

| Категория |                          | Название   |
|-----------|--------------------------|--|
| НО:       | <b>2.С.3</b>             | <b>Производство алюминия</b>   |
| ИНЗВ:     | <b>040301<br/>030310</b> | <b>Производство алюминия (электролиз)<br/>Производство вторичного алюминия</b> |
| МСОК:     |                          |  |
| Версия    | <b>Руководство 2013</b>  |  |

**Основные авторы**

Джероуен Куэнен

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

Ян Бердовски, Питер Ван дер Мост, В. Мулдер, Ян Питер Блоос, Йозеф М. Пацына, Отто Рентц, Дагмар Оертель, Майк Вудфилд, Тинус Пуллс и Вильфрид Аппельман

## 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 | Технологический подход Уровня 2 .....                                 | 12 |
| 3.4 | Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных..... | 17 |
| 4   | Качество данных .....   | 19 |
| 4.1 | Полнота .....   | 19 |
| 4.2 | Предотвращение двойного учета с другими секторами .....               | 19 |
| 4.3 | Проверка достоверности.....   | 19 |
| 4.4 | Разработка согласуемых временных рядов и пересчет .....               | 20 |
| 4.5 | Оценка неопределенности.....  | 21 |
| 4.6 | Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК.....               | 21 |
| 4.7 | Координатная привязка .....   | 21 |
| 4.8 | Отчетность и документация .....                                       | 21 |
| 5   | Глоссарий.....  | 21 |
| 6   | Список цитированной литературы .....                                  | 22 |
| 7   | Наведение справок.....  | 22 |

## 1 Общие сведения

Первичный алюминий производится при помощи электролитического восстановления окиси алюминия. Данная глава раскрывает весь процесс производства первичного алюминия, от производства алюминия из алюминиевой руды до отгрузки алюминия с заводов. По производству вторичного алюминия данная глава предоставляет материал по всему процессу, начиная с плавки лома.

В данной главе речь идет только о выбросах, образующихся в процессе производства первичного и вторичного алюминия. При производстве вторичного алюминия процесс горения также становится причиной выбросов. Эти выбросы рассмотрены в разделе 1.А.2.б.

Наиболее значимыми загрязнителями, выделяющимися в процессе электролиза первичного алюминия, являются диоксид серы (SO<sub>2</sub>), оксид углерода (CO), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и двуокись углерода (CO<sub>2</sub>) в качестве газа, вызывающего парниковый эффект.

Полифторированные углеводороды и фториды также производятся в процессе электролиза. Пыль выделяется, в основном, во время очистки (рафинирование и литье) при производстве как первичного, так и вторичного алюминия.

## 2 Описание источников

### 2.1 Описание процесса

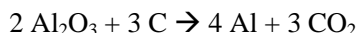
#### 2.1.1 Производство первичного алюминия

##### 2.1.1.1 Производство окиси алюминия

Производство первичного алюминия начинается с производства окиси алюминия из алюминиевой руды, это так называемый процесс Байера. Это стандартный процесс, в котором применяется каустическая сода для извлечения окиси алюминия из алюминиевой руды при повышенных температурах и давлении в реакторах для ферментативного разложения. Шлам, получаемый в этом процессе, содержит растворенный алюминат натрия и смесь окисей металлов: остаточные бокситовые продукты, называемые также красный шлам, который удаляется в концентраторах. Алюминатный раствор охлаждается и затравливается окисью алюминия для кристаллизации гидратированной окиси алюминия. Кристаллы вымываются и затем кальцинируются в ротационных сушильных печах или в обжиговых печах псевдоожиженного слоя/беспламенного горения слоя до их применения или транспортировки. Хотя этот процесс является стандартным во всей промышленности, применяется широкое разнообразие оборудования, особенно, что касается реакторов для ферментативного разложения и обжиговых печей.

##### 2.1.1.2 Электролитическое восстановление

Первичный алюминий производится при помощи электролитического восстановления окиси алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), растворенной в плавильной ванне с преимущественно натрийалюминийфторидом (криолитом) при температуре примерно 960 °С. Электролитический процесс происходит в стальных электролизерах, футерованных углеродом. Угольные электроды, опущенные в электролизер, служат в качестве анодов, тогда как углеродистая футеровка ячеек – катодом. Жидкий алюминий получается на катоде, в то время как на аноде кислород соединяется с углеродом из анода для получения двуокиси углерода. Реакцию электролитического восстановления в чистом виде можно записать в виде:



Окись алюминия добавляется в электролизеры для поддержания содержания окиси алюминия в пределах 2–6 % в плавильной ванне. Современная установка применяет метод добавления, контролируемый компьютером. Фтористые компоненты добавляются для снижения точки плавления в ванне, делая возможным работу в электролизере при низкой температуре. Фторид алюминия (AlF<sub>3</sub>)

также добавляется для нейтрализации оксида натрия, присутствующего при загрузке окиси алюминия в качестве примеси. В современных установках содержание  $AlF_3$  в ванной значительно выше криолита. Следовательно, выбросы фторидов увеличиваются при понижении содержания  $AlF_3$  в ванной.

### 2.1.1.3 Рафинирование

После электролиза металл очищается, чтобы удалить примеси, например, частицы оксидов натрия, кальция и водород. Эта стадия рафинирования выполняется впрыском газа в расплавленный металл, обычно, в поточном (работающем) реакторе. Может использоваться различный газ обработки в зависимости от примесей. Больше информации можно найти в документе BREF (наиболее доступная справочная методологическая информация) по цветной металлургии (Европейская Комиссия, 2001) и в 2013 г. в пересмотренной версии BREF по цветной металлургии (Европейская комиссия, 2009) <sup>(1)</sup>.

На этой стадии получается шлак, удаленный с поверхности расплавленного металла. Шлак перерабатывается при производстве вторичного алюминия.

### 2.1.1.4 Литье

Плоские прокатные заготовки, Т-образные бруски или биллеты отливаются в машинах вертикального беслиткового литья, которые используют металлические литейные формы с водяным охлаждением и охлаждающий рольганг в нижней части литейных форм. Рольганг опускается, как только отливка готова. Другие методы литья включают в себя использование металлических литейных форм (статические или непрерывно движущиеся), непрерывное литье тонкого листового металла и непрерывное литье прутковых заготовок. На этой стадии также производится дополнительные небольшие количества шлака, которые затем удаляются с поверхности расплавленного металла.

Процесс схематично показан на рисунке 2.1.

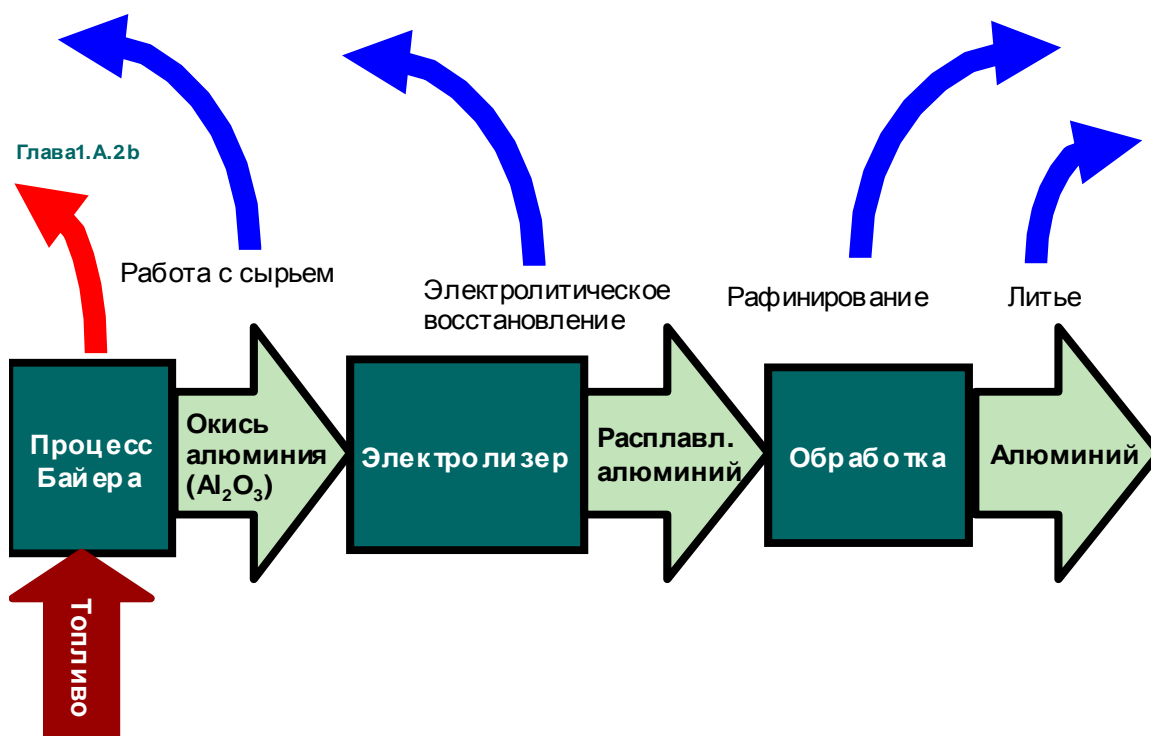


Рисунок 2.1 Схема процесса производства первичного алюминия

<sup>(1)</sup>Документ BREF для цветной металлургии рассматривается в настоящее время. Ожидается, что итоговая версия будет принята в 2013 г. Информация о статусе документации BREF доступна по адресу <http://eippcb.jrc.es/reference/>.

