частичном окислении сульфидной заправки, для накопления энергии, необходимой при плавке. Температура в печи достигает 1200 - 1300 °С. Процесс Noranda имеет преимущество в плане выделения тепловой энергии из медной руды. Оставшаяся тепловая энергия поступает от нефтяных горелок или за счет угля, смешанного с концентратами руды. Для плавки в электродуговых печах тепло образуется за счет прохождения электрического тока по угольным электродам, опускающимся со свода печи и погружаемых в шлаковый слой плавильной ванны (US EPA, 1993; UN ECE, 1994).

Что касается выбросов загрязнителей воздуха в процессе плавки, во всех вышеописанных операциях выделяются следовые элементы. При плавке в печи для обжига во взвешенном состоянии образуются потоки отходящих газов с высоким содержанием диоксида серы. Электродуговые печи не образуют продукты горения топлива, поэтому расход и содержание диоксида серы ниже.

Последним этапом в производстве конвертерной меди является преобразование. Оставшееся железо и сера в материале удаляется в данном процессе, остается расплавленная конвертерная медь. Конвертерная медь обычно содержит от 98,5% до 99,5 % чистой меди. Оставшаяся часть состоит из таких следовых элементов, как золото, серебро, сурьма, мышьяк, висмут, железо, свинец, никель, селен, сера, теллур и цинк. Существуют различные технологии преобразования, применяемые при производстве меди. Температура в конвертерной печи достигает 1100 °С.

2.1.2 Производство вторичной меди

Металлургический комбинат, занимающийся производством вторичной меди, - это любое предприятие или завод, на котором обрабатываются цинкосодержащий металлолом или цинкосодержащие материалы, не являющиеся цинкосодержащими концентратами (рудами), металлургическим или химическим способом в очищенную медь и медный порошок (высококачественный продукт).

Переработка меди - это наиболее полный метод, пригодный для цветных металлов. Медный металлолом может быть в следующей форме:

- лом меди, такой как брак при изготовлении, проволочный скрап, скрап водопроводов, аппаратуры, электрических систем или веществ, возникающих при переработке кабеля;
- скрап из сплавов, таких как латунь, пушечный металл, бронза, отходы в виде радиаторов, арматуры, деталей механизмов, стружки от токарных станков или измельчителя;

- медно-железный скрап, например, от электродвигателей или их деталей, листовой скрап, элементы цепи и распределительные щиты, металлолом от телефонных аппаратов, трансформаторов и измельчителя.

Другая большая группа медесодержащих материалов состоит из окисленных веществ, а именно, изгарины, золы, шлаков, окалины, мелких частей гранулятора, катализаторов, а также веществ, возникших при работе систем борьбы с загрязнением.

Содержание меди в металлоломе варьируется от 1% до примерно 100 % (EIPPCB, 2014).. Попутными металлами, которые должны быть удалены, являются цинк, свинец, олово, железо, никель, алюминий и определенное количество драгоценных металлов.

В зависимости от химического состава, сырье на заводе, занимающемся производством вторичной меди, обрабатывается в различных печах:

- Доменные печи (до 30 % Cu при средней загрузке);
- Мини-плавильни;
- Вращающаяся печь с верхним дутьем (TBRC);
- Печи ISASmelt
- конвертеры (около 75 % Cu);
- электродуговые печи (около 95 % Cu).
- Печи Contimelt (>99% Cu)

Металл доменной печи ('черновая медь') обрабатывается в конвертере, металл в конвертере проходит очистку в анодной печи. На каждом этапе добавляется дополнительное количество сырья при соответствующем содержании меди.

В доменной печи смесь сырья, лома железа, известняка, песка и кокса загружается сверху. Воздух, который может быть насыщен кислородом, продувается через фурмы, кокс сгорает, и загружаемые материалы плавятся в восстановительных условиях. Черновая медь и шлак выгружают через выпускные отверстия.

Мини-плавильня (Mini Smelter) используется для производства вторичной меди, используя металлолом, который содержит железо и олово. В этой установке железо действует как восстановитель на первой стадии для получения металлической меди, а затем кислород вдувается в расплав для окисления железа и других присутствующих металлов (свинца и олова), которые выделяются в шлаке. Окисление содержащегося железа обеспечивает тепло, приводящее к процессу, а избыточное тепло восстанавливается (European Commission, 2014).

Конвертеры, используемые при плавке первичной меди, работают на штейне, содержащем сульфид железа, выделяют избыточное тепло. При этом присадки отходов меди часто используются для регулировки температуры. Конвертер представляет собой удобную и дешевую форму обработки лома, однако, часто – с газоочисткой только средней эффективности. В ином случае, гидрометаллургическая обработка лома с использованием аммиачного выщелачивания, приводит к образованию растворов, которые могут быть восстановлены водородом для получения медного порошка (Barbour et al., 1978). С другой стороны, эти растворы могут быть обработаны путем извлечения растворителем для последующей подачи в электролизер для выделения меди.

Конвертерная медь загружается вместе с сырьем в анодную печь. Для плавки в отражательных печах применяется загружаемый материал, масло или каменноугольная пыль. После этого в ванну вдувается воздух для окисления оставшихся примесей.

Освинцованная латунь, содержащая до 3 % свинца, широко используется в различных областях применения. Переработка лома этого материала – важный вид деятельности. Такой лом обычно содержит много металлической и токарной стружки, покрытой смазкой и смазочно-охлаждающими жидкостями. Медесодержащие кабели и двигатели содержат пластмассовые или резиновые изоляторы, лаки. В этом случае, лом требует предварительной обработки, выполняемой с целью удаления этих не металлических веществ. Более мелкие частицы лома могут пройти предварительную термическую обработку во вращающейся печи, имеющей функцию дожига для утилизации дыма и паров масла (так называемый процесс Intal). Кроме того, существуют различные методики удаления с кабелей резиновой и пластмассовой изоляции (Barbour et al., 1978; UN ECE, 1994).

