

Категория		Название
НО:	2.С.1	Производство железа и стали
ИНЗВ:	0402 040202 040203 040205 040206 040207 040208 040209 040210	Технологические процессы при производстве железа и стали и предприятиях угольной промышленности Загрузка доменной печи Выпуск чугуна Сталеплавильный завод с мартеновскими печами Сталеплавильный завод с основными сталеплавильными печами с подачей кислорода Сталеплавильный завод с электрическими печами Прокатные станы Установки агломерации и окатывания (кроме горения) Другое
МСОК:	2710	Производство основного железа и стали
Версия	Руководство 2013	

Основные авторы

Джероуен Куэнен

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

Ян Бердовский, Питер ван дер Мост, Дж.М. Слагер, В. Мюлдер, Станислав Хлавичка, Янина Фудала, Ян Питер Блос, П. Верхоув, Ульрих Квасч, Мартин Пирс, Тинус Пульс, Уилфред Эплман, Отто Ренц, Уте Карл и Майк Вудфилд

Оглавление

1	Общие сведения	3
2	Описание источников	3
2.1	Описание процесса.....	3
2.2	Методики	9
2.3	Выбросы.....	16
2.4	Средства регулирования.....	19
3	Методы.....	21
3.1	Выбор метода	21
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию.....	22
3.3	Технологический подход Уровня 2	24
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	44
4	Качество данных	46
4.1	Полнота	46
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами	46
4.3	Проверка достоверности.....	46
4.4	Разработка согласуемых временных рядов и пересчет	46
4.5	Оценка неопределенности.....	46
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК.....	46
4.7	Координатная привязка	47
4.8	Отчетность и документация	47
5	Глоссарий.....	47
6	Список цитированной литературы	48
7	Наведение справок.....	49

1 Общие сведения

Железообрабатывающая и сталелитейная промышленность представляет собой материалоемкое и энергоемкое производство. Более половины поступающего сырья на выходе превращается в газы, твердые отходы или побочные продукты производства. Выбросы из агломерационных установок преобладают над общим объемом выбросов по числу загрязняющих веществ. Доля выбросов данного сектора в общем объеме выбросов в воздушный бассейн ЕС является значительной по количеству загрязняющих веществ, особенно некоторых тяжелых металлов, а также полихлоридных дибензопарадиоксинов и дибензофуранов (ПХДД/Ф).

В целом, железообрабатывающая и сталелитейная промышленность включает следующие мощности:

- основные цехи, которые производят железо и сталь;
- сталелитейные цехи вторичной переработки;
- цеха по производству железа;
- вспомогательные цеха по производству металлургического кокса.

Горение (главным образом во время агломерации) является значительной частью технологических процессов в железообрабатывающем и сталелитейном производстве. Выбросы при технологическом процессе агломерации в результате горения рассматриваются в Главе 1.А.2.а. Выбросы производства металлургического кокса не рассматриваются в настоящей главе, но в некоторой степени приводятся в главе 1.В.1.б.

2 Описание источников

2.1 Описание процесса

На Рис. 2.1. показаны основные технологические процессы производства железа и стали: производство металлургического кокса, производство агломерата, производство окатышей, обработка железной руды, производство железа, производство стали, литье стали и само по себе горение газов доменной печи и коксовой печи для других целей.

Основные технологические процессы могут проходить на так называемом заводе с полным металлургическим циклом, который, как правило, включает доменные печи, основные сталеплавильные печи с подачей кислорода (ОПКП), или в некоторых случаях мартеновские печи (МП). Также общепринято, что некоторые этапы производства вынесены на другие объекты и находятся под ответственностью другой компании (так например, отдельный цех производства кокса).



Рисунок 2.1 Основные технологические процессы при производстве железа и стали; крайняя левая часть - сырье на входе комплекса технологического процесса, крайняя правая часть - продукты производства. Данный рисунок взят из Руководства IPCC (2006). (коксовый газ)

В некоторых странах существуют цеха коксового производства, которые не связаны с производством железа и стали (т.е., «самостоятельные»). Для представления полной последовательной информации по данному вопросу настоящая глава содержит руководящие принципы для оценки выбросов загрязняющих атмосферу веществ с учетом всего цикла производства кокса. Для ряда стран рекомендуется методика раздельной оценки выбросов от основного и вспомогательного коксового производства на более высоких уровнях, поскольку побочные продукты основного коксового производства (т.е. коксовый газ, коксовая пыль и т.д.) часто используются при производстве железа и стали.

Основное производство стали и вторичная переработка стали

Сталь можно производить из железной руды на заводах с полным металлургическим циклом или на мощностях для вторичной переработки, которые производят сталь главным образом из повторно используемого стального скрапа. Заводы с полным металлургическим циклом как правило включают доменные печи и основные сталеплавильные печи с подачей кислорода (ОПКП) или в некоторых случаях мартеновские печи (МП). Необработанная сталь производится в основной печи с подачей кислорода из чугуна, который выходит из доменной печи, и далее обрабатывается до полностью готовой стальной продукции. Чугун также может быть доведен непосредственно до готовой чугунной продукции. Вторичная переработка стали чаще всего происходит в электродуговых печах (ЭДП). В 2003 ОПКП выпустили ок. 63 % мировой стали, а ЭДП прилб. 33 %; на долю производства МП приходится оставшиеся 4 %, но сейчас эта доля снижается.

