



---

<b>Категория</b>		<b>Название</b>
<b>НО:</b>	2.C.6	Производство цинка
<b>ИНЗВ:</b>	040309c	Производство цинка
<b>МСОК:</b>	2720	Производство основных драгоценных и цветных металлов
<b>Версия</b>	Руководство 2016	
<b>Обновление</b>	Июль 2017	Детали предыдущих обновлений можно найти в журнале обновлений главы на сайте Руководства

---

#### **Основные авторы**

Джероуэн Куэнен

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

Ян Бердовски, Питер ван дер Мост, Крис Вельдт, Ян Питер Блуз, Йозеф М. Пациона, Отто Рентц, Дагмар Ёртель, Уте Карл, Тинус Пуллес и Вильфред Аппельман и Стийн Деллаэрт

---

## Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие сведения .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Описание источников.....</b>	<b>3</b>
2.1	Описание процесса .....	3
2.2	Методики .....	5
2.3	Выбросы.....	9
2.4	Средства регулирования .....	11
<b>3</b>	<b>Методы.....</b>	<b>12</b>
3.1	Выбор метода.....	12
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию.....	13
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях.....	16
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	27
<b>4</b>	<b>Качество данных .....</b>	<b>29</b>
4.1	Полнота .....	29
4.2	Предотвращение двойного учета в других секторах.....	30
4.3	Проверка достоверности.....	30
4.4	Разработка согласуемых временных рядов и пересчет.....	30
4.5	Оценка неопределенности .....	30
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК .....	30
4.7	Координатная привязка .....	30
4.8	Отчетность и документация .....	31
<b>5</b>	<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Наведение справок .....</b>	<b>32</b>

# 1 Общие сведения

Цинк производят из различных видов основного и вторичного сырья. При процессах производства из основного сырья используются сульфидные и оксидные концентраты, тогда как при процессах производства из вторичного сырья используются оборотные окисленные и металлические продукты. В данной главе содержится информация о выбросах в атмосферу в процессе производства цинка из вторичного сырья. Установить четкие различия между производством цинка из основного и вторичного сырья фактически очень сложно, поскольку на большинстве металлургических комбинатах используется как основное, так и вторичное сырье.

На большинстве производственных мощностей ЕС применяется гидрометаллургический производственный маршрут, который также называется RLE (извлечение металла с использованием жаропонижающего электролита) с общей производственной мощностью 2,1 млн тонн в 2007 году. RLE-это непрерывный процесс. На вторичный или переработанный цинк приходится около 30% ежегодного потребления цинка в Европе. Примерно 50 % этого вторичного цинка перерабатывается в рамках данного сектора промышленности (European Commission, 2014).

Производство вторичного цинка приобретает все большую распространенность в различных регионах мира. В Восточной Европе данное увеличение составляет примерно 5% в год.

Действия, относящиеся к производству цинка из основного сырья:

- Транспортировка и хранение цинковых руд;
- Концентрация цинковых руд;
- Окисление цинковых концентратов с подачей воздуха (процесс обжига);
- Производство цинка с помощью электрохимического или термического процесса;
- Последующая обработка цинка.

В данной главе приводится описание выбросов только в результате таких процессов. Информация о выбросах, образующихся при горении в результате производства цинка, представлена в главе 1.A.2.b.

Самыми важными загрязняющими веществами, выделяющимися в результате этих процессов, являются диоксид серы, тяжелые металлы (особенно цинк) и пыль.

## 2 Описание источников

### 2.1 Описание процесса

При использовании методов производства из основного сырья цинк получают из руд, содержащих 85% сульфида цинка (по весу) и 8–10% сульфида железа, с общей концентрацией цинка около 50%. Руды также содержат сульфиды металлов, таких, как свинец, кобальт, медь, серебро, кадмий и сульфид мышьяка.

Руды окисляют с подачей воздуха, в результате чего получают оксид цинка, окись серы и цинковое железо. Хлор и фтор удаляют из дымового газа, а двуокись серы в результате каталитических реакций превращается в серную кислоту.

Металлургический комбинат, занимающийся производством цинка из вторичного сырья, - это любое предприятие или завод, на котором обрабатываются цинкосодержащий металлолом или цинкосодержащие материалы, не являющиеся цинкосодержащими концентратами (рудами), полученными в ходе добычи полезных ископаемых (Barbour *et al.*, 1978). Но, как правило, металлургические комбинаты, занимающиеся производством цинка из основного сырья, тоже часто используют цинковый металлолом или переработанную пыль в качестве исходного материала.

Производства цинка с использованием лома включает три основные операции: предварительная обработка, плавление и очистка. Металлолом подается в устройство обработки вторичного сырья цинка в виде слитков, бракованных отливок, отходов металлургического производства и другого смешанного металлолома, содержащего цинк (US EPA, 1995).

Предварительная обработка металлолома включает сортировку, очистку, измельчение и просеивание, осаждение влаги и выщелачивание. При сортировке цинкосодержащий металлолом вручную отделяется с учетом содержания цинка и в соответствии с любыми требованиями к дальнейшей обработке. При очистке удаляют инородные материалы, чтобы улучшить качество продукта и эффективность процесса восстановления. Измельчение облегчает процесс отделения цинка от примесей. При просеивании и пневмосепарации происходит концентрация металлического цинка для дальнейшей обработки. При выщелачивании с помощью раствора карбоната натрия происходит превращение окалина и шлаков в оксид цинка, из которого можно восстановить металлический цинк (US EPA, 1995).

Чистый цинкосодержащий металлолом подвергается плавлению в котле, тигле, отражательной и индукционной электропечи. В этих печах используется флюс для отделения примесей из расплавленного цинка. В результате перемешивания флюс и примеси распространяются по поверхности металла в виде шлака, откуда их в дальнейшем снимают. Оставшийся расплавленный цинк можно отлить в формы или подвергнуть дальнейшей очистке в расплавленном состоянии (US EPA, 1995).

В процессе очистки происходит дальнейшее удаление примесей из лома, содержащего чистый цинковый сплав, а также из цинка, выпаренного во время этапа плавления в муфельных печах. Расплавленный цинк нагревают до тех пор, пока он не начнет испаряться. Пары цинка конденсируют и улавливают в различных видах, в зависимости от температуры, времени улавливания, отсутствия или наличия кислорода и оборудования, используемого в процессе конденсации паров цинка. Конечные продукты в результате процессов очистки включают слитки цинка, цинковую пыль, оксид цинка и цинковые сплавы (US EPA, 1995).