Производство меди из первичного и вторичного материала показано на Рисунке 2.1



Рисунок 2-1 Схематическое описание объединённого процесса производства первичной/вторичной меди с использованием рудного концентрата с кремнезёмистым флюсом, шлаки, лом из сплавов или медный лом в качестве загружаемого материала, анодной меди в качестве исходного материала – при огневом рафинировании.

2.2 Методики

Описание различных процессов, используемых при производстве первичной и вторичной меди, изложено в разделе 2.1. В процессе преобразования при производстве первичной меди, выделяют две технологии:

- порционное преобразование: дутье воздухом /кислородом через штейн, извлеченный при операции плавления;
- непрерывное преобразование, в котором различают три вида. В конвертеры Mitsubishi и Noranda поступает расплавленный продукт для преобразования, в то время как при процессе Kennecott/Outokumpu штейн из плавильной печи сначала подвергается измельчению в воде, размалыванию и сушке.

Подробная информация об этих технологиях изложена в разделе, касающемся производства меди, справочного документа по наилучшим доступным технологиям (BREF) для производства цветных металлов (Европейская комиссия, 2014) с ожидаемым обновлением в 2016 году ⁽¹⁾.

2.3 Выбросы

Загрязняющие вещества, выбрасываемые при производстве меди, - это твердые частицы (ТЧ), оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), следовые элементы и некоторые стойкие органические загрязнители (СОЗ). СОЗ – это, в основном, диоксины и фураны, выделяющиеся из шахтных печей, конвертеров и пламенных печей.

Более подробную информацию о выбросах и технологиях контроля при производстве меди можно найти в пересмотренном документе BREF по цветной металлургии (European Commission, 2014).

Следует отметить, что коэффициенты выбросов ТЧ в данном Руководстве представляют собой первичные выбросы в результате деятельности, а не образование вторичного аэрозоля в результате химической реакции в атмосфере после выброса.

На измерение и определение выбросов первичных ТЧ в результате деятельности влияет ряд факторов. Количество ТЧ, определяемое при измерении выбросов, в значительной степени зависит от условий измерения. Это особенно касается деятельности, связанной с высокотемпературными и полуплетучими компонентами выбросов - в таких случаях выбросы ТЧ могут быть разделены между твердой/аэрозольной фракцией и фракцией, которая газообразна в точке отбора проб, но может конденсироваться в атмосфере. Доля фильтруемого и конденсируемого материала будет варьироваться в зависимости от температуры дымовых газов и оборудования для отбора проб.

Ряд методов измерения фильтруемых ТЧ используются по всему миру обычно с температурами фильтра 70-160°C (температура определяется путем испытаний). Конденсируемые фракции могут быть определены непосредственно путем извлечения конденсированного материала из охлажденных импингерных систем после фильтра - обратите внимание, что это конденсация без разбавления и может потребоваться дополнительная обработка для удаления образцов артефактов. Общий подход для общих ТЧ включает разбавление пробы, когда дымовые или выхлопные газы смешиваются с окружающим воздухом (или с помощью смесительного канала или системы разбавления проб), которые собирают фильтруемые и конденсируемые компоненты на фильтре при более низких температурах (но в зависимости от метода, это может быть 15-52°C).

⁽¹⁾Документ BREF для цветной металлургии находится на заключительной стадии рассмотрения/одобрения. Ожидается, что итоговая версия будет принята в 2016 г. Информация о статусе документации BREF доступна по адресу <http://eippcb.jrc.es/reference/>. Предыдущая версия BREF была опубликована в 2001 году (European Commission, 2001)

Заводы, занимающиеся производством меди, являются источниками оксидов серы (SO_x). Выбросы производятся из муфельных печей, плавильных печей и конвертеров. Неорганизованные выбросы происходят во время обращения с материалом. При выполнении другой работы по плавке используется материал, содержащий очень мало серы, что приводит к незначительным выбросам SO₂ (US EPA, 1995). Существенны только выбросы, произведенные при контактном горении.

Потребление энергии

Производство меди требует энергии на большинстве этапов, использование энергии в электролитическом процессе наиболее значительно. Потребность в производстве энергии (полезной) в ряде процессов с использованием медного концентрата варьируется в диапазоне 14 – 20 ГДж/т катода меди. Точная величина зависит от концентрата (% S и Fe), а также от используемой плавильной установки, степени обогащения кислородом и накопленного и применяемого технологического тепла. Сравнительные данные, основанные исключительно на типе установки, могут содержать неточности. Использование энергосодержания концентрата более важно, при этом установки, перешедшие на аутогенную деятельность, имеют меньшие затраты энергии (European Commission, 2014).

Количество энергии, потребляемой на стадии электролитической очистки меди, равно 300 - 400 Квт·ч на тонну меди, но затраты энергии значительно выше, при электролитической очистке высокопримесных анодов. Тип используемой катодной основы (из нержавеющей стали или меди), главным образом, воздействует на эффективность цеха электролиза, которая может составлять от 92 до 97% с точки зрения текущей эффективности (European Commission, 2014).