Производство железа

Производство железа может осуществляться на основных заводах с полным металлургическим циклом или на отдельных прилегающих вспомогательных мощностях, как упоминалось выше в разделе «Основное производство стали и вторичная переработка стали». Кроме производства железа в доменной печи железо может производиться посредством технологического процесса прямого восстановления. Прямое восстановление заключается в восстановлении железа из железной руды в своем твердофазном состоянии при температурах технологического процесса менее 1000 °С.

Производство металлургического кокса

Считается, что производство металлургического кокса представляет собой энергоемкий процесс использования ископаемого топлива. В связи с этим является учитывать выбросы по этому производству принято под категорией источников 1.В.1.в (в «Секторе энергетики»). В данном документе представлены методологии, потому что данные по этой деятельности, используемые для оценки выбросов, связанных и не связанные с производством энергии на заводе с полным металлургическим циклом для производства железа и стали, совпадают в значительной степени. Все топливо, используемое в настоящей категории источников, не выделенное как сырье для коксовой печи, агломератной установки, установки окатышей и доменной печи, рассматривается как процесс горения топлива, который рассматривается и регистрируется в секторе энергетики (1.А).

2.1.1 Производство металлургического кокса

Металлургический кокс прежде всего используется в доменной печи при производстве железа. Кокс также используется в других металлургических процессах, таких как, производство литейного чугуна, ферросплавов, свинца и цинка, а также в печах обжига для производства извести и магнезии. Металлургический кокс – это твердофазный продукт, получаемый в результате карбонизации угля, главным образом коксующегося угля, при высокой температуре. Его мало во влажной и газообразной фазе. Коксующийся уголь - это битуминозный уголь с качеством, которое позволяет осуществлять производство кокса, подходящего для загрузки в доменную печь. Его высшая теплотворность превышает 23 865 кДж/кг (5 700 ккал/кг) во влажно беззольной массе. Коксовый газ - это побочный продукт производства металлургического кокса при производстве железа и стали. На Рисунке 2.2. показан процесс производства кокса.



Рисунок 2.2 Технологическая схема производства кокса. Регистрировать выбросы при работе коксовальной печи принято в категории источников 1.В.1.в.

Важно помнить, что коксовый газ можно сжигать для получения энергии на коксовом заводе или можно направлять на завод с полным металлургическим циклом для производства железа и стали и можно использовать при производстве агломерата или в технологических процессах при производстве железа. Коксовый газ может быть также передан во вспомогательные мощности (например, в систему распределения природного газа), и может использоваться в качестве источника энергии. Горение кокса в доменных печах при производстве железа и стали дает доменный газ, который может быть выделен и направлен с участка по производству железа и стали в коксовый цех основного завода. Он может быть сожжен в коксовых печах или использован в агломератном производстве.

2.1.2 Производство агломерата и окатышей

В данном подразделе уделено внимание только агломерации на аглоленте, что несомненно является самым важным этапом в агломерации железной руды. Технологический процесс агломерации, протекающий в чашах прерывистого действия, а также технологический процесс во вращающейся печи обжига, в настоящее время используются на очень небольшом количестве заводов и в настоящем документе не рассматриваются. Кроме того, в данном документе также не рассматриваются другие технологические процессы агломерации как окатывание, брикетирование и грануляция.

Железная руда и другие рудосодержащие материалы могут подвергаться агломерации на агломерационных установках на заводах с полным металлургическим циклом до загрузки в доменную печь. Шихта, подаваемая в агломерационные установки, может включать порошкообразные железные руды, добавки (например, известь или оливин), и железосодержащие переработанные материалы из последующих технологических процессов производства железа и стали (например, пыль при очистке доменного газа). Коксовая пыль (мелкий печной кокс с размером частиц <5 мм) - это самый широко используемый технологический материал в агломерационных установках. Коксовая пыль может производиться в коксовых печах завода с полным металлургическим циклом для производства железа и стали или может закупаться у производителей кокса, как у третьей стороны. Доменный газ или коксовый газ, полученный в основном комплексе в процессе интегрированного производства железа и стали, могут использоваться в агломерационных установках. Работа агломерационных установок приводит к выделению загрязняющих атмосферу веществ, таких как, оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x) и неметановые газообразные органические соединения (НМГОС) в результате горения. Отходящий газ агломерационного производства также включает НМГОС. На Рисунке 2.3. указан технологический процесс производства агломерата.



Рисунок 2.3 Технологическая схема производства окатышей. Красная стрелка представляет собой выбросы, образующиеся в процессе горения (см. категорию источников 1.А.2.б); синяя стрелка указывает на технологические выбросы (регистрируемые в данной категории источников).

Окатыши формируются из железосодержащего сырья (т.е., пылевидная руда и добавки) в сферы диаметром 9–16 мм при высоких температурах. Данный технологический процесс включает помол, сушку, окатывание и термическую обработку сырьевого материала. Установки окатывания главным образом расположены на рудных шахтах или в портах отгрузки, но они также могут располагаться на основном комплексе, в составе завода с полным металлургическим циклом для производства железа и стали. Природный газ или уголь могут использоваться как топливо для установок окатывания; для установок окатывания, расположенных на заводе с полным металлургическим циклом для производства железа и стали, в качестве топлива может использоваться коксовый газ. Потребление энергии для технологического процесса и связанные с этим выбросы будут частично зависеть от качества железной руды и других сырьевых материалов, используемых в технологическом процессе, а также от теплотворности используемого топлива.