В целом, процессы переработки вторичного цинка, можно различать по виду используемого сырья (Rentz *et al.*, 1996):

Оксидные остатки и оксидная пыль, например, появившиеся в результате сталеплавильного производства, обрабатываются во вращающихся печах (Вельц-печах), что приводит к образованию оксидов металла в более концентрированной форме. Эти концентрированные оксиды (оксиды, полученные в Вельц-печах) обрабатываются вместе с оксидными рудами в термических печах для выплавки первичного цинка, особенно в плавильных печах, которые используются для комбинированного производства свинца и цинка. При этом трудно сделать

четкое разграничение в производстве первичного и вторичного цинка, а также в производстве цинка и свинца.

Металлические продукты до плавки измельчают и просеивают для отделения зерен металла от оксидов. После этого металлические продукты плавят в плавильных печах, в основном индукционного типа или в муфельных печах. Наконец, расплавленный цинк разливают в изложницы, и частично подвергают очистке в ректификационных колоннах для получения цинка высокой чистоты.

На муфелях в Нью-Джерси можно обрабатывать большое количество различных оксидных вторичных материалов одновременно с металлами. Для подготовки шихты оксиды смешивают с брикетированным и спекшимся каменным или газовым углем. Брикетированный уголь вместе с металлами загружают в муфели. Пары цинка, образующиеся в муфелях, конденсируются в результате конденсирования с разбрызгиванием.

## 2.2 Методики

### 2.2.1 Производство первичного цинка

#### Процесс электрохимического производства цинка

Обоженную руду выщелачивают в аккумуляторную кислоту. Оксид цинка растворяется в кислом растворе, тогда как цинковое железо не растворяется в нем. После этапа расщепления раствор сырого сульфата цинка подлежит очистке, а нерастворимое вещество подвергается ярозитному осаждению.

В процессе ярозитного осаждения нерастворимое вещество обожженной руды находится в контакте с аммиаком и железом (который также содержит цинк и другие металлы), полученными в результате второго процесса выщелачивания. Железо осаждают, при этом образуется нерастворимый ярозит аммония  $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}]$ . После сепарации раствор, содержащий цинк, подвергается первому процессу выщелачивания, а нерастворимое вещество - второму процессу выщелачивания. В ходе процесса второго выщелачивания нерастворимое вещество находится в контакте с раствором концентрированной кислоты. Цинковое железо и практически все другие металлы растворяются в растворе концентрированной кислоты. После сепарации раствор, содержащий цинк и железо, вновь подвергается ярозитному осаждению, в результате которого удаляются железо и нерастворимое вещество.

Раствор сырого сульфата цинка, образовавшийся в результате первого процесса выщелачивания, очищают методом добавления цинковой пыли. В результате добавления цинковой пыли, уголь, кобальт и кадмий осаждаются в виде металлов. После фильтрации очищенного раствора сульфата цинка электролитический конденсат цинка отделяют от раствора. Цинковые листы, полученные в результате электролитического процесса, плавят в индукционных печах и отливают в блоки. Цинковые сплавы можно также изготавливать, добавляя свинец или алюминий низкой концентрации.

Рисунок 2.1 Ниже показана схема обобщенного процесса производства цинка электрохимическим способом согласно приведенному выше описанию.

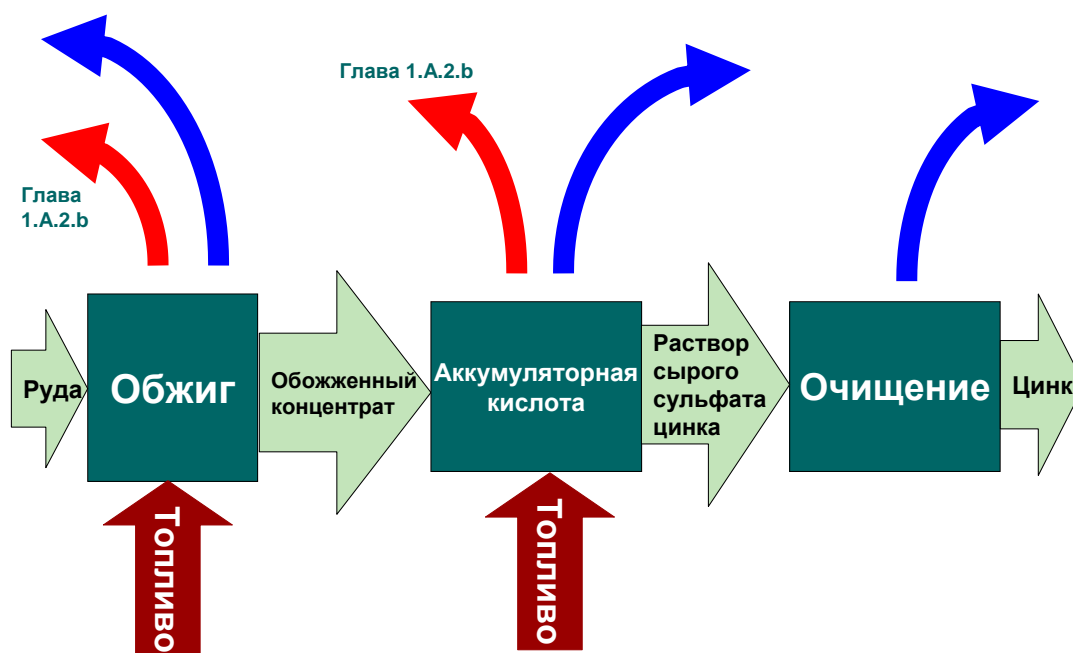
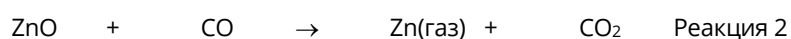
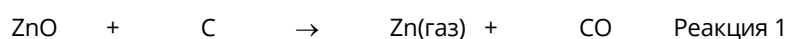


Рисунок 2.1 Схема процесса для категории источника 2.С.6 Производство цинка, процесс производства цинка электрохимическим способом