2.4 Средства регулирования

2.4.1 Производство первичной меди

Средства регулирования выбросов на заводах по производству первичной меди применяются для регулирования выбросов диоксида серы и твердых частиц из муфельных печей, плавильных печей и конвертеров. Регулирование выбросов диоксида серы осуществляется путем поглощения в серной кислоте на установках серной кислоты, обычно являющихся частью медеплавильных установок. Выброс отражательной печи содержит минимальное количество SO₂ и, как правило, осуществляется непосредственно в атмосферу без восстановления SO₂. Выбросы из плавильных печей других видов содержат более высокие концентрации SO₂ и проходят обработку в установках серной кислоты перед выпуском. Одноконтактные установки для серной кислоты достигают от 96 до 99,1 % преобразования SO₂ из отходящих газов установки. Двухконтактные кислотные установки собирают от 99,2 до более чем 99,9 % SO₂ (European Commission, 2014). Поглощение SO₂ в растворе диметиланилина используется на американских заводах по производству жидкого SO₂. (US EPA, 1995).

Электростатические фильтры являются распространенными средствами регулирования твердых частиц на сооружениях для плавки меди. Эффективность регулирования влажных электростатических фильтров может достигать 99,9 %. Необходимо также отметить, что большая часть следовых элементов конденсируются в высокодисперсные частицы, например, <1,0 мкм в диаметре, и эффективность регулирования этих частиц ниже. (US EPA, 2003).

2.4.2 Производство вторичной меди

Средства регулирования при производстве вторичной меди должны включать эффективные схемы сбора выбросов, такие как вытяжка, экраны, и усиленные системы всасывания как для первичных выбросов отработанных газов, так и неорганизованных выбросов. Можно добиться сокращения

выбросов пыли и металлов, используя рукавный фильтр и/или скруббер в комбинации с электростатическим фильтром. Использование дожигателя, гашения, впрыска извести и/или активного угля перед рукавным фильтром может еще больше снизить уровни выбросов, включая выбросы диоксида и других органических соединений (European Commission, 2014).

3 Методы

3.1 Выбор метода

Рисунок 3.1 представляет собой порядок выбора методов для оценки выбросов при производстве меди. Основная идея дерева решений заключается в следующем.

- При наличии подробной информации использовать ее.
- Если категория источника является основной, использовать метод Уровня 2 или более высокого уровня, при этом обеспечить сбор подробных входных данных. Дерево решений направляет пользователя к подобным случаям метода Уровня 2, поскольку ожидается, что проще получить необходимые входные данные для данного подхода, чем собирать данные объектного уровня, необходимые для оценки Уровня 3
- Альтернатива использования Уровня 3 с помощью подробного моделирования процесса не включена явным образом в дерево решений. Тем не менее, подробное моделирование всегда будет выполнено на объектном уровне. Результаты такого моделирования представлены в виде “объектных данных” в дереве решений.

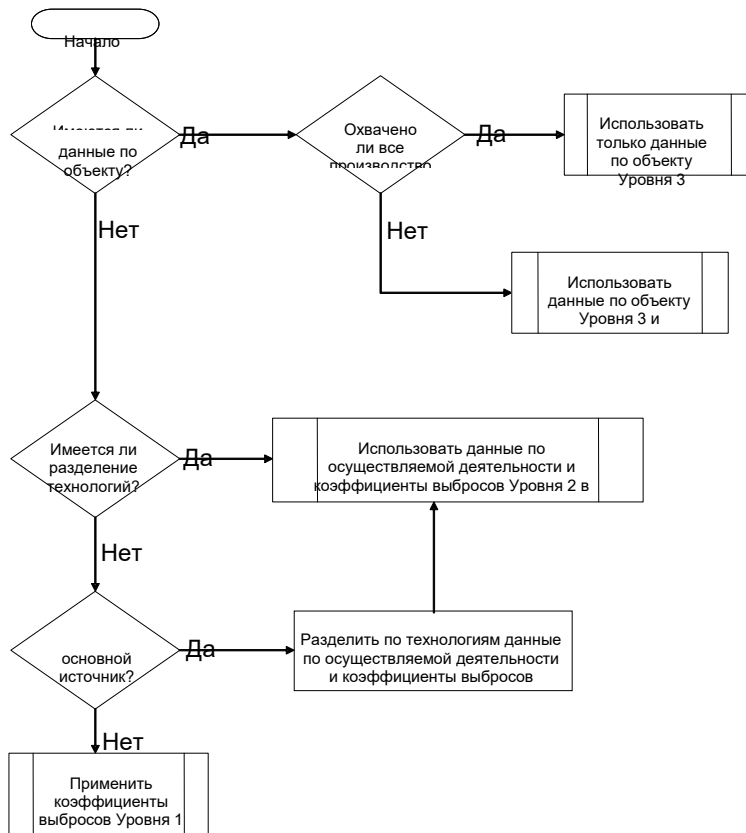


Рисунок 3-1 Дерево решения для категории источника 2.С.7.а Производство меди

3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

3.2.1 Алгоритм

При подходе Уровня 1 для определения технологических выбросов в результате производства меди используется общая формула:

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

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$ = выбросы указанного загрязняющего вещества

$AR_{\text{производство}}$ = показатели деятельности при производстве меди

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

Данная формула используется на государственном уровне с применением годовых государственных показателей производства меди. Данные по производству меди, подходящие для оценки выбросов с помощью более простого метода (Уровни 1 и 2), широко доступны и представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

Факторы выбросов уровня 1 предусматривают наличие средней или типовой технологии и осуществление мер по сокращению выбросов в стране и включают различные технологические подпроцессы производства меди, начиная от подготовки рудного концентрата до стадии, следующей за огневым рафинированием, образованием анодной меди.