2.1.3 Производство железа

Производство железа, если определить более точно, использование углерода для преобразования железной руды в железо, является главным источником монооксида углерода (CO), диоксида углерода (CO₂) и НМГОС. На Рисунке 2.4. изображен технологический процесс производства железа и связанные с ним источники выбросов. Углерод подается доменную печь главным образом в виде кокса, полученного из металлургического сортового коксующегося угля (однако, он также может быть в виде древесного угля, полученного из древесины, или в других формах углерода.). Углерод выполняет две функции в производстве железа. Во-первых, он является восстановителем для преобразования оксидов железа в железо. Во-вторых, углерод служит источником энергии для выработки тепла при экзотермической углероднокислородной реакции. Доменный газ получают в процессе горения кокса в доменных печах. Как правило, он отделяется и используется в качестве топлива частично на заводе и частично в других технологических процессах сталеплавильного производства или на электростанциях, предназначенных для сжигания доменного газа. Доменный газ может также отделяться и направляться из железообрабатывающего и сталеплавильного цеха в установку коксования основного производства и сжигаться для получения энергии в коксовых печах. Доменный газ может также передаваться на удаленные объекты и использоваться в качестве источника энергии как в печи, так и для нагрева воздуха при его сгорании. Печной газ после выплавки стали с применением кислорода получается как побочный продукт производства стали в основной печи с подачей кислорода (ОПКП). Он отделяется на выходе из печи. Весь углерод, используемый в доменных печах, следует рассматривать как выбросы, связанные с технологическими процессами производства.



Рисунок 2.4 Технологическая схема производства железа. Красная стелка представляет собой выбросы, образующиеся в процессе горения (регистрируемые в категории источников 1.А.2.в); синяя стелка указывает на технологические выбросы (регистрируемые в этой категории источников).

В дополнение, железо может быть получено с помощью технологического процесса прямого восстановления. Прямое восстановление заключается в восстановлении железа из железной руды в своем твердофазном состоянии при нормальных температурах менее 1000 °С. Твердофазный продукт, называемый железом прямого восстановления (ЖПВ), получают прямым восстановлением. ЖПВ содержит <2 % углерода. ЖПВ как правило используется в качестве заменителя металлолома при производстве стали в электродуговой печи. Однако, оно может использоваться в качестве шихты для производства железа в доменной печи. В случае, когда продукт подлежит хранению или транспортировке, ЖПВ может также выплавляться в брикеты, называемые горячебрикетированным железом (ГБЖ).

2.1.4 Производство стали

Производство стали может происходить на заводах с полным циклом из железной руды или на мощностях для вторичной переработки, которые производят сталь главным образом из повторно используемого стального скрапа. Заводы с полным металлургическим циклом, как правило, включают доменные печи и основные сталеплавильные печи с подачей кислорода (ОПКП) или в некоторых случаях мартеновские печи (МП). Необработанная сталь производится в основной печи с подачей кислорода из чугуна, который выходит из доменной печи, и далее обрабатывается до полностью готовой стальной продукции. Чушковый чугун также может быть доведен непосредственно до готовой чугунной продукции. Вторичную переработку стали чаще всего проводят в электродуговых печах (ЭДП). В 2003 ОПКП выпустили ок. 63 % мировой стали, а ЭДП прикл. 33 %; На долю производства МП приходится оставшиеся 4 %, но сейчас эта доля снижается.

Производство стали в ОПКП начинается с загрузки в конвертер 70–90 % жидкого чугуна и 10–30 % стального скрапа. Далее, кислород высокой степени чистоты смешивается с углеродом в железе для получения экзотермической реакции, которая обеспечивает плавку шихты, когда понижается уровень содержания углерода. Железо из доменной печи обычно содержит 3–4 % углерода, который должен быть снижен менее чем на 1 %, очищен и легирован для получения желаемой марки стали.

Производство стали в ЭДП как правило начинается с загрузки 100 % повторно используемого стального скрапа, который плавится с помощью электрической энергии, подаваемой к шихте через углеродные электроды, а затем очищается и легируется для получения желаемой марки стали. Несмотря на то, что ЭДП могут размещаться на заводах с полным циклом, как правило, они являются самостоятельными технологическими операциями, поскольку всецело зависят от скрапа, а не от железа как сырьевого материала. Поскольку основной задачей ЭДП является плавление скрапа, а не восстановление оксидов, роль углерода не является доминирующей, как при работе доменных печей/ОПКП. Весь углерод, используемый в производстве стали в ЭДП и других технологических процессах, принято рассматривать как выбросы, связанные с технологическим процессом. Простая схема технологического процесса производства стали представлена на Рисунке 2.5, которая показывает поступающее сырье, готовую продукцию и выбросы, связанные с технологическим процессом производства стали.

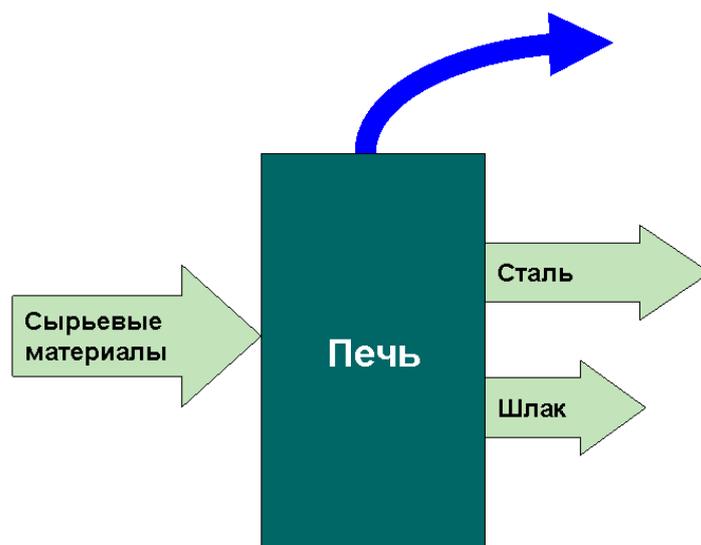


Рисунок 2.5 Общая технологическая схема производства стали, применяемая к трем типам печей. Выбросы регистрируются в настоящей категории источников.