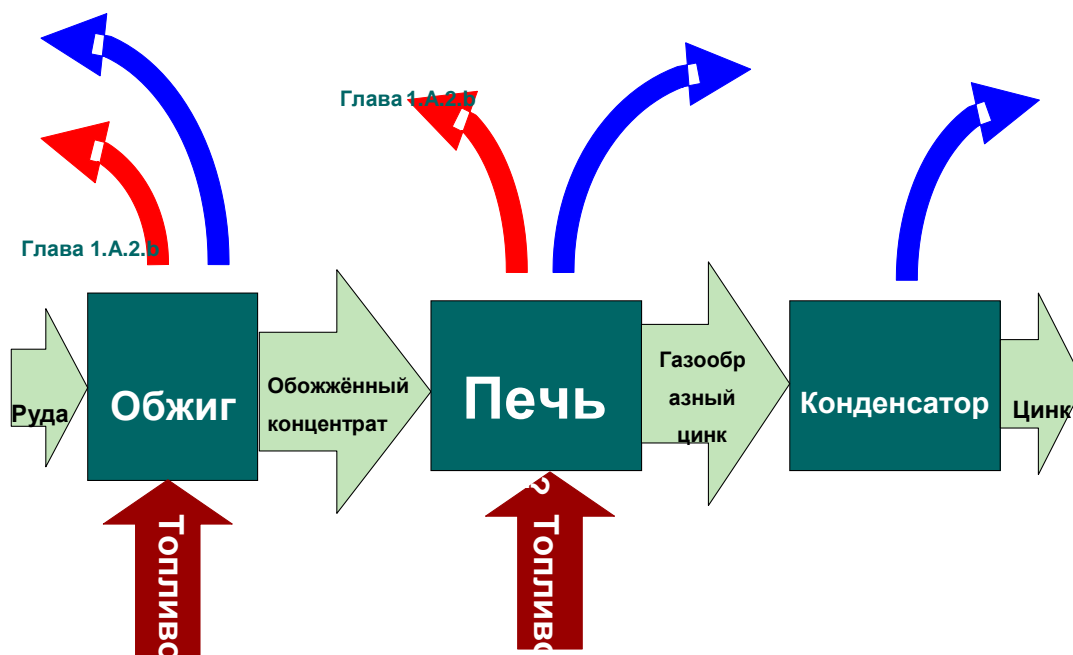
#### Процесс производства цинка методом термического плавления

Обоженный цинк нагревают до температуры около 1100°C (необходима температура выше точки кипения) с добавлением антрацита или кокса. При такой температуре происходит восстановление оксида цинка, и образуется моноксид углерода из источника углерода. Моноксид углерода вступает в реакцию с другой молекулой оксида цинка, в результате чего образуется диоксид углерода:



Поскольку реакция 2 является обратимой (при более низких температурах происходит преобразование оксида цинка), необходимо понизить концентрацию диоксида углерода. Концентрация диоксида углерода может быть снижена в результате реакции с источником углерода.

Наконец, парообразный цинк конденсируется во внешних конденсаторах. На рисунке 2.2 показана общая схема процесса производства цинка методом термического плавления.



**Рисунок 2.2** Схема процесса для категории источника 2.С.6 Производство цинка, процесс производства цинка электрохимическим способом

### 2.2.2 Производство вторичного цинка

В печи для вытопки (вращающейся, отражательной или муфельной печи) лом, содержащий цинк и другие металлы, медленно нагревается приблизительно до температуры 364°C. Данная температура достаточна для того, чтобы цинк плавился, но она все еще ниже температуры плавления остальных металлов. Расплавленный цинк накапливается на дне печи для вытопки и в дальнейшем подвергается восстановлению. Оставшийся металлический лом охлаждают и направляют на продажу на другие обрабатывающие остановки для производства вторичного цинка (US EPA, 1995).

Более сложный тип вытопки включает сбор лома в корзину и его нагрев в соли под контролем до определенной температуры. Это приводит к образованию жидкого металла, который отделяется сверху вниз из соли и твердого остатка других металлов, все еще не подверженных окислению. Обеспечив нагрев до ряда температур, соотносящихся с температурой плавления используемых металлов или сплавов, можно получить фракции расплавленного металла с минимальным количеством примесей (Barbour *et al.*, 1978).

Для производства цинка на муфелях в Нью-Джерси, сырьевой материал, содержащий цинк, собирают на участке складирования и штабелирования. Для некоторого сырья выполняют подготовку шихты, в том числе измельчение, просеивание и магнитное обогащение, чтобы получить металлические и оксидные фракции. Более того, для некоторого сырья необходимо выполнить дехлорирование. Оксидное сырье, например, пыль и цинковые шлаки, смешивают с

каменным углем. Затем смесь, содержащая около 40% цинка, брикетируют с крепителем, коксуют при приблизительной температуре 800°C в газовой печи для коксования, и затем направляют на муфели в Нью-Джерси вместе с незначительным количеством чистых металлических материалов. При нагреве природным газом, а также монооксидом углерода (СО), содержащим отработанные газы, в муфелях достигаются температуры, соответствующие примерно 1100°C, поэтому происходит восстановление и выпаривание цинка. После этого, парообразный цинк осаждают в цинковых конденсаторах с разбрызгиванием и направляют в литейный цех через котельную печь. Здесь так называемый отобранный цинк разливают в изложницы. Остатки, образовавшиеся в муфелях, обрабатывают в циклоне, чтобы получить оксиды смеси свинца и цинка и шлак. На рисунке 3.1 показана схема производства вторичного цинка в муфелях в Нью-Джерси. Указаны потенциальные источники выброса твердых частиц и тяжелых металлов. Плавят металлическую фракцию, образовавшуюся в результате подготовки шихты, вместе с другими металлическими материалами, например, гальваническими шлаками, ломом цинка и сплавами из лома. Затем сырой цинк направляют в печь для сжижения, где, в результате первого этапа очищения получают 97,5–98 % цинка. Расплавленный и очищенный цинк также разливают в изложницы (Rentz *et al.*, 1996).

Сырье для Вельц-печей представляет собой в основном пыль и шлак, образовавшийся в электродуговых печах в результате сталеплавильного производства, вместе с другими вторичными материалами, содержащими цинк и свинец. Для удобства передачи и подачи, пылеобразные вторичные материалы, как правило, гранулируют на сталелитейных заводах.

После смешивания окатыши, содержащие цинк и свинец, кокс в качестве восстановителя и флюс подают через специальное отверстие в верхнюю часть вращающейся печи с незначительным уклоном. Вращение и уклон приводят к поступательному и вращательному движению шихты с нахлестом. В направлении, противоположном направлению подачи, воздух в качестве газа сгорания подается в выпускное отверстие печи. При температуре примерно 1200°C, а также при выдержке в течение четырех часов, цинк и свинец восстанавливают и выпаривают. Пары металлов повторно окисляют в пространстве печи, заполненном газом, и отводят через отверстие подачи вместе с отработанным газом. В устройстве для очистки оксиды металлов вновь собирают, и в пылеулавливающем фильтре образуется так называемый оксид Вельца, содержащий примерно 55 % цинка и примерно 10 % свинца. Далее оксид Вельца подается на плавильную печь, которая используется для плавления смеси из первичного цинка и свинца. Шлак из печи Вельца охлаждают и гранулируют в водяной ванне. Дополнительное масло в качестве топлива требуется только при запуске печи, тогда как при стационарной работе сгорание металлических паров и монооксида углерода потребляется энергия для технологического процесса (Rentz *et al.*, 1996). Схематическое изображение процесса Вельца представлено на Рисунке 3.2.