### 2.1.2 Производство вторичного алюминия

Плавильная печь для получения вторичного алюминия присутствует на любом производстве, в которой лом или материалы, содержащие алюминий, отличные от концентратов (руд), содержащих алюминий, полученных при добыче полезных ископаемых, перерабатываются в алюминиевые сплавы для промышленных заготовок и отливок. Только около 5% энергии для вторичного рафинирования потребляется от той энергии, необходимой для производства первичного алюминия.

Тип печи, используемой для расплава алюминиевого лома, зависит от типа лома, существует широкий выбор используемого лома и применяемых печей. В основном, для производственного лома и чистящих материалов используются печи с отражением пламени или индукционные печи. Для более загрязненных типов лома используются вращающиеся печи, наклоняющиеся или горизонтальные печи. Лом также может быть предварительно обработан в зависимости от типа лома и загрязнения. Лом с нанесенным покрытием, например, использованные банки из-под напитков, очищается от покрытия, что является неотъемлемой частью предварительной обработки и процесса плавления. Металл очищается либо в котельной печи, либо в поточном реакторе для удаления газов и других металлов, в принципе, таким же способом, как для первичного алюминия. Если необходимо удалить магний, то для этого применяется обработка при помощи смеси хлор-газа.

Процесс схематично показан на рисунке 2.2.

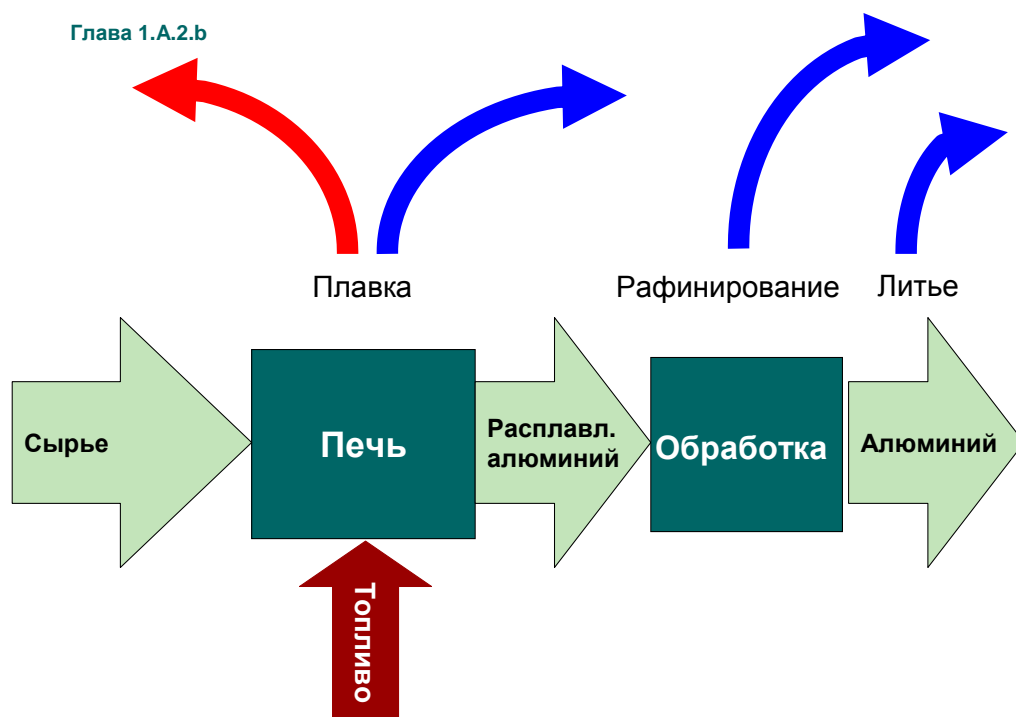


Рисунок 2.2 Схема процесса для производства вторичного алюминия; здесь возможна какая-то предварительная обработка сырья до его загрузки в печь

## 2.2 Методики

В процессе электролиза при производстве первичного алюминия применяются две методики. Современные алюминиевые установки используют обожженные аноды, в то время как в старых установках применяется процесс Содерберга.

- Аноды Содерберга изготавливаются по месту из пасты обожженного нефтяного кокса и каменноугольной смолы, которые спекаются под действием жара, идущего из плавильной ванны. Ток подается на анод Содерберга по стержням, которые должны быть извлечены и повторно посажены в аноде выше, по мере того как анод расходуется. Как только анод израсходован, большая часть пасты осаждается через анодный кожух, таким образом, обеспечивая такой процесс, в котором нет необходимости менять аноды. Окись алюминия периодически добавляется в электролизеры Содерберга через поры, сделанные при разрушении корки окиси алюминия и при помощи замороженного электролита, которые покрывают плавильную ванну. В модернизированных установках применяются системы загрузки с автоматическим стрелочным указателем, чтобы избежать необходимости постоянного разрушения корки. Газовая юбка прикреплена к нижней части анодного кожуха для сбора газа. Дымы также собираются и сжигаются в горелках, чтобы снизить выбросы смол и полициклических ароматических углеводородов. Вентиляционные газы помещения, в котором установлены электролитические ванны, могут быть также собраны и обработаны.

- Предварительно обожженные аноды получают из смеси обожженного нефтяного кокса, каменноугольной смолы и торцов анодов, сформировавшейся в виде блока и обожженной в отдельной анодной установке. Установка по производству анодов часто является неотъемлемой частью установки по производству первичного алюминия, которые должны быть включены в определение таких производственных установок; вклад производства анодов в суммарные выбросы также должен быть учтен. Аноды находятся в подвешенном состоянии в электролизерах при помощи подвесок, прикрепленных к анодным балкам, которые также выполняют функцию электрического проводника. Аноды постепенно понижаются по мере своего расхода и заменяются до того, как подвески подвергнутся воздействию плавильной ванны. Остатки анодов, известные как анодные огарки, очищаются от материала ванны и перерабатываются в анодных установках.

Электролизеры обожженных анодов обычно содержат 12-40 отдельных анодов, которые меняются с постоянным интервалом. В помещениях с большими электролитическими ваннами смена анодов происходит чаще и включает в себя снятие защитной крышки электролизера. Несмотря на то, что обычно происходят небольшие утечки из электролизера, на котором проводятся работы по техобслуживанию (в зависимости от номинала системы вытяжки), общий показатель вытяжки из других электролизеров снижен. Это приводит к увеличению неорганизованных выбросов, если одновременно снято несколько крышек. Однако некоторые современные установки также снабжены дополнительными всасывающими трубами на баках, где кожухи открываются (ЕАА, 2012).

Электролизеры обожженных анодов могут быть одного или двух типов в зависимости от того, сколько окиси алюминия добавлено:

- Электролизеры обожженных анодов с обработкой по бокам (SWPB); окись алюминия подается в электролизер после того, как корка разрушена по окружности. Колпаки для сбора газа, расположенные по всей длине электролизеров, должны быть открыты во время этой операции. Ни одна установка электролизера обожженных анодов с обработкой по бокам больше не работает в Европе (ЕАА, 2012).
- 
- В электролизеры обожженных анодов с обработкой по центру (CWPB) загружается окись алюминия после разрушения корки вдоль осевой линии или на выбранных точках на осевой линии электролизера (точечный питатель или PFPB). Эти методы загрузки автоматизированы и не требуют открытия колпаков для сбора газа.