В тех случаях, когда принимаются во внимание специфические условия сокращения выбросов, метод уровня 1 не может использоваться. Должен применяться подход уровня 2 или 3.

3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Подход Уровня 1 требует коэффициенты выбросов для всех значимых загрязняющих веществ. Коэффициенты выбросов по умолчанию, представленные в Таблице 3.1. были получены из различных справочных документов. Коэффициенты выбросов по общему количеству взвешенных частиц (ОКВЧ), SO_x, Pb, As и Cu взяты из документа BREF для цветной металлургии (European Commission, 2014), в то время как ТЧ10 и ТЧ2,5 интерпретируются по схеме, используемой в исследовании Согласованной Европейской программы инвентаризации выбросов твердых частиц (СЕРМЕИР) (Visschedijk et al., 2004) для обычного предприятия. Прочие значения получены из проекта «Оценка готовности платить за снижение рисков, связанных с воздействием тяжелых металлов и анализ эффективности затрат на уменьшение количества тяжелых металлов в Европе» (Espreme) (Theloke et al., 2008) для предприятий с ограниченным управлением. Для оценки коэффициентов выбросов Уровня 1 принято, что около 75 % объема производства меди приходится на производство первичной меди, а 25 % - вторичной (Althaus, 2003).

Коэффициенты выбросов в документах Наилучших имеющихся технологий в основном указаны в диапазонах. Диапазон интерпретируется как 95 % доверительный интервал, тогда как среднее геометрическое значение данного диапазона выбирается в качестве значения для коэффициента выбросов.

Предполагается, что выбросы NO_x и СО происходят в основном в результате процесса горения, и их описание приведено в главе 1.A.2.b. все другие выбросы обусловлены, главным образом, самим производственным процессом, и, поэтому описаны в настоящей главе.

Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника 2.С.7.а Производство меди

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , СО, НМЛОС, NH ₃ , Se, Zn, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	320	г/Мг меди	100	1 000	European Commission (2014)
ТЧ10	250	г/Мг меди	80	800	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ТЧ2,5					

ЧУ ²	0.1	% ТЧ _{2,5}	0.05	0.2	US EPA (2011, file no.: 91158)
SO _x	3000	г/Мг меди	500	18 000	European Commission (2014)
Pb	19	г/Мг меди	6	60	European Commission (2014)
Cd	11	г/Мг меди	9	19	Theloke et al. (2008)
Hg	0.023	г/Мг меди	0.016	0.039	Theloke et al. (2008)
As	4	г/Мг меди	0.5	27	European Commission (2014)
Cr	16	г/Мг меди	11	22	Theloke et al. (2008)
Cu	32	г/Мг меди	8	130	European Commission (2014)
Ni	14	г/Мг меди	8.7	22	Theloke et al. (2008)
ПХБ	0.9	мкг/Мг меди	0.6	1.5	Примечание
ПХДД/Ф	5	мкг I-TEQ/Мг меди	0.01	800	UNEP (2005)

Примечание:

КВ для ПХБ можно пересмотреть на основе новой информации от ЮНЕП: Пакет инструментальных средств для идентификации и количественного анализа выбросов диоксинов и фуранов и других непреднамеренных выбросов СОЗ: <http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>

3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Данные касательно производства меди в печах для плавки первичного сырья, подходящие для оценки выбросов Уровня 1 или 2 широкодоступны и представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

3.3 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях

3.3.1 Алгоритм

Подход Уровня 2 соответствует подходу Уровня 1. Чтобы применить подход Уровня 2, необходимо выполнить разбивку информации по осуществляемой деятельности и коэффициентам выбросов в соответствии с различными методиками, которые могут использоваться в стране.

Подход Уровня 2 предполагает следующее:

Выполнить разбивку производства меди в стране, чтобы смоделировать различные продукты и типы технологических процессов, возникающих при производстве цинка в государстве, с помощью инвентаризации по следующим параметрам:

- Определение области производства, в которых используется каждый отдельный продукт и / или типы технологических процессов (так называемые «технологии» в указанной ниже формуле) по отдельности; и
- Использование коэффициентов выбросов, характерные для технологии, для каждого типа технологического процесса:

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

где:

² Для целей данного Руководства коэффициенты выбросов ЧУ принимаются равными коэффициентам элементарного углерода (ЭУ). Более подробную информацию можно найти в Главе 1.А.1 Энергетические отрасли промышленности.

$AR_{\text{производство, технология}}$ = объем выпуска в пределах категории источника, при использовании специальной технологии

$EF_{\text{технология, загрязнитель}}$ = коэффициент выброса для данной технологии и по данному загрязняющему веществу

В стране, в которой используют только одну технологию, наблюдается 100 % коэффициент проницаемости. Алгоритм сокращается до следующей формулы:

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

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$ = выбросы определенного загрязняющего вещества

$AR_{\text{производство}}$ = показатели деятельности при производстве меди

$EF_{\text{загрязнитель}}$ = коэффициент выброса для данного загрязняющего вещества

Коэффициенты выбросов при данном подходе также относятся ко всем подпроцессам производства, от подачи сырья до отправки готовой меди заказчикам.

3.3.2 Коэффициенты выбросов в зависимости от технологии

В данном подразделе представлены коэффициенты выбросов при производстве первичной и вторичной меди.

В отношении подхода Уровня 2 предполагается, что выбросы NO_x и CO происходят в результате процесса сгорания, их описание приведено в главе 1.A.2.b. Все другие выбросы происходят, в основном, в результате самого технологического процесса, поэтому их описание приведено в настоящей главе. Коэффициенты выбросов, указанные в документах наилучших имеющихся технологий, как правило, указаны в диапазонах. Диапазон интерпретируется как 95 % доверительный интервал, тогда как среднее геометрическое значение данного диапазона выбирается в качестве значения для коэффициента выбросов в приведенных далее таблицах.