Иногда вторичный цинк смешивают с первичным материалом для очистки. При этом могут использоваться различные пирометаллургические технологии очистки, в зависимости от технических свойств загружаемого материала и продукта. Термическую очистку цинка с помощью фракционной перегонки можно выполнять в ректификационных колоннах при температурах 950°C (Rentz *et al.*, 1996).



## 2.3 Выбросы

### 2.3.1 Производство первичного цинка

Основными выбросами от производство цинка являются:

- Диоксид серы ( $SO_2$ ), другие соединения серы и кислотный туман;
- Оксиды азота ( $NO_x$ ) и другие соединения азота;
- Металлы и их соединения;
- пыль;
- ЛОС и ПХДД/Ф.

Другие загрязняющие вещества считаются незначительными для данного сектора промышленности, отчасти потому, что они не присутствуют в процессе производства, а частично потому, что они немедленно нейтрализуются (например, хлор или  $HCl$ ) или встречаются в очень низких концентрациях (например,  $CO$ ). Выбросы в значительной степени связаны с пылью (кроме кадмия, мышьяка и ртути, которые в разной степени могут присутствовать в виде пара).

Перенос пыли из обжига или других пирометаллургических процессов является потенциальным источником прямых и неконтролируемых выбросов пыли и металлов. Газы собираются и обрабатываются в процессе газоочистки и, в конце, в установке серной кислоты. Пыль удаляется и возвращается в процесс. Выбросы аэрозолей происходят в электролитической установке, и они могут содержать растворенные металлы. Диапазон выбросов тумана и пыли из этих источников составляет от 0,2 мг/Нм<sup>3</sup> до 1,25 мг/Нм<sup>3</sup>. Процессы плавки, легирования, литья и цинковой пыли являются потенциальными источниками выбросов пыли и металлов. Сообщается, что диапазон выбросов пыли составляет от 200 мг /Нм<sup>3</sup> до 900 мг/Нм<sup>3</sup> в неочищенном газе. Выбросы твердых частиц и тяжелых металлов (цинка и кадмия) также происходят при получении и хранении цинковых руд.

Выбросы  $SO_2$  в основном происходят из установок обжига, электролиза и серной кислоты. Получение и хранение цинковой руды происходит под крышкой, чтобы снизить выбросы. Выбросы в процессе производства возникают в резервуарах, печах и сепарационном оборудовании. Эти выбросы можно снизить, изменив некоторые конструкции.

Более 90% потенциального  $SO_2$ , выделяемого из цинковых руд, происходит в печах для обжига. Примерно 93–97% серы при подаче выделяется в виде оксида серы. Концентрации  $SO_2$  в дымовом газе различаются в зависимости от типа работы печи для обжига. Горячий отходящий газ из печи с псевдоожиженным слоем обычно содержит ~ 10%  $SO_2$  (European Commission, 2014).

Дополнительно  $SO_2$  выделяется на агломерационных установках; объем выделяемого вещества зависит от содержания серы в обожженном сырье. Концентрация  $SO_2$  в отработанных газах на агломерационной установке составляет от 0,1 до 2,4 % (US EPA, 1995).

Стадии обжига и плавки являются потенциальными источниками оксидов азота ( $NO_x$ ).  $NO_x$  может образовываться из компонентов азота, которые присутствуют в концентратах, или в виде теплового  $NO_x$ . Диапазон для всех процессов составляет от 20 мг/Нм<sup>3</sup> до 400 мг/Нм<sup>3</sup>.

Формирование ПХДД/F в зоне горения и в охлаждающей части системы очистки отходящего газа (синтез de novo) возможно в некоторых процессах, особенно если пластмассовые компоненты включены во вторичные материалы, которые подаются в процесс.

Потребность в энергии для различных процессов производства свинца и цинка весьма различна. Это зависит от качества подаваемого сырья и продуктов, использования скрытого или отработанного тепла, а также производства промежуточных продуктов. Для получения подробной информации см. справочный документ по наилучшим доступным технологиям (BREF) (Европейская комиссия, 2014), принятие которого ожидается в 2016 году.<sup>(1)</sup>

### 2.3.2 Производство вторичного цинка

Из числа различных этапов технологического процесса работа плавильной печи является самым главным источником выбросов в атмосферу. Как правило, различают постоянные и периодические выбросы. Постоянные выбросы связаны с самим процессом, тогда как периодические выбросы возникают, например, при подаче, нагреве, снятии шлака или очистке. Самые главные факторы, влияющие на выбросы при предварительной обработке лома и в процессе плавки, следующие:

- Состав сырья, особенно содержание органических и хлористых веществ, которые влияют на образование диоксинов и фурана;
- Использование порошкового флюса;
- Тип печи — прямой нагрев при сочетании различных процессов и сжигание отработанных газов снижают содержание органических веществ, образовавшихся в ванне;
- Температура в ванне — при температуре выше 600 °C выбросы оксидов цинка происходят в значительных объемах;
- Тип топлива — как правило, используют природный газ или легкое дистиллятное топливо.

Непрерывные выбросы из плавильной печи образуются в результате сжигания отработанных газов и газообразных отходов из ванны. Удельный расход газа содержит примерно 1 000 м<sup>3</sup> (STP)/мг производимого цинка.

Важные периодические выбросы часто случаются при подаче или плавлении сырья. Выбросы органических веществ в основном связаны с процессом подачи сырья. Очистка печи, флюсование, удаление неорганических остатков после сгорания топлива и также операции очистки имеют меньшую значимость. Выпуск плавки выполняют при низкой температуре и, таким образом, пары металлов не выделяются.

При дистилляции цинка подается материал высокого качества, поэтому выбросы веществ, содержащих углерод или хлор, низкие. Выбросы в основном состоят из частиц, содержащих цинк и оксид цинка, а также горючие отработанные газы (Bouscaren and Houllier, 1988).

---

<sup>(1)</sup>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)

### 2.3.3 Твердые частицы (ТЧ)

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 таких видов деятельности, как производство чугуна и стали, влияет ряд факторов. Количество ТЧ, определяемое при измерении выбросов, в значительной степени зависит от условий измерения. Это особенно касается деятельности, связанной с высокотемпературными и полувolatile 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).

В обзоре определено, представляют ли коэффициенты выбросов ТЧ (для ОКВЧ, ТЧ10 и ТЧ2.5) собой общее количество ТЧ, фильтруемые ТЧ или основа коэффициентов выбросов не может быть определена (см. отдельные таблицы коэффициентов выбросов).

## 2.4 Средства регулирования

### 2.4.1 Производство первичного цинка

Выбросы диоксида серы в результате процесса обжига на предприятиях, производящих серную кислоту, часто улавливаются. Контроль серы в потоке выхлопных газов на агломерационных фабриках не предусмотрен. Тщательная десульфуризация перед электротермической дистилляцией приводит к тому, что SO<sub>2</sub> из этих устройств практически не выделяется (US EPA, 1995).