После технологического процесса производства стали происходит обработка литейной продукции (чушки, слябы, биллеты или блюмы) на прокатных станах и на линиях окончательной обработки продукции для подготовки ее к выпуску на рынок.

2.2 Методики

2.2.1 Установка коксования

Технологический процесс производства кокса может быть разделен на несколько этапов (Европейская комиссия, 2001):

- Транспортировка угля, включая:
 - разгрузку угля с судов или ж/д транспорта в систему транспортировки или для хранения, в течение которой ветер может разносить выбросы в виде каменноугольной пыли;
 - хранение угля на больших угольных складах, где ветер может разносить выбросы в виде угольной пыли;
 - транспортировка угля конвейером, перевалочные пункты за пределами зданий и транспортировка по дорогам;
 - углеподготовка: перемешивание углей, перемешивание углей в бункере и измельчение, которые ведут к образованию выбросов;
 - загрузка угольной башни с возможными выбросами в виде пыли;
 - загрузка завалочной тележки с возможными выбросами в виде пыли.
- Технологические операции батареи коксовых печей, которые дают большую часть выбросов из коксовой установки. Этот процесс состоит из различных этапов, а именно.
 - Загрузка угля, когда pulverизированный уголь (в основном коксующийся уголь) подается через загрузочные окна. Струя угля должна быть управляемой; целью является достижение загрузки с минимальными выбросами («бездымная загрузка»).
 - Нагрев и поджиг камер. Нагревательные коллекторы с соплами для подачи топлива используются для снабжения топливом каждой камеры коксальной печи. В общем и целом данный технологический процесс использует чистый коксовый газ в качестве топлива, однако также может использоваться доменный газ. В целях повышения эффективности технологического процесса регенераторы осуществляют теплообмен между газами дымохода и воздухом горения или доменным газом. Если простенки коксовой батареи не герметичны, то коксовый газ будет вступать в реакцию с газом дымохода и будет выбрасываться через шахту.

- Коксование. Данный процесс карбонизации начинается непосредственно после загрузки угля. Весь технологический процесс занимает ок. 14–24 часов. Выбросы могут выходить через отверстия, трещины стенок, а также через газы нагрева. В данном технологическом процессе грязный колошниковый газ выходит в виде побочного продукта.
- Выдача и тушение кокса. После полного науглероживания кокса, кокс выдается из печи и производится его тушение. В основном, используется коксотушительный вагон для транспортировки горячего кокса в тушильную башню.
- Транспортировка и грохочение кокса. После тушения кокс хранится в отвалах, из которых он берется для транспортировки. В конечном итоге, кокс измельчается и просеивается. Мелкий кокс (<20 мм) главным образом используется в агломерации (как описано в подразделе 2.1.2 настоящей главы); крупные фракции (20–70 мм) используются в доменной печи (как описано в подразделе 2.1.4).
- Сбор и обработка коксового газа. Коксовый газ подвергается обработке до того, как он будет использоваться в качестве топлива, потому что неочищенный коксовый газ содержит ценные элементы. Технологический процесс обработки включает пять этапов:
 - охлаждение грязного колошникового газа в первичном охладителе и электрофилтре, что ведет к конденсации части коксового газа и присутствующих водяных паров;
 - выделение смолы из конденсата с помощью сепараторов смолы/воды;
 - десульфурация коксового газа через влажное окисление или абсорбцию и отделение H₂S;
 - восстановление аммиака из коксового газа и конденсата;
 - восстановление легких фракций нефти (главным образом бензин, толуол и ксилен) из коксового газа.
- Вода коксовой печи появляется в результате процесса коксования и очистки коксового газа. Водяные пары появляются из различных источников: угольной влаги, гидратной воды, которая появилась при коксовании, пара или аммиачной воды. Большинство водяных паров конденсируется в первичном охладителе и электрофилтре. Вода из сепаратора смолы и воды содержит высокие концентрации аммиака и направляется в емкость хранения аммиачной воды. Концентрация NH₃ снижается до подачи воды в систему обработки отработанной воды, потому что восстановленный NH₃ является ценным источником энергии, а также потенциальным загрязнителем экосистем.

2.2.2 Производство агломерата и окатышей

Агломерация применяется в нескольких основных технологических процессах металлургии, каждый из которых имеют свои отличительные особенности. При агломерации руды мелкого помола и плавкие руды, в частности железная руда, подвергаются агломерации в компактные куски путем нагрева до точки плавления или размягчения. Плавление стремится происходить на межзеренной границе, что ведет к формированию осадка материала.