Таблица 3-2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.7.а Производство меди, производство первичной меди

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника NO	Код	Название			
	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040309а	Производство меди			
Технологии/Методики	Производство первичной меди				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, НМЛОС, NH ₃ , Se, Zn, ПХБ, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	320	г/Мг меди	130	800	European Commission (2014)
ТЧ10	260	г/Мг меди	105	640	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ

ТЧ _{2,5}	200	г/Мг меди	80	480	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ЧУ	0.1	% ТЧ _{2,5}	0.05	0.2	US EPA (2011, file no.: 91158)
SO _x	10400	г/Мг меди	6 000	18 000	European Commission (2014)
Pb	16	г/Мг меди	6	45	European Commission (2014)
Cd	15	г/Мг меди	12	23	Theloke et al. (2008)
Hg	0.031	г/Мг меди	0.021	0.052	Theloke et al. (2008)
As	7	г/Мг меди	2	27	European Commission (2014)
Cr	21	г/Мг меди	15	29	Theloke et al. (2008)
Cu	57	г/Мг меди	25	130	European Commission (2014)
Ni	19	г/Мг меди	12	29	Theloke et al. (2008)
ПХДД/Ф	0.01	мкг I-TEQ/Мг меди	0.003	0.03	UNEP (2005)

Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.7.а Производство меди, производство вторичной меди

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника ИО	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040309а	Производство меди			
Технологии/Методики	Производство вторичной меди				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, НМЛОС, NH ₃ , Hg, Cr, Se, Zn, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	320	г/Мг меди	100	1 000	European Commission (2014)
ТЧ ₁₀	250	г/Мг меди	80	800	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ТЧ _{2,5}	190	г/Мг меди	60	600	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ЧУ	0.1	% ТЧ _{2,5}	0.05	0.2	US EPA (2011, file no.: 91158)
SO _x	1320	г/Мг меди	500	3 500	European Commission (2014)
Pb	24	г/Мг меди	10	60	European Commission (2014)
Cd	2.3	г/Мг меди	1.1	4.6	Theloke et al. (2008)
As	2	г/Мг меди	0.5	5	European Commission (2014)
Cu	28	г/Мг меди	8	100	European Commission (2014)
Ni	0.13	г/Мг меди	0.057	0.17	Theloke et al. (2008)
ПХБ	3.7	мкг/Мг меди	2.4	6	Примечание
ПХДД/Ф	50	мкг I-TEQ/Мг меди	0.03	800	UNEP (2005)

Примечание:

КВ для ПХБ можно пересмотреть на основе новой информации от ЮНЕП: Пакет инструментальных средств для идентификации и количественного анализа выбросов диоксинов и фуранов и других непреднамеренных выбросов СОЗ:

<http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>

Предполагается, что КВ ЧУ для производства вторичной меди такие же, как и для первичного производства.

Данные коэффициенты выбросов ТЧ представляют только фильтруемые ТЧ (не включая любые конденсируемые фракции).

3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

Существует ряд дополнительных технологий, целью которых является сокращение выбросов в атмосферу определенных загрязняющих веществ. Суммарный выброс можно рассчитать, заменив коэффициент выбросов, характерный для технологии, на сниженный коэффициент выбросов, согласно формуле:

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

где:

$EF_{\text{технология, уменьш.}}$	=	коэффициент выброса после снижения выбросов
$\eta_{\text{устранение загрязнений}}$	=	эффективность снижения выбросов
$EF_{\text{технология, неуменьш}}$	=	коэффициент выбросов перед снижением выбросов

Типичные показатели эффективности борьбы с загрязнением и концентрации загрязняющих веществ в дымовых газах, связанные с конкретным методом борьбы с загрязнением, можно найти в пересмотренном документе BREF по цветной металлургии (European Commission, 2014).

В Таблице 3.4, Таблице 3.5 и Таблице 3.6 представлены показатели эффективности снижения выбросов по умолчанию для твердых частиц, SOx и тяжелых металлов. Значения эффективности снижения выбросов твердых частиц (ТЧ) для более старых технологий основаны на AP 42 (US EPA, 1998), а значения эффективности более современного оборудования снижения выбросов основаны на проекте документа BREF для больших установок для сжигания (European Commission, 2013). Следует отметить, что значения эффективности в BREF для больших установок для сжигания основаны на наблюдениях за зольной пылью на угольных электростанциях. Для других типов пыли эффективность может быть меньше. Значения эффективности борьбы с загрязнением для тяжелых металлов основана на Theloke et al. (2008 г.), а значения эффективности снижения SOx для установок серной кислоты взята из BREF (European Commission, 2014 г.). Конечная эффективность борьбы с загрязнением зависит от технического обслуживания и состояния установленного оборудования снижения выбросов.