Контроль выбросов пыли может производиться рукавным фильтром, горячим электростатическим фильтром или влажным скруббером.

### 2.4.2 Производство вторичного цинка

Большинство печей для выплавки вторичного цинка оснащены обеспыливающими установками, например, камерами с тканевыми фильтрами. Как правило, системы контроля токсичных выбросов в атмосферу изменяются в зависимости от типа обрабатываемого лома и получаемой

продукции. Различают продукты полностью окисленные, смешанного типа – окисленные /металлические и полностью металлические продукты.

Эффективность управления обеспыливающими установками очень высока и составляет 99,9 %. Выбросы, как первичных газов, так и сдуваемой пыли снижаются в камерах с тканевыми фильтрами до концентрации ниже 10 мг/м<sup>3</sup>.

Камеры дожигания предусмотрены для использования в цветной металлургии в Соединенных Штатах Америки. Также можно использовать мокрые скрубберы.

## 3 Методы

### 3.1 Выбор метода

На рисунке 3.1 Дерево решений для категории источника 2.С.6 Производство цинка – представлена методика выбора методов для оценки выбросов при производстве цинка. Предусмотрен следующий основной подход:

- Если имеется подробная информация: 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.

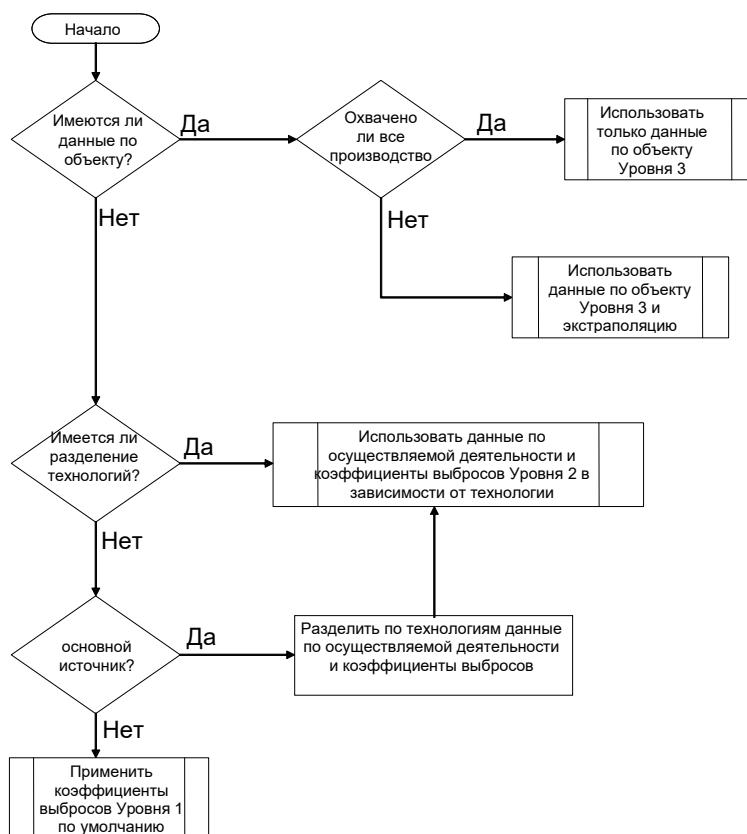


Рисунок 3.1 Дерево решений для категории источника 2.С.6 Производство цинка

## 3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

### 3.2.1 Алгоритм

При подходе Уровня 1 для определения технологических выбросов в результате производства первичного цинка 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 цинка

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

Данная формула используется на государственном уровне с использованием годовых государственных показателей производства первичного цинка. Данные по производству первичного цинка, подходящие для оценки выбросов с помощью более простого способа оценки

(Уровни 1 и 2), широко доступны и представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

Коэффициент выбросов Уровня 1 предполагает «усредненную» или стандартную технологию и ограниченную реализацию в стране, а также объединение всех подпроцессов при производстве цинка.

Если необходимо учитывать специальные опции снижения загрязнения окружающей среды, метод Уровня 1 не подходит. В этом случае необходимо применять подход Уровня 2 или Уровня 3.

### 3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Подход Уровня 1 требует коэффициенты выбросов для всех соответствующих загрязняющих веществ, которые объединяют все подпроцессы производства, начиная от подачи сырья до конечной погрузки продукции с участка. Стандартизованные коэффициенты выбросов для производства первичного и вторичного цинка приведены в Таблице 3.1.

Предполагается, что выбросы NO<sub>x</sub> и CO происходят в основном в результате процесса горения, и их описание приведено в главе 1.A.2.b. Считается также, что все другие выбросы обусловлены, главным образом, самим производственным процессом, и, таким образом, описаны в настоящей главе. Коэффициенты выбросов для тяжелых металлов в основном взяты из документа BREF и Theloke et al. (2008) (КВ Уровня 1). Эти средние коэффициенты выбросов представляют ЕС-27, Албанию, Беларусь, Хорватию, Исландию, Македонию, Молдову, Норвегию, европейскую часть России, Сербию, Черногорию, Швейцарию и Украину. Доля ТЧ<sub>10i</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается с помощью профиля распределения, приведенного в Visschedijk et al. (2004).

Коэффициенты выбросов в документах BREF 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.

**Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника 2.С.6 Производство цинка**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.6	Производство цинка			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO <sub>x</sub> , CO, НМЛОС, SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , ЧУ, As, Cr, Cu, Ni, Se, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сd)пирен, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	

SO <sub>x</sub>	1350	г/Мг цинка	200	9000	European Commission (2014)
ОКВЧ	15	г/Мг цинка	3	73	European Commission (2014)
ТЧ10	13	г/Мг цинка	3	66	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ТЧ2,5	12	г/Мг цинка	2.4	58	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
Pb	0.2	г/Мг цинка	0.01	3	European Commission (2014)
Cd	0.04	г/Мг цинка	0.004	0.42	European Commission (2014)
Hg	0.04	г/Мг цинка	0.001	1.55	Соотношение из Theloke et al. (2008) применено к Zn
As	0.03	г/Мг цинка	0.01	0.1	European Commission (2014)
Zn	5	г/Мг цинка	1	21	European Commission (2014)
ПХБ	2	мкг/Мг цинка	0.3	11	Примечание 1
ПХДД/Ф	5	мкг I-TEQ/Мг цинка	0	1000	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>

Данные коэффициенты выбросов ТЧ представляют только фильтруемые ТЧ (не включая любые конденсируемые фракции). Считается, что на обычной установке используется электростатические фильтры, отстойники и скрубберы для устранения загрязнений воздуха и имеется умеренный контроль неконтролируемых выбросов. Коэффициенты выбросов тяжелых металлов подразумевают ограниченный контроль выбросов.