Перед агломерацией происходит сначала смешивание различных веществ и, если требуется, грануляция. Железные руды проходят агломерацию на агломерационных установках конвейерного типа, конвейерные ленты состоят из большого количества вагонеток. Эти вагонетки соединены в один бесконечный конвейерный поток, который может быть до 4 м в ширину и 100 м в длину. Пылевидная руда, подлежащая агломерации, увлажняется и подается на клеть карусельного типа вместе с коксовой пылью и добавками, такими как, известь, негашеная известь, оливин или доломит. Горелки, расположенные сверху огнеустойчивой ленты, нагревают материал до требуемой температуры (1100–1200 °С). Это ведет к возгоранию топлива смеси. Далее, горение поддерживается самостоятельно. Оно образует достаточно тепла, 1300–1480 °С, для поверхностного плавления и агломерации смеси. Углерод горит с помощью воздуха, забираемого через клеть в смесь, что ведет к прохождению фронта пламени через поле агломерации. Снизу агломерационной ленты расположена батарея воздуходувок, которые втягивают сгораемый воздух через материал в общий коллектор, выводя его в газоочистные устройства (US EPA, 1994). Технологические процессы агломерации завершаются, когда фронт пламени проходит через весь слой смеси, и после сгорания всего топлива.

Расплавленный агломерат сбрасывается в конце агломерационной ленты, где происходит его дробление и просеивание. Подгрозотная фракция агломерата повторно перерабатывается в смешивающих бегунах и снова возвращается на ленту. Оставшийся агломерат охлаждается на открытом воздухе или в охладителе циркуляционного типа с помощью водяного орошения или вентиляторов механического типа. Охлажденный агломерат дробится и просеивается на конечной стадии, затем мелкие фракции попадают в повторную переработку. Продукт попадает в доменные печи (US EPA, 1994).

Наиболее распространенные типы охладителей агломерата включают подвижные транспортеры карусельного или прямолинейного типа, стационарные транспортеры или шахты. Воздух или вода используются в качестве охлаждающей среды в таких охладителях, в которых воздух применяется в новых установках, а вода - в установках старого типа (Kelly, 1983; GCA Corporation, 1981).

Технические данные, которые являются типовыми для установок, работающих в западной Европе, перечислены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 Диапазон технических параметров европейских агломерационных установок

Параметр	Диапазон	Ссылка
ширина [м]	2.5–4.5	Bothe (1993)
площадь [м ²]	50–400 ^(а)	Bothe (1993)
удельные расходы печного газа [м ³ /т агломерата]	1800–2000	Rentz et al. (1997)
расходы печного газа [миллионы м ³ /ч]	до 1.5	Bothe (1993)
высота слоя агломерата	ок 250–650 мм	Theobald (1995)
поступающий кокс [кг/т агломерата]	38–55	

^(а) Известно, что некоторые установки небольшой производительности работают в Польше, одна в Германии (агломерация железа, содержащего отходы и фильтрующие материалы).

Агломерационная установка играет ключевую роль на заводах с полным циклом производства железа и стали, используя производственные остатки, которые в противном случае были бы утилизированы. Шлаки от производства стали, пыли фильтров разнообразных очистных систем печного газа (включая те, которые относятся к самой агломерационной установке) и различные железосодержащие материалы от обработки остатков повторно перерабатываются в агломерационной установке. Повторная переработка может приводить к обогащению соответствующих составов, в частности тяжелых металлов. Некоторые остаточные материалы, такие как, прокатная окалина, могут загрязняться органическими составами (маслами), являющимися исходным сырьем для полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и ПХДД/Ф. Пример состава материала на входе показан ниже в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 Пример состава материала на входе в агломерационную установку. Проценты относятся к сухой смеси.

Материал	Процент (%)
Гематит	81.3
Магнетит	2.7
Отходы	7.9
Стружка окатышей	2.2
Пыль доменной печи	0.3
Металлическая пыль	0.6
Прокатная окалина	1.3
Известняк	9.4
Оливин	3.5
Коксовая пыль	5

Соединения хлора могут попадать в агломерационную установку посредством коксового шлака, используемого в качестве добавки, а также через руду, которая содержит природный хлор. Далее, повторно используемые материалы, такие как определенные частицы фильтров, окалина и шлам из системы обработки отработанной воды, которые добавляются к материалам для агломерации, также могут повышать содержание хлора используемых веществ. Это можно понять по отработанным газам из агломерационных установок, которые включают неорганические газообразные соединения хлора.

Другой технологический процесс - это окатывание, когда не требуется горение.

К 2010 году ожидают введения новой технологии, называемой «модернизированная доменная печь» или «технология плавки-восстановления». В данном технологическом процессе больше не потребуется агломерация, окатывание и загрузка кокса (Annema et al., 1992).

2.2.3 Производство чугуна в доменной печи

Доменная печь представляет собой закрытую систему, в которую постоянно подаются железосодержащие материалы (дробленая на куски железная руда, агломерат и/или окатыши), добавки (шлакообразователи такие как известь) и восстанавливающие агенты (кокс) в шахту печи через систему загрузки.

Горячая струя воздуха, обогащенная кислородоугольным порошком, нефтью, природным газом и в некоторых случаях пластмассами в качестве топлива, подается в фурму, создавая противопоток восстанавливающих газов. Струя воздуха вступает в реакцию с восстанавливающими агентами для образования главным образом СО, который в свою очередь восстанавливает оксиды железа до металлического железа. Жидкое железо собирается в горне вместе со шлаком. Их отливка производится совместно и на постоянной основе. Жидкое железо транспортируется в миксеровозах в сталелитейную установку, а шлак обрабатывается для образования конгломерата, гранулята или окатыша для строительства дорог и производства цемента. Доменный газ аккумулируется в верхней части печи. Он обрабатывается и распределяется по цехам для дальнейшего его использования в качестве топлива для получения тепла или электроэнергии.