Система сбора газа отводит технологические газы на систему снижения выбросов, в которой используются сухие скрубберы очистки окиси алюминия для удаления и восстановления фтористого водорода (HF) и фторидов. Скруббер также удаляет остаточные смолы, но не удаляет диоксид серы. Окись алюминия, покидая скрубберы, удаляется в рукавных фильтрах или в электростатических

пылеуловителях (ESP) и обычно подается напрямую на электролизеры. Вентиляционные газы помещения с электролитической ванной могут быть также собраны и обработаны в мокрых скрубберах. Благодаря эффективным системам сбора, обработка вентиляционного воздуха электролизного корпуса в установке мокрой очистки больше не требуется и остается только в одном случае в Европе для линии Содерберга (ЕАА, 2012).

Катоды не расходуются в процессе, но их качество ухудшается со временем. Углеродистые блоки абсорбируют электролит и должны быть заменены после пяти-восьми лет использования вследствие разбухания и раскалывания, что приводит к проникновению расплавленного электролита и алюминия в катодную направляющую планку и стальную оболочку. Небольшие количества цианидов образуются в результате реакции между азотом и углеродом. Остаток катода известен как использованная футеровка электролитической ванны, существуют несколько способов утилизации и переработки этого материала, которые приведены далее в подразделе 4.2.1.4 данной главы.

Расплавленный алюминий периодически извлекается из электролизеров при помощи вакуумного сифона и отводится на тигели. Тигели транспортируются в разливающий цех, а алюминий выгружается в разогретые котельные печи. В этих печах получают легирующие добавки, а температура контролируется. Шлак, полученный при помощи окисления расплавленного алюминия на поверхности расплава, скачивается, герметичные контейнеры могут использоваться для уменьшения дальнейшего окисления шлака, также применяются азотная или аргоновая подушки.

## 2.3 Выбросы

Основу выбросов в процессе электролиза при производстве первичного алюминия составляет  $\text{CO}_2$ , который является неотъемлемой частью процесса. Больше информации в отношении выбросов  $\text{CO}_2$  можно найти в Руководстве Межправительственной группы экспертов по изменению климата за 2006 год (Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), 2006). Ниже приведены другие выбросы.

- Основными фтористыми загрязнителями является газообразный фтористый водород, фторид алюминия и криолит. Фтористый водород составляет 50–80% от выбросов фторидов, который образуется в результате реакции фторида алюминия и криолита с водородом в процессе электролиза. Поскольку избыток  $\text{AlF}_3$  в процессе возрос с течением лет, эти выбросы стали более значимыми.
- Перфторуглероды (PFC) образуются в результате воздействия анода. Тетрафторметан ( $\text{CF}_4$ ) и гексафторэтан ( $\text{C}_2\text{F}_6$ ) выделяются в соотношении 10:1 и не могут быть удалены из потока газа при помощи существующей технологии, когда они уже образованы.
- Выбросы полициклических ароматических углеводородов происходят при изготовлении анода. Выбросы полициклических ароматических углеводородов в процессе электролиза незначительны для установок предварительного обжига, а для установок Содерберга выбросы происходят из-за самоспекающегося анода.
- $\text{SO}_2$  или сернистый карбонил ( $\text{COS}$ ) выделяется в результате реакции кислорода с серой, присутствующей в анодах.
- Пыль выбрасывается во время электролиза в качестве окиси алюминия и криолита. Литье также может быть источником выбросов пыли.

Происходят потенциальные выбросы в атмосферу пыли, соединений металлов, хлоридов, хлористого водорода ( $\text{HCl}$ ) и продуктов неполного сгорания, например, диоксинов и других органических соединений, из плавильных печей первичного и вторичного алюминия и печей процесса очистки. и печей процесса очистки. Возможно образование диоксинов в зоне горения и в отделении охлаждения системы обработки отходящих газов (новообразование). Выбросы могут произойти в этом процессе либо как выбросы дымовых газов, либо как неорганизованные выбросы в зависимости от возраста установки и применяемой технологии. Выбросы дымовых газов обычно контролируются непрерывно или периодически и сообщаются персоналом, работающим по месту, либо консультантами за пределами рабочей площадки в соответствующие компетентные органы.

Потенциальными выбросами в атмосферу являются:

- Пыль и копоть;
- Соединения металлов;
- Органические вещества (летучие органические соединения (ЛОС) и диоксины) и CO;
- Оксиды азота (NO<sub>x</sub>);
- Диоксиды серы;
- Хлориды, HCl и фтористый водород.

Значительную пропорцию выбросов этих веществ дает используемое топливо, а также загрязнения загружаемого материала. Некоторое количество пыли образуют мелкодисперсные пылевые отходы и соляные испарения.

Более детальную информацию по выбросам по каждому процессу смотрите документ BREF (наиболее доступная справочная методологическая информация) по цветной металлургии (Европейская Комиссия, 2001).

### **Потребление энергии**

Производство окиси алюминия требует использование энергии для ферментативного гидролиза и кальцинации. На использование энергии влияет, в основном, исходный и химический состав бокситов, тип используемых реакторов для ферментативного разложения и обжиговых печей. Диапазон энергии, используемой в европейских установках, находится в пределах 8,0–13,5 ГДж/т при среднем значении 10,2 ГДж/т (Al Expert Group (Экспертная группа), 1998). Количество используемых NaOH и CaO связано с составом бокситов.

Снижение потребности в энергии, в целом, зависит от использования трубчатых реакторов для ферментативного разложения, которые способны работать при высоких температурах при помощи теплопередающей среды солевого расплава. Расход энергии таких установок составляет менее 10 ГДж/т. Однако трубчатые реакторы для ферментативного разложения используются только на одном НПЗ в Европе и не могут быть модернизированы для существующих конфигураций (ЕАА, 2012).

Расход энергии на стадии электролиза очень высок, составляя от 13 мегаватт-час на тонну для хорошо работающих электролизеров обожженных анодов с обработкой по центру (CWPB) (включая изготовление аноддов) до 17 мегаватт-час на тонну для некоторых традиционных электролизеров с самообжигающимися анодами Содерберга.

Производство алюминия из переработанного металла использует около 5% энергии первичного производства (OSPARCOM (Осло-Парижская комиссия), 1997).

## **2.4 Средства регулирования**

### **2.4.1 Производство первичного алюминия**

Средства регулирования выбросов включают в себя тканевые фильтры, в которых используется окись алюминия в качестве абсорбента для удаления фтористого водорода, и которые затем применяются в электролитических ваннах. Неорганизованные выбросы из помещения, в котором установлена электролитическая ванна, особенно в старых установках, могут быть значительными. Некоторые старые плавильные печи оборудованы системами промывки вентиляционного воздуха с использованием морской воды для вентиляционного воздуха, которая поглощает неорганизованные выбросы (сегодня только 1 плавильная печь (Содерберг) снабжена системой промывки вентиляционного воздуха) (ЕАА, 2012). Современные установки полагаются на более эффективном использовании электролитических ванн для снижения неорганизованных выбросов. Некоторые плавильные печи также оборудованы системами мокрой очистки газов для удаления SO<sub>2</sub> после сухой очистки.



## 2.4.2 Производство вторичного алюминия

Средства регулирования в производстве вторичного алюминия должны включать эффективные механизмы сбора пыли, создаваемой как первичными отходящими газами, так и неорганизованными выбросами пыли. Могут быть использованы тканевые фильтры, снижающие выбросы пыли до уровня ниже 10 мг/м<sup>3</sup>.

Отвод газов является важным элементом в производстве вторичного алюминия, поскольку пыль и копоть могут быть образованы из загрязнителей при загрузке, а также в процессе горения и на стадии плавления (Mantle, 1988). Наличие нескольких возможных источников выбросов в печи также важно, поэтому необходимо регулировать сбор выбросов из таких источников. Кроме того, могут быть задействованы различные системы для снижения неорганизованных выбросов во время фазы загрузки в данном процессе. Например, стыковочные тележки, обеспечивающие герметичность загрузочного люка, могут использоваться для предотвращения выбросов во время загрузки.