**3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности**

Данные касательно производства цинка, подходящие для оценки выбросов, определенные с помощью более простого метода оценки (Уровень 1 и 2) широко доступны и представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

Дальнейшие инструкции представлены в издании 2006 IPCC Руководство по инвентаризации выбросов парниковых газов, том 3, о Производственных процессах и использовании продукта (IPPU), глава 4.7.2.3 «Выбор статистики по операциям» (IPCC, 2006).

### 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 требованиями различных методик, которые могут использоваться в стране. Различные методы, используемые при производстве первичного цинка, описаны в подразделе 2.2.1 данной главы.

Подход Уровня 2 предполагает следующее:

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

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

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

где:

$AR_{\text{производство, технология}}$  = 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 цинка

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

Коэффициенты выбросов при данном подходе также относятся ко всем подпроцессам производства, от подачи сырья до отправки готового цинка заказчиком.

#### 3.3.2 Коэффициенты выбросов, характерные для технологии

Использование подхода Уровня 2 для коэффициентов выбросов в процессе производства цинка требует коэффициенты выбросов с учетом особенностей технологии. Эти коэффициенты представлены в настоящем подразделе. Документ по наилучшим имеющимся технологиям в



данной отрасли находится по адресу <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>. В подразделе 4.3.1 настоящей главы коэффициенты выбросов, полученные по предельной величине выбросов, в соответствии с документом по наилучшим имеющимся технологиям, представлены для сравнения.

В данном подразделе представлены коэффициенты выбросов, характерные для технологии, для двух технологий производства первичного цинка, описанных в данной главе: электромеханического процесса производства и процесса термической плавки (см. раздел 2.2.1.1 и 2.2.1.2). Однако для этих двух процессов указано имеется мало данных по коэффициентам выбросов.

В отношении подхода Уровня 1 предполагается, что выбросы NO<sub>x</sub> и CO происходят в результате процесса сгорания, их описание приведено в главе 1.A.2.b. Считается также, что 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 приведенной ниже таблице.

#### Производство первичного цинка

В таблице 3.2 представлены коэффициенты выбросов, которые могут использоваться для производства первичного цинка; неуменьшенные. В таблице 3.3 представлены коэффициенты выбросов из документа BREF, соответствующие современному уровню технологий в ЕС-28. Однако данные представлены не для всех загрязняющих веществ (только для значений, указанных в Theloke et al., 2008). Для коэффициентов неуменьшенных выбросов, выбросы ТЧ<sub>10</sub> оценивались на основе состава твердых частиц из печей для окиси цинка, приведенного в базе данных SPECIATE (US EPA, 2011) и выбросов тяжелых металлов, приведенных в Theloke et al. (2008). Доля ОКВЧ и ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается с помощью профиля распределения, приведенного в Visschedijk et al. (2004). Предполагается, что соотношение Zn/Pb такое же, как для КВ уровня 1 (Таблица 3.1). Таким образом, применять коэффициенты выбросов, указанные в данных таблицах, необходимо очень осторожно. Показатели эффективности борьбы с загрязнениями для твердых частиц представлены отдельно в разделе 3.3.3.

**Таблица 3-2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.6 Производство цинка, производство первичного цинка, неуменьшенные выбросы**

Коэффициенты выбросов Уровня 2		
	Код	Название
Категория источника НО	2.С.6	Производство цинка
Топливо	Не применимо	
ИНЗВ (если применимо)	040309	Производство цинка

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Технологии/Методики	Производство первичного цинка				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	неуменьшенные выбросы				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, НМЛОС, SOx, NH3, ЧУ, As, Cr, Cu, Ni, Se, 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	210	г/Мг цинка	105	420	Visschedijk et al. (2004) применено к ТЧ <sub>10</sub>
ТЧ10	170	г/Мг цинка	85	340	US EPA (2011, file no. 2050110)
ТЧ2,5	130	г/Мг цинка	65	260	Visschedijk et al. (2004) применено к ТЧ <sub>10</sub>
Pb	35	г/Мг цинка	10	70	Theloke et al. (2008)
Cd	5	г/Мг цинка	2	8	Theloke et al. (2008)
Hg	5	г/Мг цинка	2	8	Theloke et al. (2008)
Zn	80	г/Мг цинка	40	160	European Commission (2001)/такое же соотношение с Pb как в Уровне 1
ПХБ	0.9	мкг/Мг цинка	0.3	2.8	Примечание 1
ПХДД/Ф	5	мкг I-TEQ/Мг цинка	0	1000	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>

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

**Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.6 Производство цинка, производство первичного цинка для усредненной технологии ЕС-28**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.6	Производство цинка			
Топливо	Не применимо				
ИНЗВ (если применимо)	040309	Производство цинка			
Технологии/Методики	Производство первичного цинка				
Региональные условия	ЕС-28				
Технологии снижения загрязнений	Современный уровень технологий				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO <sub>x</sub> , CO, НМЛОС, SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , As, Cr, Cu, Ni, Se, ПХДД/Ф, 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	15	г/Мг цинка	3	73	European Commission (2014)
ТЧ10	13	г/Мг цинка	2.7	66	Visschedijk et al. (2004) приме
ТЧ2,5	12	г/Мг цинка	2.4	58	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
Pb	0.17	г/Мг цинка	0.01	3	European Commission (2014)
Cd	0.04	г/Мг цинка	0.004	0.42	European Commission (2014)
Hg	0.6	г/Мг цинка	0.1	1.5	Соотношение из Theloke et al. (2008) применено к Zn
Zn	5	г/Мг цинка	1	21	European Commission (2014)
ПХБ	0.9	мкг/Мг цинка	0.3	2.8	Примечание 1
ПХДД/Ф	5	мкг I-TEQ/Мг цинка	0	1000	UNEP (2005)
SO <sub>x</sub>	1350	г/Мг цинка	200	9000	European Commission (2014)

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>

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

### Производство вторичного цинка

В Таблице 3.4 представлены средние коэффициенты выбросов, которые могут использоваться для производства вторичного цинка. В Таблице 3.5 представлены коэффициенты выбросов обычного производства цинка в ЕС-28 с использованием технологий, применяемых в настоящее время. Однако, коэффициенты неуменьшенных выбросов были доступны не для всех загрязняющих веществ (только для значений, указанных в Theloke *et al.*, 2008). Выбросы ТЧ<sub>10</sub> оценивались на основе состава твердых частиц из печей для окиси цинка, приведенного в базе данных SPECIATE (US EPA, 2011) и выбросов тяжелых металлов, приведенных в Theloke *et al.* (2008). Доля ОКВЧ и ТЧ<sub>2,5</sub> оценивается с помощью профиля распределения, предложенного в Visschedijk *et al.* (2004). Относительно КВ уменьшенных выбросов предполагается, что снижение ОКВЧ также эффективно, как снижение содержания тяжелых металлов. Предполагается, что соотношение Zn/Pb такое же, как для КВ уровня 1 (таблица 3.1). Отдельные данные по сокращениям выбросов для твердых частиц представлены в разделе 3.3.3.