Обработанная железная руда содержит большое количество гематита (Fe_2O_3) и небольшие количества магнетита (Fe_3O_4). В доменной печи эти компоненты восстанавливаются с образованием оксида железа

(FeO). В конечном итоге загруженное железо плавится, и собираются жидкий горячий металл и шлак. Восстанавливающие углероды вступают в реакцию для образования CO и CO₂.

Когда шихта доменной печи (смесь железосодержащих материалов и добавки) движется вниз, ее температура возрастает, что облегчает прохождение реакций восстановления оксида и образования шлака. На данном этапе шихта подвергается изменениям в структуре.

- Оксид железа в шихте становится все в большей степени восстановленным (образуя губчатое железо и в конечном итоге расплавленный чугун).
- Кислород из железной руды вступает в реакцию с коксом или монооксидом углерода, образуя монооксид углерода или диоксид углерода, который собирается в верхней части.
- Компоненты пустой породы соединяются с флюсами. Получается шлак. Этот шлак - это сложная смесь силикатов низкой плотности по сравнению с расплавленным железом.
- Кокс, прежде всего, служит восстанавливающим агентом, но также и топливом. Вместе с другими топливами он выходит из печи в виде монооксида углерода, диоксида углерода или углерода в составе чугуна.
- Присутствующий водород также выступает в реакцию с кислородом в качестве восстанавливающего агента с образованием воды.

Основные технологические операции при производстве чугуна.

- Загрузка сырьевого материала. Шихта (включая железосодержащий материал) и кокс загружаются в печь. Герметичная система загрузки не пропускает газ в атмосферу, так как рабочее давление доменной печи превышает атмосферное давление.
- Образование горячего дутья. Генерируется воздуходогревателями. Горячее дутье необходимо для переноса тепла к твердой шихте для того, чтобы поднять температуру для реакции, а также для получения кислорода для газификации кокса и транспортировки газа, который восстанавливает оксиды железа при контакте с шихтой. Дутье нагревается сгораемыми газами до 1100–1500°C, после чего холодный атмосферный воздух нагревается для получения горячего дутья, которое направляется в доменную печь. В каждой доменной печи необходимо иметь три или четыре воздуходогревателя.
- Доменная печь. Сырьевые материалы поступают в верхнюю часть, в то время как продукты оседают внизу (горн). Твердая шихта движется вниз, вступая в контакт с восходящей струей восстанавливающих газов. Доменный газ аккумулируется в верхней части печи для последующей обработки. Доменная печь может быть разделена на шесть температурных зон, включая:
 - верхнюю часть: загрузка шихты и выход доменного газа;
 - шахта: передача тепла от горячего доменного газа твердой шихте;
 - распар: последующее восстановление оксида железа, начало коксовой реакции;
 - заплечики: коксовые реакции продолжаются, железо плавится, образуется шлак;
 - фурмы: горячая струя направляется в печь через макс. 42 фурмы, расположенные по верхнему периметру горна, и подается через трубу большого сечения, проходя по печи в круговом направлении на всю высоту заплечиков (на этом этапе происходит полное восстановление оксидов);
 - горн: сбор расплавленного чугуна и шлака.
- Прямая подача восстанавливающих агентов. Большинство современных установок осуществляют подачу восстанавливающих агентов в печь через фурмы, заменяя кокс на загружаемый через верх материал. Это позволяет оператору оптимизировать использование восстанавливающих агентов. Другими преимуществами является увеличение объемов продукта на выходе и снижение требований к производству коксу.
- Литье. В доменной печи периодически проводят выпуск для удаления расплавленного чугуна и шлака из горна. Чугун и шлак в большинстве своем оседают вместе и впоследствии отделяются в скиммере литейного двора. Расплавленный чугун потом разливается по ковшам, в то время как шлак идет по шлаковым желобам в гранулятор, шлаковые ковши или в шлаковую яму.

- Обработка шлака. Шлак может использоваться на различные производственные нужды, например, в качестве материала для строительства дорог, заполнителя бетона, для термоизоляции и в качестве заменителя цемента. В настоящее время разработаны три технологических процесса для обработки шлака доменной печи.
 - Гранулирование шлака. Расплавленный шлак проливается через водяной туман высокого давления в блок гранулирования. После гранулирования шлаководяная эмульсия подается в систему дренажа, вертикальную фильтрационную воронку или барабан обезвоживания.
 - Заливка в шлаковые ямы. Данный технологический процесс включает розлив расплавленного шлака тонкими слоями прямо в шлаковые ямы, расположенные рядом с печами. Ямы поочередно заполняются и выкапываются, кусковой шлак разбивается и измельчается для использования в качестве крупнозернистого заполнителя бетонной смеси. Кусковой шлак подходящий сырьевой материал для строительства дорог.
 - Окатывания шлака. Расплавленный шлак распределяется в один слой на пластине, выступающей в качестве отбойной пластины. Шлаковый слой режется управляемой системой водяных сопел, которые вызывают вспучивание и охлаждение шлака. Затем шлак прокручивается в барабане для завершения процесса рыхления и охлаждения.

При производстве железе и стали работа доменной печи представляет собой самый энергоемкий технологический процесс. Общее полное количество энергии на входе - 18,67 ГДж/Мг чугуна. Давление колошникового газа может использоваться для выработки электрической энергии, оно позволит получить до 5,5 ГДж/Мг чугуна (Европейская комиссия, 2001).