Таблица 3-4 Эффективность устранения пыли ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника 2.С.7.а Производство меди

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040309а	Производство меди			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал		Ссылки
		Значение по умолчанию	Нижний	Нижний	
Мультициклон	частица > 10 мкм	78.7%	36.2%	92.9%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	75.8%	27.5%	91.9%	
	2.5 мкм> частица	75.0%	25.0%	91.7%	
Оросительная колонна	частица > 10 мкм	77.6%	32.7%	92.5%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	74.4%	23.2%	91.5%	
	2.5 мкм> частица	72.5%	17.5%	90.8%	
Электростатический фильтр + оросительная	частица > 10 мкм	95.1%	85.3%	98.4%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	94.6%	83.8%	98.2%	
	2.5 мкм> частица	96.3%	88.8%	98.8%	

колонна					
Влажный электростатический фильтр	частица > 10 мкм	98.2%	94.5%	99.4%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	96.4%	89.2%	98.8%	
	2.5 мкм> частица	94.4%	83.1%	98.1%	
Современный электростатический фильтр	частица > 10 мкм	>99.95%			European Commission (2013)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	>99.95%			
	2.5 мкм> частица	97.4%	>96.5%	>98.3%	
Насадочный скруббер с переменным потоком	частица > 10 мкм	71.9%	15.7%	90.6%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	67.9%	3.8%	89.3%	
	2.5 мкм> частица	76.9%	30.6%	92.3%	
Поплавковый скруббер	частица > 10 мкм	79.6%	38.8%	93.2%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	76.8%	30.4%	92.3%	
	2.5 мкм> частица	75.0%	25.0%	91.7%	
Скруббер Вентури	частица > 10 мкм	96.7%	90.0%	98.9%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	96.2%	88.6%	98.7%	
	2.5 мкм> частица	92.3%	77.0%	97.4%	
Современный скруббер Вентури	частица > 10 мкм	>99.9%			European Commission (2013)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	99.9%			
	2.5 мкм> частица	99.0%	98.5%	99.5%	
Сухой + скруббер тонкой очистки	частица > 10 мкм	99.1%	97.4%	99.7%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	98.3%	95.0%	99.4%	
	2.5 мкм> частица	97.5%	92.5%	99.2%	
Пропитанный тканевый фильтр	частица > 10 мкм	98.1%	94.3%	99.4%	US EPA (1998)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	96.3%	88.8%	98.8%	
	2.5 мкм> частица	94.4%	83.1%	98.1%	
Современный тканевый фильтр	частица > 10 мкм	>99.95%			European Commission (2013)
	10 мкм> частица > 2.5 мкм	>99.9%			
	2.5 мкм> частица	>99.6%			

Таблица 3-5 Эффективность устранения SO_x (устранение загрязнений) для категории источника 2.С.7.а Производство меди

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040309а	Производство меди			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал		Ссылки
		Значение по умолчанию	Нижний	Нижний	
Одноконтактная серноокислотная установка	SO _x	97.6%	96%	99.10%	European Commission (2014)
Двухконтактная серноокислотная установка	SO _x	99.6%	99.20%	99.97%	European Commission (2014)

Таблица 3-6 Эффективность устранения металлов (устранение загрязнений) для категории источника 2.С.7.а Производство меди

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.7.а	Производство меди			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040309а	Производство меди			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал		Ссылки
		Значение по умолчанию	Нижний	Нижний	
Сухой электростатический фильтр	Hg	5%	0%	68%	Theloke et al. (2008)
	Cd	84.7%	54%	95%	Theloke et al. (2008)
	Ni	84.7%	54%	95%	Theloke et al. (2008)
	As	84.7%	54%	95%	Theloke et al. (2008)
	Pb	84.7%	54%	95%	Theloke et al. (2008)
Самый современный тканевый фильтр	Hg	10%	0%	70%	Theloke et al. (2008)
	Cd	99.99%	99.97%	99.997%	Theloke et al. (2008)
	Ni	99.99%	99.97%	99.997%	Theloke et al. (2008)
	As	99.99%	99.97%	99.997%	Theloke et al. (2008)
	Pb	99.99%	99.97%	99.997%	Theloke et al. (2008)
	ПХДД/Ф	10%	0%	70%	Theloke et al. (2008)

3.3.4 Данные по осуществляемой деятельности

Данные по производству меди, подходящие для оценки выбросов с помощью более простых методов оценки (Уровней 1 и 2) широко представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

Для подхода Уровня 2 необходимо выполнить разбивку этих данных в соответствии с применяемой технологией. Стандартными источниками получения этих данных могут быть организации промышленной отрасли внутри страны или опросные листы, предоставленные отдельным предприятиям по производству меди.

3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

3.4.1 Алгоритм

Существует два различных метода оценки выбросов, которые выходят за пределы технологического подхода, описанного ранее:

- Детальное моделирование процесса производства меди;
- Отчеты о выбросах на уровне объекта.

Детальное моделирование процесса производства

При оценке выбросов Уровня 3 с использованием данных о технологическом процессе выполняются отдельные оценки на последовательных стадиях процесса производства меди:

- обжиг/сушка
- плавка
- преобразование

- огневое рафинирование

Данные на уровне объекта

Если представлены данные о выбросах на уровне объекта удовлетворительного качества (см. Главу касательно обеспечения/контроля качества в Части А Руководства), целесообразно использовать эти данные. Для этого предусмотрено две возможности:

- отчеты об объектах охватывают все производство меди в стране;
- отчеты о выбросах на объектном уровне не доступны для всех предприятий страны, производящих медь.