Другим важным фактором является сжигание органических покрытий в печах предварительной обработки или в плавильных печах, а все системы вытяжки и снижения выбросов могут быть спроектированы таким образом, чтобы справляться с данными выбросами. Неорганизованные выбросы могут быть значительными до тех пор, пока конструкции систем сбора и отвода дыма не будут проектироваться на соответствующем уровне. Камеры дожигания используются, в основном, для превращения недожженных летучих органических соединений в CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Иногда используются мокрые скрубберы.

# 3 Методы

## 3.1 Выбор метода

Рисунок 3.1 приводит процедуру выбора методов для подсчета технологических выбросов в алюминиевой отрасли. Основной идеей является следующее.

- Если есть детальная информация, то используйте ее.
- Если категория источников является ключевой категорией, то Уровень 2 или лучший метод должны быть применены, а детальная входная информация должна быть собрана. Дерево решений на рисунке 3.1 направляет пользователя в таких случаях к методу по Уровню 2, поскольку ожидается, что это более легкий способ получения необходимой входной информации для этого подхода, чем сбор данных на уровне производственных объектов, необходимых для подсчета на Уровне 3.
- Альтернатива применения метода по Уровню 3, в котором применяется детальное моделирование процесса, очевидно, не включено в это дерево решений. Однако детальное моделирование всегда будет выполняться по данным производственных объектов, а результаты такого моделирования можно увидеть на дереве решений как 'Facility data' (данные производственных объектов).

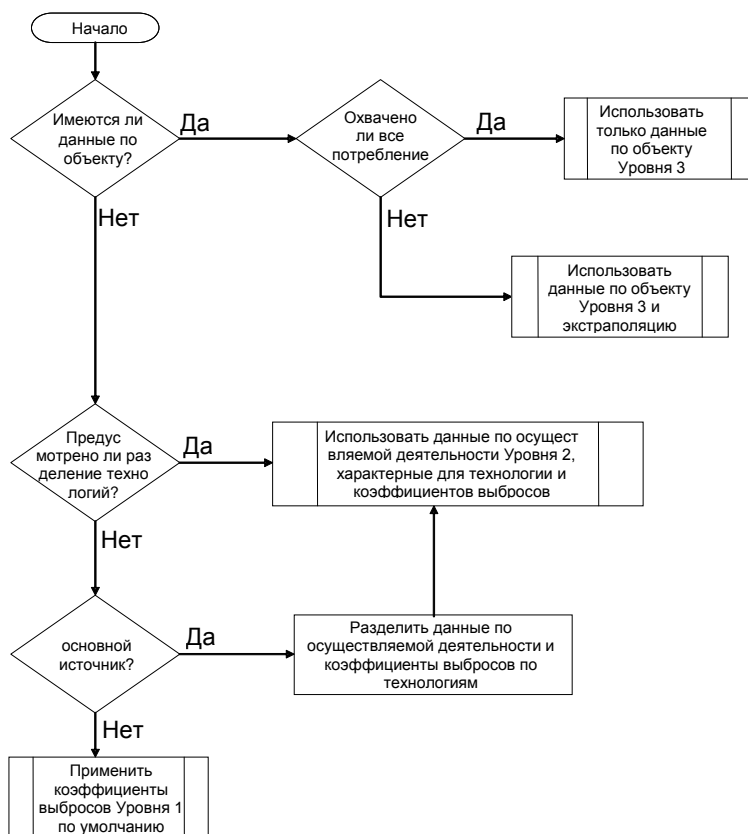


Рисунок 3.1 Дерево решений для категории источников 2.С.3 Производство алюминия.

## 3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

### 3.2.1 Алгоритм

Подход по Уровню 1 для технологических выбросов в производстве алюминия применяет общее уравнение:

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

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$  = выбросы определенного загрязнителя

$AR_{\text{производство}}$  = интенсивность деятельности для производства алюминия

$EF_{\text{загрязнитель}}$  = коэффициент выбросов для загрязнителя

Это уравнение применяется на уровне той или иной страны, используя годовую суммарную статистику по производству алюминия той или иной страны.

Коэффициенты выбросов по Уровню 1 допускают «усредненную» или стандартную технологию, выполнение методики снижения выбросов в стране и интегрирование всех подпроцессов в производстве первичного или вторичного алюминия.

В случаях, когда необходимо учесть специфичные варианты снижения выбросов, метод по Уровню 1 не подходит, а должен применяться подход по Уровню 2 или Уровню 3.

### 3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Подход по Уровню 1 требует коэффициенты выбросов для всех соответствующих загрязнителей для процесса производства первичного алюминия. Коэффициенты выбросов по умолчанию приведены в таблице 3.1 Коэффициенты выбросов по Уровню 1 для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, которые были взяты из документа BREF (наиболее доступная справочная методологическая информация) по цветной металлургии, с учетом результатов определения коэффициентов выбросов, включая предыдущие версии Руководства. Пожалуйста, учтите, что эти величины дают стандартное среднее значение по всей отрасли промышленности (производство первичного и вторичного алюминия) и будут сильно зависеть от типа процесса (см. Уровень 2). Коэффициент выбросов для ЧУ получены из US EPA, база данных SPECIATE, версия 4.3 (US EPA, 2011). Алюминиевая отрасль промышленности также является основным источником выбросов фторидов и перфторуглеродов, но об этих загрязнителях не говорится в Руководстве.

Выбросы NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> и летучих органических соединений, не содержащих метан (НМЛОС) содержатся в данной главе в подходе по Уровню 1.

Коэффициенты выбросов в документах BREF указаны, преимущественно, в диапазонах. Диапазон интерпретируется как доверительный интервал в 95%, тогда как средняя геометрическая этого диапазона выбирается в таблице ниже как величина для коэффициента выбросов.

**Таблица 3.1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источников 2.С.3 Производство алюминия**

| Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1 |  |                       |                       |         |  |
|---|--|-----------------------|-----------------------|---------|--|
|   | Код  | Название              |                       |         |  |
| Категория источника НО                      | 2.С.3  | Производство алюминия |                       |         |  |
| Топливо                                     | НЕТ ДАННЫХ   |                       |                       |         |  |
| Не применяется                              | ПХБ  |                       |                       |         |  |
| Не оценено                                  | НМЛОС, NH <sub>3</sub> , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХБ |                       |                       |         |  |
| Загрязнитель                                | Значение   | Единицы               | 95% доверит. интервал |         | Ссылки                                   |
|   |  |                       | Нижний                | Верхний |  |
| NO <sub>x</sub>                             | 1  | кг/мг алюминия        | 0.5                   | 2       | European Commission (2001)               |
| CO  | 120  | кг/мг алюминия        | 100                   | 150     | European Commission (2001)               |
| SO <sub>x</sub>                             | 6  | кг/мг алюминия        | 1                     | 30      | European Commission (2001)               |
| ОКВЧ  | 3  | кг/мг алюминия        | 0.6                   | 10      | European Commission (2001)               |
| ТЧ10  | 2  | кг/мг алюминия        | 0.5                   | 8       | Visschedijk et al. (2004) applied on TSP |
| ТЧ2,5                                       | 1  | кг/мг алюминия        | 0.4                   | 6       | Visschedijk et al. (2004) applied on TSP |
| ЧУ  | 2.3  | % ТЧ2,5               | 1.2                   | 4.6     | US EPA (2011, file no.: 91137).          |
| ПХДД/Ф                                      | 5  | мкг I-TEQ/мг алюминия | 0.3                   | 150     | UNEP (2005)                              |
| Бензо(а)пирен                               | 6  | г/мг алюминия         | 0.3                   | 300     | Berdowski et al. (1995)                  |
| Бензо(б)флуорантен                          | 7  | г/мг алюминия         | 0.4                   | 100     | Berdowski et al. (1995)                  |
| Бензо(к)флуорантен                          | 7  | г/мг алюминия         | 0.4                   | 100     | Berdowski et al. (1995)                  |
| Индено(1,2,3-сd)пирен                       | 1  | г/мг алюминия         | 0.05                  | 10      | Berdowski et al. (1995)                  |

### 3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

По статистическим данным соответствующих видов осуществляемой деятельности рекомендуется использовать стандартные статистические данные по национальному или международному производству.