2.2.4 Производство стали

2.2.4.1 Сталеплавильный завод с мартеновской печью

Данный технологический процесс включает производство стали в печи с естественной тягой, работающей на газе или топливной нефти. Основой загрузки металла служит чугун и скрап. Ферросплавы, восстановители и руда также используются в качестве загружаемого материала.

Производство шлака зависит от извести, жженой извести, флюорита, плавикового шпата и боксита, которые применяются в данном технологическом процессе. Состав загрузки и свойства добавленных соединений влияют на качество стали, а также на качество и количество загрязняющих воздух веществ, которые получаются в данном технологическом процессе. Топливный газ и воздух, необходимые для данного технологического процесса, нагреваются в регенераторе до температуры 1100 °С и далее направляются в рабочую зону печи, после которой печные газы доводятся до температуры 1700–1800 °С и нагревают загруженный материал в окисляющей атмосфере.

2.2.4.2 Завод с кислородным конвертором

Углерод составляет 4–4,5 % веса чугуна. В своем твердом состоянии чугун обладает твердостью и хрупкостью, что делает невозможным его прокатку или ковку. Эти операции можно выполнить, если снизить содержание углерода до 1% или (во многих случаях) еще ниже (Европейская комиссия, 2001). Это технологический процесс производства стали.

Первый шаг к получению железистой стали - это удаление углерода. Это возможно благодаря сильным связям между углеродом и кислородом. При работе доменной печи углерод из кокса нарушает железоокислородные связи в руде, присоединяясь к СО и СО₂. При производстве стали проходит противоположная реакция, кислород заставляет углерод отсоединиться от железа. Он выходит из конвертера в виде монооксида углерода.

Процесс производства стали с подачей кислорода протекает в конвертере грушевидной формы, называемой конвертор. Он имеет огнеупорную футеровку. Он установлен таким образом, что может быть наклонен. Внутри него железо превращается в сталь при подаче почти чистого кислорода на поверхность расплавленного металла, что вызывает сторание некоторых нежелательных веществ. Процесс очистки может быть улучшен, при необходимости, путем «перемешивания в донной части» при помощи аргона с использованием пористого кирпича в нижней части футеровки в определенных фазах технологического процесса. Это обеспечивает более интенсивную циркуляцию расплавленной стали и ускоренную реакцию между газом и расплавленным металлом. Окисление (горение) различных

элементов, которые покидают ванну, сопровождается выделением большого количества тепла. Во многих случаях стальной скрап добавляется со скоростью 10–20 % для охлаждения металла. Газ, который обогащен монооксидом углерода, извлекается и используется в качестве топлива.

Полный цикл включает в себя следующие фазы: загрузка скрапа и расплавленного железа, подача газа, отбор проб и регистрация температуры, а также слив из конвертора. В современной сталелитейной промышленности 300 т стали производится за 30-минутный цикл.

В конце процесса очистки ковш, заполненный расплавленной сталью, подается в установку непрерывного литья. Непрерывное литье, при котором биллеты или слябы отливаются прямо из расплавленного металла, заменяет традиционный метод заливки расплавленной стали в изложницы для формирования слитков, которые при затвердевании повторно нагреваются и прокатываются в слябы или биллеты. Непрерывное литье не только экономит время и энергию, но и улучшает качество стали и увеличивает текучесть.

2.2.4.3 Сталеплавильный завод с электрической печью

В электродуговой печи нелегированная и низколегированная сталь производится из загрязненного скрапа. Скрап главным образом получается при утилизации машин (в шредерах) и не обладает постоянным качеством. Через углеродные электроды электричество добавляется к скрапу в печи, тем самым повышая температуру до 1700 °С. Затем добавляются известь, антрацит и чугун. В зависимости от желаемого качества стали могут добавляться хром, марганец, молибден или ванадий. Применяется выпуск партиями. Каждый цикл включает те же этапы: загрузка скрапа, предварительный нагрев, очистка с добавлением другого материала и слив.

Выбросы производятся на каждом этапе цикла. Применяются некоторые меры по сокращению выбросов пыли. Внутренняя часть печи покрывается огнеупором.

2.2.4.4 Прокатные станы

Длинномерная продукция такая, как профильная продукция и армирующие стержни для бетона, могут производиться путем горячей прокатки стальных слитков. Значительное уменьшение толщины сопровождается изменениями в структуре и рекристаллизацией, которые ведут к образованию материала с очень мелкой кристаллической структурой. Это необходимо для прочности и деформируемости. Эта технологическая операция отчасти представляет собой традиционный метод заливки расплавленной стали в изложницы для получения слитков, которые при затвердевании повторно нагреваются и превращаются в слябы или биллеты, часто использующие коксовый газ в качестве нагревательного агента. Данный метод во многих случаях заменяется непрерывным литьем.

Однако, невозможно достичь столь высоких значений кратности повторного прокатывания биллетов, полученных непрерывным литьем. То же относится и к полосовому металлу, который получается в результате непрерывного литья. Этот вопрос может быть решен путем установки проводящих обмоток вокруг течек для литья. Электромагнитное перемешивание неподвижной расплавленной осевой зоны биллета позволяет получить металл с очень мелкой, однородной структурой без ликвационных явлений. Этот процесс обеспечивает возможность более низкой степени прокатывания без потери качества.