Если данные объектного уровня охватывают все производство меди в стране, рекомендуется сравнить предполагаемые коэффициенты выбросов (зарегистрированные значения выбросов, поделенные на объем государственного производства меди) со значениями коэффициента выбросов по умолчанию или коэффициентами выбросов, характерными для технологии. Если предполагаемые коэффициенты выбросов превышают доверительный интервал 95 % для значений, указанных ниже, рекомендуется пояснить причины этого в отчете об инвентаризации

Если общий ежегодный объем производства меди в стране не включен в общие объектные отчеты, рекомендуется выполнить оценку отсутствующей части общих выбросов в стране по категории источника, используя экстраполирование по следующей формуле:

$$E_{\text{Итого, загрязнитель}} = \sum_{\text{Объекты}} E_{\text{Объект, загрязнитель}} + (\text{Национальное производство}) \times EF \quad (5)$$

где:

$E_{\text{Итого, загрязнитель}}$	=	общий выброс загрязняющего вещества для всех объектов в категории источника
$E_{\text{Объект, загрязнитель}}$	=	выброс загрязняющего вещества, указанный на объекте
$\text{Производство}_{\text{Итого}}$	=	объем выпуска в категории источника
$\text{Производство}_{\text{Объект}}$	=	объем выпуска на объекте
$EF_{\text{загрязнитель}}$	=	коэффициент выбросов для загрязняющего вещества

В зависимости от конкретной обстановки в государстве и объема отчетов на уровне объекта по сравнению с общими объемами производством меди в государстве, рекомендуется выбрать коэффициент выбросов (EF) в данной формуле с учетом следующих возможностей, в порядке уменьшения предпочтения:

- коэффициенты выбросов, характерных для технологии, с учетом знаний о типах технологий, используемых на тех объектах, где отчеты о выбросах на объектном уровне не доступны;
- предполагаемый коэффициент выбросов, полученный из предоставленных отчетов о выбросах:

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

- коэффициент выбросов Уровня 1 по умолчанию; выбирать данный вариант только в том случае, если отчеты о выбросах на объектном уровне охватывают более 90 % всего государственного производства меди.

3.4.2 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

Медеплавильные заводы являются основными промышленными объектами. Данные о выбросах отдельных заводов можно получить из Журналов учета выбросов загрязняющих веществ и их перемещений или по другой схеме предоставления отчетов по выбросам. Когда качество этих данных гарантировано разработанной системой обеспечения и контроля качества, и отчеты о выбросах проверены по схеме независимой проверки, рекомендуется использовать эти данные. Если требуется экстраполирование для того, чтобы охватить все производство меди в стране, можно использовать как предполагаемые коэффициенты выбросов на объектах, составляющих отчеты, так и указанные ранее коэффициенты выбросов.

Общепринятых моделей выбросов при производстве меди не существует. Такие модели могут быть разработаны и использованы при национальной инвентаризации. В этом случае рекомендуется сравнить результаты моделирования с оценкой Уровня 1 или 2 для определения надежности модели. Если модель демонстрирует предполагаемые коэффициенты выбросов, превышающие доверительный интервал 95 %, указанный ранее в таблицах, рекомендуется пояснить причины этого в документации и желательно – в отчетности по инвентаризации.

3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

Поскольку в Журналах учета выбросов загрязняющих веществ и их перемещений не сообщаются данные по деятельности, иногда тяжело найти такие данные, которые имеют отношение к публикуемым выбросам на уровне объекта. Возможный источник деятельности на уровне объекта может представлять собой реестры систем коммерческих обменов, торговли разрешениями на выбросы.

Во многих странах органы национальной статистики осуществляют сбор производственных данных на уровне объекта, но в большинстве случаев эти данные конфиденциальны. Тем не менее, в некоторых странах органы национальной статистики являются частью национальных систем инвентаризации выбросов. Экстраполяция, при необходимости, может выполняться в органах статистики с обеспечением конфиденциальности производственных данных.

4 Качество данных

4.1 Полнота

Следует проявлять осторожность при включении всех выбросов от горения или технологических процессов. Следует проверять, действительно ли выбросы, регистрируемые как «включенные в какой-либо другой источник» (ДИ) в данной категории источников 2.С.7.а включены в выбросы, регистрируемые при горении в главе 1.А.2.б.

4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Предпринять все меры предосторожности, чтобы избежать двойного счета выбросов в результате технологического процесса и горения. Рекомендуется убедиться в том, что выбросы, рассмотренные в главе 2.С.7.а не включены в выбросы, зарегистрированные как выбросы в результате сгорания, указанные в главе 1.А.2.б.

4.3 Проверка достоверности

4.3.1 Коэффициенты выбросов, полученные при использовании наилучших имеющихся технологий

В Таблице 4.1 представлены типичные концентрации пыли для процессов на оборудовании, связанном с наилучшими доступными технологиями (НДТ)

Коэффициенты выбросов, связанные с НДТ				
	Код	Название		
Категория источника НО	2.С.5.а	производство меди		
Топливо	нет данных	не применимо		
Загрязняющее вещество		Пыль		
Процесс	Значение	Единицы	95% доверит. интервал	
			Нижний	Верхний
Хранение, обработка, и транспортировка сырья	2 - 5	мг/Нм ³		
Сушка концентрата	3 - 5	мг/Нм ³		
Плавильня и конвертер первичной меди	2 - 5	мг/Нм ³		
Плавильня и конвертер вторичной меди	2 - 4	мг/Нм ³		
Анодная печь	2 - 5	мг/Нм ³		
Отливка анодов	<5 - 15	мг/Нм ³		

SO_x, диоксинов и общих летучих органических соединений для установок, связанных с наилучшими доступными технологиями (НДТ). Более подробную информацию можно найти в пересмотренном документе BREF для цветной металлургии (European Commission, 2014).