**Таблица 3-4 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.6 Производство цинка, производство вторичного цинка, неуменьшенные выбросы**

Коэффициенты выбросов Уровня 2				
	Код		Название	
Категория источника	2.С.6		Производство цинка	
Топливо	Не применимо			
ИНЗВ (если применимо)	040309		Производство цинка	
Технологии/Методики	Производство вторичного цинка			
Региональные условия				
Технологии снижения загрязнений	неуменьшенные выбросы			
Не применяется	ГХЦГ			
Не оценено	NO <sub>x</sub> , CO, НМЛОС, SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , ЧУ, Cr, Cu, Ni, Se, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ			
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал	Ссылки

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код		Название		
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	425	г/Мг цинка	215	850	Visschedijk et al. (2004) применено к ТЧ10
ТЧ10	340	г/Мг цинка	170	680	US EPA (2011, file no. 2050110)
ТЧ2,5	255	г/Мг цинка	125	510	Visschedijk et al. (2004) применено к ТЧ10
Pb	65	г/Мг цинка	40	100	Theloke et al. (2008)
Cd	35	г/Мг цинка	20	50	Theloke et al. (2008)
Hg	0.006	г/Мг цинка	0.003	0.009	Theloke et al. (2008)
As	5.9	г/Мг цинка	3.0	9.0	Theloke et al. (2008)
Zn	150	г/Мг цинка	75	300	European Commission (2001)/такое же соотношение с Pb как в Уровне 1
ПХБ	0.0031	мкг/Мг цинка	0.001	0.0093	Примечание 1
ПХДД/Ф	100	мкг I-TEQ/Мг цинка	0,3	1000	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>

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

**Таблица 3-5 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источника 2.С.6 Производство цинка, производство вторичного цинка для усредненной технологии ЕС-28,**

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника ИО	2.С.6	Производство цинка			
Топливо	Не применимо				
ИНЗВ (если применимо)	040309	Производство цинка			
Технологии/Методики	Производство вторичного цинка				
Региональные условия	ЕС-28				
Технологии снижения загрязнений	Современный уровень технологий				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, НМЛОС, NH3,CH4, Cr, Cu, Ni, Se, 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	32	г/Мг цинка	14	73	European Commission (2014)
ТЧ10	29	г/Мг цинка	13	66	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ТЧ2,5	26	г/Мг цинка	11	58	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
Pb	0.95	г/Мг цинка	0.3	3	European Commission (2014)
Cd	0.23	г/Мг цинка	0.13	0.42	European Commission (2014)
Hg	0.0015	г/Мг цинка	0.0009	0.0019	Соотношение из Theloke et al. (2008) применено к Zn
As	0.03	г/Мг цинка	0.01	0.1	European Commission (2014)
Zn	9	г/Мг цинка	4	21	European Commission (2014)
ПХБ	3.6	мкг/Мг цинка	1.2	11	Примечание 1

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код		Название		
ПХДД/Ф	5	мкг I-TEQ/Мг цинка	0	1000	UNEP (2005)
SO <sub>x</sub>	1000	г/Мг цинка	500	2000	European Commission (2014)

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>

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

### 3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

Существует ряд дополнений к технологиям, целью которых является сокращение выбросов в атмосферу определенных загрязняющих веществ. Выбросы загрязняющих веществ можно рассчитать, заменив коэффициент выбросов, характерный для технологии, на сниженный коэффициент выбросов, согласно приведенной формуле:

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

Где

$EF_{\text{технология, уменьшенная}}$  = коэффициент выброса после снижения выбросов

$\eta_{\text{устранение загрязнений}}$  = эффективность снижения выбросов

$EF_{\text{технология, неуменьшенная}}$  = коэффициент выбросов перед снижением выбросов

Обычные значения эффективности устранения загрязнений и концентрации загрязняющих веществ в дымовых газах, связанные с определённым методом борьбы с загрязнениями можно найти в обновленном документе BREF по цветной металлургии (European Commission, 2014).

В Таблице 3.6, Таблице 3.7 и Таблице 3.8 представлены значения эффективности снижения выбросов по умолчанию в отношении выбросов твердых частиц, тяжелых металлов и SO<sub>x</sub>. 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 SO<sub>x</sub> для установок серной кислоты взята из BREF (European Commission, 2014 г.). Конечная эффективность борьбы с загрязнением зависит от состояния установленного оборудования снижения выбросов.

**Таблица 3-6 Эффективность устранения пыли (ηустранение загрязнений) для категории источника  
2.С.6 Производство цинка**

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.5	Производство свинца			
Топливо		не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040309b	Производство свинца			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал		Ссылки
		Значение по умолчанию	Нижний	верхний	
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 колонна	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%	
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 3-7 Эффективность устранения SO<sub>x</sub> (ηустранение загрязнений) для категории источника 2.С.6 Производство цинка**

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2				
	Код	Название		
Категория источника НО	2.С.5	Производство свинца		
Топливо		не применяется		
ИНЗВ (если применимо)	040309b	Производство свинца		
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал	Ссылки

		Значение по умолчанию	Нижний	верхний	
Одноконтактная сернокислотная установка	SO <sub>x</sub>	97.6%	96%	99.10%	European Commission (2014)
Двухконтактная сернокислотная установка	SO <sub>x</sub>	99.6%	99.20%	99.97%	European Commission (2014)

**Таблица 3-8 Эффективность устранения металлов ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 2.С.6 Производство цинка**

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.5	Производство свинца			
Топливо		не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040309b	Производство свинца			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	95% доверит.интервал		Ссылки
		Значение по умолчанию	Нижний	верхний	
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 цинка, подходящие для оценки выбросов с помощью способов оценки Уровней 1 и 2, широко доступны и представлены в статистических ежегодниках ООН или в ежегодниках по государственной статистике.

Для подхода Уровня 2 необходимо выполнить разбивку этих данных в соответствии с требованиями применяемой технологии. Стандартными источниками получения этих данных могут быть организации промышленной отрасли в стране или опросные листы, направленные на отдельные предприятия по производству цинка.

Дальнейшие инструкции представлены в издании 2006 Руководства по инвентаризации выбросов парниковых газов, том 3, о Производственных процессах и использовании продукта (IPPU), глава 4.7.2.3 «Выбор статистики по операциям» (IPCC, 2006).