Информация по производству алюминия, подходящая для подсчета выбросов с применением Уровня 1 или Уровня 2, широко доступна в ежегодных статистических справочниках Организации Объединенных Наций или в национальных статистических материалах той или иной страны. Этой

информации достаточно для подсчета выбросов при использовании упрощенной методологии подсчета.

Дальнейшие указания приведены в Директивах Межправительственной группы экспертов по изменению климата в отношении национальной инвентаризации парникового газа за 2006 год (IPCC, 2006), том 3 по Производственным процессам и использованию продукции (IPPU), глава 4.4.2.5 «Выбор данных по осуществляемой деятельности».

### 3.3 Технологический подход Уровня 2

#### 3.3.1 Алгоритм

Подход по Уровню 2 аналогичен подходу по Уровню 1. Для применения подхода по Уровню 2 необходимо разделить как данные по осуществляемой деятельности, так и коэффициенты выбросов согласно различным методикам, которые могут применяться в той или иной стране.

Подход, следующий за подходом по Уровню 2, приведен ниже.

Разделите производство алюминия в той или иной стране по слоям, чтобы смоделировать различные типы продукции и процессов в национальном производстве алюминия по запасам при помощи:

- Определения производства, в котором присутствует каждый из отдельных типов продукции и/или процесса (вместе называемых «технологиями» в нижеприведенных формулах), по отдельности; и
- Применения коэффициентов выбросов технологического подхода для каждого типа процесса:

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

где:

$AR_{\text{производство, технология}}$  = показатель производительности в пределах категории источников, где применяется специальная технология

$EF_{\text{технология, загрязнитель}}$  = коэффициент выбросов для этой технологии и этого загрязнителя

Та страна, в которой применяется только одна технология, даст в результате коэффициент проницаемости 100%, а алгоритм уменьшится до:

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

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$  = выбросы определенного загрязнителя

$AR_{\text{производство}}$  = показатель осуществляемой деятельности для производства алюминия

$EF_{\text{загрязнитель}}$  = коэффициент выбросов для этого загрязнителя

Коэффициенты выбросов в этом подходе по-прежнему будут содержать все подпроцессы в рамках отрасли промышленности, начиная с загрузки сырья и до момента отгрузки готового алюминия клиентам.

#### 3.3.2 Коэффициенты технологических выбросов

Применяя подход по Уровню 2 для технологических выбросов в производстве алюминия, должны использоваться коэффициенты выбросов технологического подхода. Таковые указаны в данном разделе. Так называемый документ BREF по данной отрасли промышленности доступен на сайте: <http://eirПХБ.jrc.es/reference/>. В разделе 4.3.1 коэффициенты выбросов, взятые из предельных величин выбросов (ELV), как указано в документе BREF, даны для сравнения.

Данный раздел приводит два коэффициента технологических выбросов для производства первичного алюминия, для процесса электролиза, в котором используются предварительно обожженные аноды или аноды Содерберга, а также коэффициенты стандартных выбросов, подходящих для производства вторичного алюминия.

По первичному алюминию, выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  и  $\text{CO}$  являются, преимущественно, выбросами процесса. По производству вторичного алюминия, с другой стороны, эти выбросы образуются, в основном, при горении и, следовательно, в таблице коэффициентов выбросов указываются как 'not estimated' (не подсчитанные). Указания по подсчету этих выбросов, образующихся в процессе производства вторичного алюминия, можно найти в главе 1.A.2.b.

Коэффициенты выбросов в документах BREF указаны, преимущественно, в диапазонах. Диапазон интерпретируется как доверительный интервал в 95%, тогда как средняя геометрическая этого диапазона выбирается в таблице ниже как величина для коэффициента выбросов.

### 3.3.2.1 Производство первичного алюминия – электролизер обожженных анодов

Таблица 3.2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, производство первичного алюминия, электролизер обожженных анодов

| Коэффициенты выбросов Уровня 2  |  |                                      |                       |         |                                 |
|---------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|
|                                 | Код  | Название                             |                       |         |                                 |
| Категория источника НО          | 2.С.3  | Производство алюминия                |                       |         |                                 |
| Топливо                         | НЕТ ДАННЫХ   |                                      |                       |         |                                 |
| ИНЗВ (если применимо)           | 040301   | Производство алюминия (электролизер) |                       |         |                                 |
| Технологии/Методики             | обоженные аноды  |                                      |                       |         |                                 |
| Региональные условия            |  |                                      |                       |         |                                 |
| Технологии снижения загрязнений |  |                                      |                       |         |                                 |
| Не применяется                  | ПХБ  |                                      |                       |         |                                 |
| Не оценено                      | НМЛОС, NH <sub>3</sub> , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, ГХБ |                                      |                       |         |                                 |
| Загрязнитель                    | Значение   | Единицы                              | 95% доверит. интервал |         | Ссылки                          |
|                                 |  |                                      | Нижний                | Верхний |                                 |
| NO <sub>x</sub>                 | 1  | кг/мг алюминия                       | 0.5                   | 2       | European Commission (2001)      |
| CO                              | 120  | кг/мг алюминия                       | 100                   | 150     | European Commission (2001)      |
| SO <sub>x</sub>                 | 6  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 30      | European Commission (2001)      |
| ОКВЧ                            | 4  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 12      | Visschedijk et al. (2004)       |
| ТЧ10                            | 3.2  | кг/мг алюминия                       | 2                     | 5       | Visschedijk et al. (2004)       |
| ТЧ2,5                           | 1.4  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 2       | Visschedijk et al. (2004)       |
| ЧУ                              | 2.3  | % ТЧ2,5                              | 1.2                   | 4.6     | US EPA (2011, file no.: 91137). |
| Бензо(а)пирен                   | 30   | г/мг алюминия                        | 3                     | 300     | Berdowski et al. (1995)         |
| Бензо(б)флуорантен              | 40   | г/мг алюминия                        | 1                     | 100     | Berdowski et al. (1995)         |
| Бензо(к)флуорантен              | 40   | г/мг алюминия                        | 1                     | 100     | Berdowski et al. (1995)         |
| Индено(1,2,3-сd)пирен           | 5  | г/мг алюминия                        | 2                     | 10      | Berdowski et al. (1995)         |

## 3.3.2.2 Производство первичного алюминия – электролизер Содерберга

Таблица 3.3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, производство первичного алюминия, электролизер Содерберга

| Коэффициенты выбросов Уровня 2  |  |                                      |                       |         |                                 |
|---------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|
| Категория источника НО          | Код  | Название                             |                       |         |                                 |
| Топливо                         | 2.С.3  | Производство алюминия                |                       |         |                                 |
| ИНЗВ (если применимо)           | 040301   | Производство алюминия (электролизер) |                       |         |                                 |
| Технологии/Методики             | электролизер Содерберга  |                                      |                       |         |                                 |
| Региональные условия            |  |                                      |                       |         |                                 |
| Технологии снижения загрязнений |  |                                      |                       |         |                                 |
| Не применяется                  | ПХБ  |                                      |                       |         |                                 |
| Не оценено                      | НМЛОС, NH <sub>3</sub> , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, ГХБ |                                      |                       |         |                                 |
| Загрязнитель                    | Значение   | Единицы                              | 95% доверит. интервал |         | Ссылки                          |
|                                 |  |                                      | Нижний                | Верхний |                                 |
| NO <sub>x</sub>                 | 1  | кг/мг алюминия                       | 0.5                   | 2       | European Commission (2001)      |
| CO                              | 120  | кг/мг алюминия                       | 100                   | 150     | European Commission (2001)      |
| SO <sub>x</sub>                 | 6  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 30      | European Commission (2001)      |
| OKBЧ                            | 4  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 12      | Visschedijk et al. (2004)       |
| TЧ10                            | 3.2  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 5       | Visschedijk et al. (2004)       |
| TЧ2,5                           | 1.4  | кг/мг алюминия                       | 1                     | 2       | Visschedijk et al. (2004)       |
| ЧУ                              | 2.3  | % TЧ2,5                              | 1.2                   | 4.6     | US EPA (2011, file no.: 91137). |
| Бензо(а)пирен                   | 1.2  | г/мг алюминия                        | 0.4                   | 4       | Berdowski et al. (1995)         |
| Бензо(б)флуорантен              | 1.2  | г/мг алюминия                        | 0.4                   | 4       | Berdowski et al. (1995)         |
| Бензо(к)флуорантен              | 1.2  | г/мг алюминия                        | 0.4                   | 4       | Berdowski et al. (1995)         |
| Индено(1,2,3-сд)пирен           | 0.15   | г/мг алюминия                        | 0.05                  | 0.5     | Berdowski et al. (1995)         |

## 3.3.2.3 Производство вторичного алюминия

По производству вторичного алюминия, только выбросы аэрозолей или твердых частиц имеют отношение к технологической части процесса. Считается, что выбросы NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> и CO при производстве вторичного алюминия, образуются, преимущественно, в результате горения в процессе производства. Указания по подсчету этих выбросов приведены в главе 1.А.2.б.