Таблица 4-1 Коэффициенты выбросов пыли, связанные с НДТ, для категории источника 2.С.7.а Производство меди

Коэффициенты выбросов, связанные с НДТ		
	Код	Название

Категория источника НО	2.С.5.а	производство меди		
Топливо	нет данных	не применимо		
Загрязняющее вещество		Пыль		
Процесс	Значение	Единицы	95% доверит. интервал	
			Нижний	Верхний
Хранение, обработка, и транспортировка сырья	2 - 5	мг/Нм ³		
Сушка концентрата	3 - 5	мг/Нм ³		
Плавильня и конвертер первичной меди	2 - 5	мг/Нм ³		
Плавильня и конвертер вторичной меди	2 - 4	мг/Нм ³		
Анодная печь	2 - 5	мг/Нм ³		
Отливка анодов	<5 - 15	мг/Нм ³		

Таблица 4-2 Коэффициенты выбросов, связанные с НДТ, для категории источника 2.С.7.а Производство меди, первичное огневое рафинирование и плавление

Коэффициенты выбросов, связанные с НДТ				
	Код	Название		
Категория источника НО	2.С.5.а	производство меди		
Топливо	нет данных	не применимо		
Загрязняющее вещество	Значение	Единицы	95% доверит. интервал	
			Нижний	Верхний
SOx	<50-500	мг/Нм ³		
Диоксины	≤0.1	нг ТЕQ/Нм ³		
Общин летучие органические соединения	3 - 30	мг/Нм ³		

4.4 Разработка согласуемых временных рядов и пересчет

Какая-то специфика отсутствует.

4.5 Оценка неопределенности

В отношении Раздела 3.3.3 эффективность борьбы с загрязнением в значительной степени зависит от таких факторов, как техническое обслуживание и условия работы фильтра, абсорбенты и фильтрующие материалы.

4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

Какая-то специфика отсутствует.

4.5.2 Неопределенности в данных по осуществляемой деятельности

Какая-то специфика отсутствует.

4.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК

Какая-то специфика отсутствует.

4.7 Координатная привязка

Оценки выбросов государственного значения могут быть разделены на основе статистики производства, населения или занятости.

4.8 Отчетность и документация

Какая-то специфика отсутствует.

5 Глоссарий

AR производство, технология	Объем выпуска в рамках категории источника при использовании специальной технологии
AR производство, технология	Объем выпуска в рамках категории источника при использовании специальной технологии
AR производство	Темп производства меди
Процесс контактного горения	Процесс, в котором горячие дымовые газы при горении напрямую закачиваются в реактор, где, согласно химическим и физическим законам, происходит преобразование сырья в продукцию. Например: <ul style="list-style-type: none"> • Первичное железо и сталь • Цемент • ...
E объект, загрязнитель	Выброс загрязняющего вещества, зарегистрированный объектом
E загрязнитель	Выброс указанного загрязняющего вещества
E итого, загрязнитель	Суммарный выброс загрязняющего вещества для всех объектов в рамках категории источника
EF страна, загрязнитель	Коэффициент выбросов, характерный для страны
EF загрязнитель	Коэффициент выбросов загрязняющего вещества
EF технология, уменьш.	Коэффициент выбросов после снижения загрязнения окружающей среды
EF технология, загрязнитель	Коэффициент выбросов данного загрязняющего вещества и данной технологии
EF технология, неуменьш.	Коэффициент выбросов перед снижением загрязнения окружающей среды
ESP	Электростатический пылеуловитель: оборудование для устранения загрязнения среды в результате пылевых выбросов
FF	Тканевые фильтры: оборудование для устранения загрязнения среды в результате пылевых выбросов
Просачивание технология	Часть производства, в которой используется особая технология
Производство объект	Объем выпуска на объекте

Производство <small>итого</small>	Объем выпуска в категории источника
η уменьшение загрязнений	Значение эффективности снижения выбросов

6 Список использованной литературы

Althaus, H.-J., 2003. *Life Cycle Inventories of Metals*. Ecoinvent database. Available at: www.ecoinvent.ch. [Accessed 10 July 2009]

Barbour A.K., Castle J.F. and Woods S.E. 1978. *Production of non-ferrous metals*. In: *Industrial Air Pollution Handbook*. Parker, A. (ed.), Mc Graw-Hill Book Comp. Ltd., London.

European Commission, 2001. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the Non-Ferrous Metal Industries*.

European Commission, 2013. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Large Combustion Plants*. Draft 1, June 2013.

European Commission, 2014. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Final Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Non-Ferrous Metals Industries*. Draft October 2014.

Nriagu, J.O. and Pacyna, J.M., 1988. 'Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals'. *Nature*, 333, 134–139.

Pacyna, J., Van der Most, P., Hobson, M., Wieser, M., Müller, B., Duval, L., Spezzano, P., Lotz, T., Kakareka, S., 2002. *Combustion and Industry Expert Panel workshop*. European Joint Research Centre (JRC), Ispra.

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

UN ECE, 1994. *State-of-the-art report on heavy metals emissions*. UN Economic Commission for Europe, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Task Force on Heavy Metals Emissions, Prague, Czech Republic.

UNEP, 2005. *PCDD/PCDF Toolkit 2005*. United Nations Environmental Programme, Nairobi.

US EPA, 1993. *Locating and estimating air emission from sources of mercury and mercury compounds*. US Environmental Protection Agency, EPA-454/R-93-023, Research Triangle Park, NC.

US EPA, 1995. *AP-42 CD-ROM*. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

US EPA, 1998. *AP 42 (5th edition), October 1998, Chapter 12*. US Environmental Protection Agency. Available at: www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch12/index.html. [Accessed 9 July 2009].

US EPA, 2011. SPECIATE database version 4.3, U.S. Environmental Protection Agency's (EPA). Available at: <http://cfpub.epa.gov/si/speciate/>. (accessed 5 June 2013).

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

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/).