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

### **3.4.1 Алгоритм**

Существует два различных способа применения методов оценки выбросов, которые выходят за пределы подхода, учитывающего особенности технологии, описанного выше:

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

#### **Детальное моделирование процесса производства**

При оценке выбросов Уровня 3 при использовании данных о технологическом процессе выполняют отдельные оценки на последовательных стадиях процесса производства цинка.

#### **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:

- объектные отчеты включают все производство цинка в стране;
- отчеты о выбросах на объектном уровне не доступны для всех предприятий страны, производящих цинк.

Если данные объектного уровня относятся ко всему производству цинка в стране, рекомендуется сравнить предполагаемые коэффициенты выбросов (зарегистрированные значения выбросов разделить на государственное производство цинка) со значениями коэффициента выбросов по умолчанию или коэффициентами выбросов с учетом особенностей 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 цинка в стране не включен в общие объектные отчеты, рекомендуется выполнить оценку отсутствующей части общих выбросов 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 особенностей обстановки в государстве и объема отчетов объектного уровня по сравнению с общими объемами производством цинка в государстве, рекомендуется выбрать коэффициент выбросов ( $EF$ ) в данной формуле с учетом следующих возможностей, в порядке уменьшения предпочтения:

- коэффициенты выбросов с учетом особенностей 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 относятся к более 90 % всего государственного производства цинка.

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

Печи для обжига цинка являются основными производственными объектами. Данные о выбросах на отдельных предприятиях 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 включить все производство цинка в стране, можно использовать как предполагаемые коэффициенты выбросов на объектах, указанные в отчетах, так и предоставленные коэффициенты выбросов.

Коэффициент выбросов при погрузке руды рассчитывают по следующей формуле:

$$E = M_{\text{пыль}} \cdot M_{\text{руда}} \cdot M_{\text{металлы}} \cdot M_{\text{производство, цинк}}^{-1} \quad (7)$$

где:

$M_{\text{пыль}}$  = потеря массы во время получения руды (% по весу)

$M_{руда}$	=	ежегодная средняя полученная масса цинковых руд (тонн)
$M_{металлы}$	=	процент средней массы металлов в пыли
$M_{производство, цинк}$	=	общая масса цинка, произведенного за год (тонн)

Коэффициент выбросов, объединяющий все процессы с испарением тяжелых металлов, содержащих дымовые газы, рассчитывают по следующей формуле:

$$E = F_{газ} \cdot d \cdot C_{металлы} \cdot M_{производство, цинк}^{-1} \quad (8)$$

где:

$F_{газ}$	=	выбросы газа на определенном подпроцессе, при котором тяжелые металлы выделяются в воздух (м <sup>3</sup> /год)
$d$	=	продолжительность процесса выброса тяжелых металлов в воздух (в течение подпроцесса) (год)
$C_{металлы}$	=	средняя концентрация тяжелых металлов в газе выброса (г/м <sup>3</sup> )
$M_{производство, цинк}$	=	общая масса цинка, произведенного за год (тонн)

Выбросы могут значительно отличаться в зависимости от используемой руды и мер по снижению загрязнений окружающей среды.

### 3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

Поскольку PRTR, как правило, не сообщает информацию по осуществляемой деятельности, такие данные в отношении указанных выбросах на уровне объекта иногда трудно обнаружить. Возможным источником информации по осуществляемой деятельности на уровне объекта могут стать зарегистрированные данные систем коммерческих разрешений на выбросы.

Во многих странах офисы государственной статистики осуществляют сбор технологических данных на уровне объекта, но в большинстве случаев эти данные конфиденциальные. Тем не менее, в нескольких странах офисы государственной статистики являются частью государственных систем инвентаризации вредных выбросов. Поэтому при необходимости в офисе статистики можно выполнить экстраполирование, обеспечивающее гарантии сохранения конфиденциальности производственных данных.

## 4 Качество данных

### 4.1 Полнота

Предпринять все меры предосторожности, чтобы включить все выбросы как в результате сжигания, так и в результате самого технологического процесса. Рекомендуется проверить, действительно ли включены выбросы, отмеченные как «включенные куда-либо еще» (IE) в

категорию источника 2.С.6, в выбросы, определенные при сгорании в категории источника 1.А.2.в.

### **4.2 Предотвращение двойного учета в других секторах**

Предпринять все меры предосторожности, чтобы избежать двойного учета выбросов в результате технологического процесса и сгорания. Рекомендуется проверить, чтобы выбросы, зарегистрированные в категории источника 2.С.6, не были включены в выбросы, зарегистрированные как выбросы в результате сгорания в категории источника 1.А.2.в.

### **4.3 Проверка достоверности**

#### **4.3.1 Коэффициенты выбросов, полученные при использовании наилучших доступных технологий**

Ограниченные значения выбросов, полученные при использовании наилучших доступных технологий, из документа BREF для цветной металлургии (Европейская комиссия, 2001).

В документе BREF приводится описание технологий, необходимых для получения уровней выбросов при использовании наилучших доступных технологий. При производстве цинка не указаны концентрации характерных выбросов, которые можно сравнить с оценками Уровня 1. Тем не менее, некоторые технологии и процессы, указанные в документе BREF, можно использовать в целях проверки.

### **4.4 Разработка согласуемых временных рядов и пересчет**

Какая-то специфика отсутствует.

### **4.5 Оценка неопределенности**

Какая-то специфика отсутствует.

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

В соответствии с оценкой, класс качества коэффициентов выбросов относится к классу В. См. Общее руководство, главу о погрешностях, указанных в Части А Учебного руководства в плане пояснений отношения этих погрешностей к 95 % доверительных интервалов в таблицах с указанием коэффициентов выбросов.

#### **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**

Какая-то специфика отсутствует.

#### 4.8 Отчетность и документация

Какая-то специфика отсутствует.

## 5 Список использованной литературы

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

Bouscaren, R. and Houllier, C., 1988. *Réduction des émissions de métaux lourds et de poussières, Technologies-efficacité-coûts, Tome 2, Métallurgie*. Commission des Communautés européennes, Direction générale environnement, protection des consommateurs et sécurité nucléaire, 85-B6642-11-010-11-N.

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

European Commission, 2013. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Final 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.

Guidebook, 2006. *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, version 4 (2006 edition)*. European Environmental Agency, Technical report No. 11/2006. Available at: <http://reports.eea.europa.eu/EMEP/CORINAIR4/en/page002.html> [Accessed 4 August 2009].

IPCC, 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). IGES, Japan.

Rentz, O., Sasse, H., Karl, U., Schleef, H.-J. and Dorn, R., 1996. *Emission Control at Stationary Sources in the Federal Republic of Germany, Volume II, Heavy Metal Emission Control*. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Luftreinhaltung, 104 02 360.

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

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

US EPA, 1995. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP 42) CD-ROM*. United States Environment Protection Agency.

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

## 6 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/)).