Таблица 3.4 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, производство вторичного алюминия

| Коэффициенты выбросов Уровня 2  |  |                       |                       |         |                                 |
|---------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|
| Категория источника НО          | Код  | Название              |                       |         |                                 |
| Топливо                         | 2.С.3  | Производство алюминия |                       |         |                                 |
| ИНЗВ (если применимо)           |  |                       |                       |         |                                 |
| Технологии/Методики             | Производство вторичного алюминия   |                       |                       |         |                                 |
| Региональные условия            |  |                       |                       |         |                                 |
| Технологии снижения загрязнений |  |                       |                       |         |                                 |
| Не применяется                  | ПХБ  |                       |                       |         |                                 |
| Не оценено                      | NO <sub>x</sub> , CO, НМЛОС, SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, 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 |                                 |
| OKBЧ                            | 2  | кг/мг алюминия        | 1.3                   | 3       | Visschedijk et al. (2004)       |
| TЧ10                            | 1.4  | кг/мг алюминия        | 0.9                   | 2       | Visschedijk et al. (2004)       |
| TЧ2,5                           | 0.55   | кг/мг алюминия        | 0.4                   | 0.8     | Visschedijk et al. (2004)       |
| ЧУ                              | 2.3  | % of TЧ2,5            | 1.2                   | 4.6     | US EPA (2011, file no.: 91137). |

|        |    |                       |     |     |               |
|--------|----|-----------------------|-----|-----|---------------|
| ПХДД/Ф | 35 | мкг I-TEQ/мг алюминия | 0.5 | 150 | UNEP (2005)   |
| ГХБ    | 5  | г/мг алюминия         | 0.5 | 50  | PARCOM (1992) |

### 3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

Ряд существующих технологий доочистки, направленных на снижение выбросов специфических загрязнителей. Суммарные выбросы могут быть рассчитаны замещением коэффициента технологических выбросов коэффициентом сниженных выбросов, как показано в нижеприведенной формуле:

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

где:

|  |   |  |
|--|---|--|
| $EF_{\text{технология, уменьшенная}}$    | = | коэффициент выбросов после применения методики снижения выбросов |
| $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$   | = | эффективность снижения выбросов                                  |
| $EF_{\text{технология, не уменьшенная}}$ | = | коэффициент выбросов до применения методики снижения выбросов    |

Данный раздел приводит эффективность снижения выбросов по умолчанию для ряда возможностей снижения, применяемого в алюминиевой отрасли промышленности. Эффективность снижения выбросов доступна только для коэффициентов выбросов аэрозолей или твердых частиц.

Эффективность снижения выбросов для производства первичного алюминия основана на AP 42 (Агентство по охране окружающей среды США, 1998); эффективность для производства вторичного алюминия основано на изучении Скоординированной программы инвентаризации выбросов твердых примесей Европейского Союза (SERMEIP) (Visschedijk et al. 2004).

#### 3.3.3.1 Производство первичного алюминия - электролизер обожженных анодов

**Таблица 3.5 Эффективность устранения загрязнений ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 2.С.3 Производство алюминия, производство первичного алюминия, электролизер обожженных анодов**

| Эффективность устранения загрязнений Уровня 2 |  |                                      |                       |         |               |
|---|--|--------------------------------------|-----------------------|---------|---------------|
|   | Код  | Название                             |                       |         |               |
| Категория источника НО                        | 2.С.3  | Производство алюминия                |                       |         |               |
| Топливо                                       | НЕТ ДАННЫХ                                     | не применяется                       |                       |         |               |
| ИНЗВ (если применимо)                         | 040301   | Производство алюминия (электролизер) |                       |         |               |
| Технология устранения загрязнений             | Загрязнитель                                   | Эфф-ть                               | 95% доверит. интервал |         | Ссылки        |
|   |  | Значение по умолчанию                | Нижний                | Верхний |               |
| Мультициклон                                  | частица > 10 $\mu\text{м}$                     | 79%                                  | 36%                   | 93%     | US EPA (1998) |
|   | 10 $\mu\text{м}$ > частица > 2.5 $\mu\text{м}$ | 76%                                  | 28%                   | 92%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 $\mu\text{м}$ > частица                    | 75%                                  | 25%                   | 92%     | US EPA (1998) |
| Тканевый фильтр для окиси алюминия            | частица > 10 $\mu\text{м}$                     | 98%                                  | 94%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 10 $\mu\text{м}$ > частица > 2.5 $\mu\text{м}$ | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 $\mu\text{м}$ > частица                    | 94%                                  | 83%                   | 98%     | US EPA (1998) |
| ESP + оросительная колонна                    | частица > 10 $\mu\text{м}$                     | 95%                                  | 85%                   | 98%     | US EPA (1998) |
|   | 10 $\mu\text{м}$ > частица > 2.5 $\mu\text{м}$ | 95%                                  | 84%                   | 98%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 $\mu\text{м}$ > частица                    | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
| Пропитанный тканевый фильтр                   | частица > 10 $\mu\text{м}$                     | 98%                                  | 94%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 10 $\mu\text{м}$ > частица > 2.5 $\mu\text{м}$ | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 $\mu\text{м}$ > частица                    | 94%                                  | 83%                   | 98%     | US EPA (1998) |
| Набивка для перетока                          | частица > 10 $\mu\text{м}$                     | 72%                                  | 16%                   | 91%     | US EPA (1998) |

|                            |                            |     |     |      |               |
|----------------------------|----------------------------|-----|-----|------|---------------|
|                            | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 68% | 4%  | 89%  | US EPA (1998) |
|                            | 2.5 мкм > частица          | 77% | 31% | 92%  | US EPA (1998) |
| Сухой + вторичный скруббер | частица > 10 мкм           | 99% | 97% | 100% | US EPA (1998) |
|                            | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 98% | 95% | 99%  | US EPA (1998) |
|                            | 2.5 мкм > частица          | 98% | 93% | 99%  | US EPA (1998) |

### 3.3.3.2 Производство первичного алюминия — электролизер Содерберга

Таблица 3.6 Эффективность устранения загрязнений ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 2.С.3 Производство алюминия, производство первичного алюминия, электролизер Содерберга

| Эффективность устранения загрязнений Уровня 2 |                            |                                      |                       |         |               |
|---|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------|---------------|
|   | Код                        | Название                             |                       |         |               |
| Категория источника НО                        | 2.С.3                      | Производство алюминия                |                       |         |               |
| Топливо                                       | НЕТ ДАННЫХ                 | не применяется                       |                       |         |               |
| ИНЗВ (если применимо)                         | 040301                     | Производство алюминия (электролизер) |                       |         |               |
| Технология устранения загрязнений             | Загрязнитель               | Эфф-ть                               | 95% доверит. интервал |         | Ссылки        |
|   |                            | Значение по умолчанию                | Нижний                | Верхний |               |
| Оросительная колонна                          | частица > 10 мкм           | 78%                                  | 33%                   | 93%     | US EPA (1998) |
|   | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 74%                                  | 23%                   | 91%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 мкм > частица          | 73%                                  | 18%                   | 91%     | US EPA (1998) |
| Поплавковый скруббер                          | частица > 10 мкм           | 80%                                  | 39%                   | 93%     | US EPA (1998) |
|   | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 77%                                  | 30%                   | 92%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 мкм > частица          | 75%                                  | 25%                   | 92%     | US EPA (1998) |
| Скруббер + влажный ESP                        | частица > 10 мкм           | 98%                                  | 94%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 мкм > частица          | 94%                                  | 83%                   | 98%     | US EPA (1998) |
| Влажный ESP                                   | частица > 10 мкм           | 98%                                  | 94%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 мкм > частица          | 94%                                  | 83%                   | 98%     | US EPA (1998) |
| Сухой скруббер для окиси алюминия             | частица > 10 мкм           | 98%                                  | 94%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 96%                                  | 89%                   | 99%     | US EPA (1998) |
|   | 2.5 мкм > частица          | 94%                                  | 83%                   | 98%     | US EPA (1998) |

### 3.3.3.3 Производство вторичного алюминия

Таблица 3.7 Эффективность устранения загрязнений ( $\eta_{\text{устранение загрязнений}}$ ) для категории источника 2.С.3 Производство алюминия, производство вторичного алюминия

| Эффективность устранения загрязнений Уровня 2  |                            |                                      |                       |         |                    |
|--|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------|--------------------|
|  | Код                        | Название                             |                       |         |                    |
| Категория источника НО   | 2.С.3                      | Производство алюминия                |                       |         |                    |
| Топливо  | НЕТ ДАННЫХ                 | не применяется                       |                       |         |                    |
| ИНЗВ (если применимо)  | 040301                     | Производство алюминия (электролизер) |                       |         |                    |
| Технология устранения загрязнений  | Загрязнитель               | Эфф-ть                               | 95% доверит. интервал |         | Ссылки             |
|  |                            | Значение по умолчанию                | Нижний                | Верхний |                    |
| Стандартная установка: ESP, осадители, скрубберы, современные методы регулирования неорганизованных выбросов | частица > 10 мкм           | 25%                                  | 0%                    | 75%     | Visschedijk (2004) |
|  | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 14%                                  | 0%                    | 71%     | Visschedijk (2004) |
|  | 2.5 мкм > частица          | 13%                                  | 0%                    | 71%     | Visschedijk (2004) |
| Современная установка (ВАТ): тканевые фильтры для большинства источников выбросов                            | частица > 10 мкм           | 50%                                  | 0%                    | 83%     | Visschedijk (2004) |
|  | 10 мкм > частица > 2.5 мкм | 36%                                  | 0%                    | 79%     | Visschedijk (2004) |
|  | 2.5 мкм > частица          | 26%                                  | 0%                    | 75%     | Visschedijk (2004) |



### 3.3.4 Данные по осуществляемой деятельности

Информация по производству алюминия, подходящая для подсчета выбросов с применением упрощенной методологии подсчета (Уровень 1 и Уровень 2), широко доступна в ежегодных статистических справочниках Организации Объединенных Наций или в национальных статистических материалах той или иной страны. Этой информации достаточно для подсчета выбросов при использовании упрощенной методологии подсчета.

Для подхода по Уровню 2 необходимо разделить эти данные согласно применяемым технологиям. Стандартными источниками для этих данных могут быть отраслевые организации в пределах той или иной страны, или данные могут быть взяты из определенных опросных листов, предоставленных отдельным алюминиевым заводам.

Дальнейшие указания приведены в Директивах Межправительственной группы экспертов по изменению климата в отношении национальной инвентаризации парникового газа за 2006 год (IPCC, 2006), том 3 по Производственным процессам и использованию продукции (IPPU), глава 4.4.2.5 «Выбор статистических данных по осуществляемой деятельности».

## 3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

### 3.4.1 Алгоритм

Применяются два различных метода подсчета выбросов, которые не ограничиваются технологическим подходом, описанным выше:

- Детальное моделирование процесса производства алюминия;
- Отчеты по выбросам на уровне производственных объектов.

#### 3.4.1.1 Детальное моделирование процесса

Подсчет выбросов по Уровню 3, в котором используются детали процесса, ведется отдельно для последовательных стадий в процессе производства первичного алюминия.

- Предварительная обработка (производство окиси алюминия);
- Электролиз;
- Последующая обработка (рафинирование и литье).

Для производства вторичного алюминия эти стадии будут выглядеть следующим образом:

- Предварительная обработка лома;
- Плавление лома;
- Последующая обработка (рафинирование и литье).

#### 3.4.1.2 Данные на уровне производственных объектов

Если есть данные по выбросам на уровне производственных объектов достаточного качества (см. главу с указаниями по обеспечению и контролю качества в Части А Руководства), то рекомендуется использовать эти данные. Есть две вероятности:

- Отчеты по производственным объектам раскрывают все производство алюминия в той или иной стране;
- Нет отчетов по выбросам на уровне производственных объектов по всем алюминиевым заводам той или иной страны.

Если данные на уровне производственных объектов покрывают все производство алюминия в той или иной стране, то рекомендуется сравнить предполагаемые коэффициенты выбросов (заявленные

выбросы, разделенные на производство алюминия в той или иной стране) с величиной коэффициента выбросов по умолчанию или коэффициентами выбросов технологического подхода. Если предполагаемые коэффициенты выбросов находятся за пределами доверительного интервала в 95% для величин, указанных ниже, то рекомендуется объяснить причины этого в отчете по инвентаризации.

Если суммарное годовое производство алюминия в той или иной стране не включено в суммарную величину отчетов по производственным объектам, то рекомендуется подсчитать недостающую часть суммарных выбросов той или иной страны по категории источников при помощи экстраполяции по следующему уравнению:

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

где:

|                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| $E_{\text{Итого, загрязнитель}}$      | = | суммарное количество выбросов загрязнителей для всех производственных объектов в пределах категории источников |
| $E_{\text{Объект, загрязнитель}}$     | = | выбросы загрязнителей по отчетам производственных объектов   |
| $\text{Производство}_{\text{Итого}}$  | = | производительность по категории источников   |
| $\text{Производство}_{\text{Объект}}$ | = | производительность того или иного производственного объекта  |
| $EF_{\text{загрязнитель}}$            | = | коэффициент выбросов для загрязнителя  |

В зависимости от специфики той или иной страны и объема информации, раскрываемой в отчетах по производственным объектам, в сравнении с суммарным производством алюминия той или иной страны по мере убывания приоритета рекомендуется выбирать в данном уравнении коэффициент выбросов (EF) из нижеследующих вероятностей:

- Коэффициенты выбросов технологического подхода, основанных на информации по типу технологий, применяемых на производственных объектах, в случае, когда нет отчетов по выбросам на уровне производственного объекта;
- Предполагаемый коэффициент выбросов, взятый из имеющихся отчетов по выбросам:

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

- Коэффициент выбросов по умолчанию по Уровню 1. Этот вариант может быть выбран только, если отчеты по выбросам на уровне производственного объекта покрывают более 90% от суммарного производства той или иной страны.

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

Заводы по производству алюминия могут быть основными промышленными объектами, а данные по выбросам по отдельным установкам могут быть доступны в регистре по выбросам и перемещению загрязнителей (PRTR) или в любой другой форме отчетности по выбросам. Когда качество таких данных подтверждается хорошо разработанной системой обеспечения и контроля качества, а отчеты по выбросам были проверены по независимой аудиторской схеме, то, в таком случае, рекомендуется использовать такие данные. Если есть необходимость в экстраполяции для раскрытия всего производства алюминия в той или иной стране, то либо предполагаемые коэффициенты выбросов для производственных объектов, предоставивших отчет, либо коэффициенты выбросов, указанные выше, могут быть использованы (см. раздел 3.3 данной главы).

Не существует общепринятой модели выбросов для производства алюминия. Тем не менее, такие модели могут быть разработаны и могут применяться в инвентаризации той или иной страны. Если такое произойдет, то рекомендуется сравнить результаты модели с подсчетом по Уровню 1 или по Уровню 2, чтобы оценить эффективность модели. Если модель дает предполагаемые коэффициенты выбросов, которые находятся за пределами доверительного интервала в 95%, указанного в таблицах

выше, то для этого рекомендуется включить разъяснение в документацию, содержащую данные по инвентаризации, и желательно отразить в Информационном отчете по инвентаризации.

### 3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

Поскольку регистры по выбросам и перемещению загрязнителей (PRTR) обычно не сообщают данные по осуществляемой деятельности, то такие данные в отношении любых заявленных выбросов на уровне производственного объекта иногда трудно найти. Возможным источником данных по осуществляемой деятельности на уровне производственного объекта могут быть регистры систем коммерческих обменов, торговли разрешениями на выбросы.

Во многих странах национальные статистические службы собирают данные по производству на уровне производственных объектов, но такие данные во многих случаях являются конфиденциальными. Тем не менее, в некоторых странах национальные статистические службы являются частью системы инвентаризации выбросов такой страны, поэтому, экстраполяция может быть выполнена, по необходимости, в статистической службе, обеспечивая соблюдение конфиденциальности данных производства.

## 4 Качество данных

### 4.1 Полнота

Необходимо с осторожностью включать все выбросы, образующиеся при горении, а также, образующиеся в различных процессах. Рекомендуется проверять, были ли в действительности выбросы, заявленные как «включенные где-либо» (IE) в соответствии с главой 2.С.3, включены в выбросы, указанные как выбросы при горении в главе 1.А.2.б.

### 4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Подсчет следует вести с осторожностью, чтобы не получилось двойного подсчета выбросов, образуемых в различных процессах и при горении. Рекомендуется проверять то, что выбросы, заявленные в главе 2.С.3, не включены в выбросы, указанные как выбросы при горении в категории источников 1.А.2.б.

### 4.3 Проверка достоверности

#### 4.3.1 Коэффициенты выбросов по наиболее доступной методике (НДТ)

Этот раздел предоставляет некоторые стандартные концентрации для производственных объектов, применяющих наиболее доступную методику. Более детальная информация содержится в документе BREF (наиболее доступная справочная методологическая информация) по цветной металлургии (Европейская Комиссия, 2001).

**Таблица 4.1 Коэффициенты выбросов, связанные с наилучшими имеющимися технологиями, для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, процесс электролиза в производстве первичного алюминия**

|                        | Код        | Название                         |                       |
|------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------|
| Категория источника ИО | 2.С.3      | Производство алюминия            |                       |
| Топливо                | НЕТ ДАННЫХ |                                  |                       |
| Прочее                 |            | Первичный алюминий, электролизер |                       |
| Загрязнитель           | Значение   | Единицы                          | 95% доверит. интервал |

|                               |      |                | Нижний | Верхний |
|-------------------------------|------|----------------|--------|---------|
| Пыль                          | 1 -5 | мг/Нм3         |        |         |
| Полифторированный углеводород | <0.1 | кг/мг алюминия |        |         |
| Фторводород (HF)              | <0.2 | мг/ Нм3        |        |         |
| Итого фторида                 | <0.5 | мг/ Нм3        |        |         |

**Таблица 4.2 Коэффициенты выбросов, связанные с наилучшими имеющимися технологиями, для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, выдержка и дегазация расплавленного металла из первичного и вторичного алюминия**

|                                      | Код           | Название                                    |                       |         |
|--------------------------------------|---------------|---|-----------------------|---------|
| <b>Категория источника НО</b>        | 2.С.3         | Производство алюминия                       |                       |         |
| <b>Топливо</b>                       | НЕТ<br>ДАННЫХ |   |                       |         |
| <b>Прочее</b>                        |               | Выдержка и дегазация расплавленного металла |                       |         |
| Загрязнитель                         | Значение      | Единицы                                     | 95% доверит. интервал |         |
|                                      |               |   | Нижний                | Верхний |
| Пыль                                 | 1-5           | мг/ Нм3                                     |                       |         |
| SO2                                  | <50-200       | мг/ Нм3                                     |                       |         |
| Хлорид                               | <5            | мг/ Нм3                                     |                       |         |
| Фторид                               | <1            | мг/ Нм3                                     |                       |         |
| NOx (с горелкой с низким NOx)        | <100          | мг/ Нм3                                     |                       |         |
| NOx (с кислороднотопливной горелкой) | <100-300      | мг/ Нм3                                     |                       |         |

**Таблица 4.3 Коэффициенты выбросов, связанные с наилучшими имеющимися технологиями, для категории источников 2.С.3 Производство алюминия, производство вторичного алюминия**

|   | Код           | Название  |                       |         |
|---|---------------|---|-----------------------|---------|
| <b>Категория источника НО</b>           | 2.С.3         | Производство алюминия   |                       |         |
| <b>Топливо</b>                          | НЕТ<br>ДАННЫХ |   |                       |         |
| <b>Прочее</b>                           |               | Предварительная обработка вторичного алюминия, плавка и литье |                       |         |
| Загрязнитель                            | Значение      | Единицы   | 95% доверит. интервал |         |
|   |               |   | Нижний                | Верхний |
| Пыль                                    | 1-5           | мг/ Нм3   |                       |         |
| SO2                                     | <50-200       | мг/ Нм3   |                       |         |
| Хлорид                                  | <5            | мг/ Нм3   |                       |         |
| Фторид                                  | <1            | мг/ Нм3   |                       |         |
| NOx                                     | <100          | мг/ Нм3   |                       |         |
| NOx                                     | <100-300      | мг/ Нм3   |                       |         |
| ТОС в виде С (дожигатель)               | <5-15         | мг/ Нм3   |                       |         |
| ТОС в виде С (оптимизированное горение) | <5-50         | мг/ Нм3   |                       |         |
| Диоксины                                | <0.1-0.5      | мкг ТЕQ/Нм3   |                       |         |

#### 4.4 Разработка согласуемых временных рядов и пересчет

Какая-то специфика отсутствует.

## 4.5 Оценка неопределенности

Какая-то специфика отсутствует.

### 4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

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

Какая-то специфика отсутствует.

## 4.8 Отчетность и документация

Какая-то специфика отсутствует.

## 5 Глоссарий

|   |  |
|---|--|
| AR <sub>производство, технология</sub>  | Показатель производительности в пределах категории источников, где применяется специальная технология          |
| AR <sub>производство, технология</sub>  | Показатель производительности в пределах категории источников, где применяется специальная технология          |
| AR <sub>производство</sub>              | Показатель осуществляемой деятельности для производства извести  |
| E <sub>объект, загрязнитель</sub>       | Выбросы загрязнителей по отчетам производственных объектов   |
| E <sub>загрязнитель</sub>               | Выбросы определенного загрязнителя   |
| E <sub>итого, загрязнитель</sub>        | Суммарное количество выбросов загрязнителей для всех производственных объектов в пределах категории источников |
| EF <sub>страна, загрязнитель</sub>      | Коэффициент выбросов, специфичный для той или иной страны  |
| EF <sub>загрязнитель</sub>              | Коэффициент выбросов для загрязнителя  |
| EF <sub>технология, уменьшенная</sub>   | Коэффициент выбросов после применения методики снижения выбросов   |
| EF <sub>технология, загрязнитель</sub>  | Коэффициент выбросов для этой технологии и этого загрязнителя  |
| EF <sub>технология, неуменьшенная</sub> | Коэффициент выбросов до применения методики снижения выбросов  |
| Просачивание <sub>технология</sub>      | Часть производства, в которой используется специфичная технология  |
| Производство <sub>объект</sub>          | Производительность того или иного производственного объекта  |
| Производство <sub>итого</sub>           | Производительность по категории источников   |
| η <sub>устранение загрязнений</sub>     | Эффективность снижения выбросов  |

## 6 Список цитированной литературы

- Al Expert group, 1998. Aluminium Expert Group Site Visits. E. Nordheim, EAA.
- Berdowski, J.J.M., Veldt, C., Baas, J., Bloos, J.P.J. and Klein, A.E., 1995. Technical Paper to the PPARCOM\_HELCOM-UNECE Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants. TNO-MEP - R 95/247.
- EAA, 2012. Comments from Eirik Nordheim and Sandro Starita, European Aluminium Association, October 2012.
- European Commission, 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the Non-Ferrous Metal Industries. December 2001.
- European Commission, 2009. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Non-Ferrous Metals Industries. Draft July 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.
- Mantle, E.C., 1988. Potential for Air Pollution Emissions from the Aluminium Industry and the Best Available Technology for Abatement (final report).
- OSPARCOM, 1997. Description of Existing Techniques and Best Available Techniques in the Aluminium Electrolysis Industry. Oslo and Paris communications.
- PARCOM, 1992. Emission Factor Manual PARCOM-ATMOS. Emission factors for air pollutants. van der Most, P.F.J. and Veldt, C. (eds.). TNO Environmental and Energy Research, TNO Report 92-235, Apeldoorn, The Netherlands.
- UNEP, 2005. United Nations Environmental Programme, PCDD/PCDF Toolkit 2005.
- 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](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/>.
- 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: P. Dilara et. Al (eds), Proceedings of the PM emission inventories scientific workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004. EUR 21302 EN, JRC, pp 163–174.

## 7 Наведение справок

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