Непрерывнолитые слябы транспортируются на полосовой стан горячей прокатки, не дожидаясь их охлаждения. Они прокатываются сразу. Горячая прокатка стальных слябов применялась в течение долгого времени как «технологический процесс расплющивания». Однако, этот термин не применим к современным полосовым станам горячей прокатки. Путем простого сочетания химического состава, повторного нагрева, степени деформации, скорости охлаждения после горячей прокатки и температуры полосы во время навивки можно получить различные марки стали от высокопрочной легированной стали до ультранизколегированной, супердеформирующейся стали. В принципе, даже практически возможно выполнить тепловую обработку при горячей прокатке. Это достигается путем быстрого

охлаждения полосы до 200–300 °С после последнего этапа деформации с образованием двуфазной микроструктуры, которая обеспечивает уникальное сочетание высокой прочности и деформируемости.

Горячие слябы подготавливаются для прокатки путем нагрева в печах с шагающим балочным подом до температуры прокатки (около 1200°С). Линия черновых клетей включает пять клетей, расположенных одна за другой, где слябы прокатываются до получения желаемой ширины и толщины. На чистовой группе из 7 клетей продукт приобретает желаемые размеры, а также задается форма и плоскостность полосы. При прохождении через выходной рольганг полоса охлаждается до желаемой температуры при участии воды, после чего полосы навиваются в бобины.

Существуют ограничения по использованию тонколистового металла, производимого на станах горячей прокатки. Не смотря на тот факт, что требования в части качества поверхности не могут быть выполнены путем горячей прокатки материала; вне зависимости от того, насколько качественно проходит прокатка металла, проблему может представлять толщина. Следовательно, большая часть горячекатанной полосы подлежит дальнейшему уменьшению толщины на станах холодной прокатки.

На первом этапе она проходит через линию травления для снятия прокатной окалины. Сразу после травления в электростатических установках наносится необходимая смазка. После обжатия в холодном состоянии, который в значительной мере повышает прочность материала, производится отжиг для восстановления желаемой деформируемости. Данный технологический процесс в настоящее время в значительной мере производится в печах непрерывного действия, однако отжиг в камерной печи также проходит. Постепенный нагрев и охлаждение ведут к рекристаллизации стали с восстановлением ее способности к деформации. Во время данного процесса, который занимает несколько дней, азот или водород проходят через печь для предупреждения окисления стали.

После отжига материал проходит через дрессировочную клеть и навивается в бобины для дальнейшей обработки.

2.3 Выбросы

2.3.1 Агломерационные установки

Известно, что из восьми стандартных газообразных соединений CORINAIR все, кроме аммиака, выбрасываются агломерационными установками в атмосферу. Выбросы, описание которых дано ниже, являются результатом сгорания и технологических процессов.

- Выбросы SO_2 в большинстве своем происходят из серы, содержащейся в коксе, который используется в качестве топлива. Далее, фактические выбросы могут зависеть от валентности смеси. Если доминируют смеси с оксидом кальция (CaO), то снижается появление SO_2 с увеличением валентности. Из смесей, где доминирует оксид магния (MgO), ок. 97 % содержащейся серы преобразуется в SO_2 . Основная часть общего количества выбросов SO_2 происходит в горячей части агломерационной ленты (ближе к концу) (Rentz et al., 1997).
- NO_x главным образом выделяется в атмосферу в виде NO в связи с быстрым охлаждением доменного газа. Выбросы NO_x происходят по причине азота, содержащегося в коксе (ок. 80 %) и железной руде (ок. 20 %) (Rentz et al., 1997).
- Сырьевые материалы содержат тяжелые металлы (ТМ). Выбросы в виде пыли в общем и целом связаны с выбросами ЧУ и ТМ. КВ для ЧУ относятся к выбросам $TCH_{2.5}$. При агломерации некоторые ТМ могут улетучиваться или переходить в летучие соединения (например, хлориды) и следовательно могут присутствовать в доменном газе. К числу ТМ относят цинк (Zn), свинец (Pb) и кадмий (Cd). мышьяк (As) проникает в атмосферу в газообразной форме (As_2O_3), проходя через сухие газоочистители, которые работают при температуре 120 °С. Так как эти летучие соединения образуют или адсорбируют мелкодисперсные частицы, которые улавливаются газоочистными установками, они могут

аккумулироваться при цикле возврата агломерата. Более того, мелкодисперсные частицы, проходя через фильтры, могут иметь гораздо более высокое содержание этих металлов, чем пыль неочищенного газа или агломерационная смесь (Rentz et al., 1997).

- Многофазный органический материал (МОМ), например, ПАУ и ПХДД/Ф, может образовываться из хлора и соединений исходного материала, таких как масляные добавки. Потенциально, выбросы МОМ могут происходить из воздушной камеры агломерационной установки, из выходного отверстия агломерационной установки и из технологических процессов, которым подвергается агломерат (т.е., измельчение, просеивание и охлаждение). Вследствие высоких температур, используемых в агломерации, существует вероятность, что выбросы МОМ из агломерационной установки обладают газообразной и твердофазной формой (Kelly, 1983; Siebert et al., 1978).
- Наблюдались выбросы фтора (агломерация руды, восстанавливаемой в Швеции) и соляной кислоты (использование смачивания морской водой или обработка кокса) (Bothe, 1993).

В агломерационной установке выбросы могут иметь место в виде («прямых») выбросов из дымовых труб и в меньшей степени в виде летучих («косвенных») выбросов на всех технологических этапах, упомянутых выше.

- Окружающий воздух всасывается несколькими воздушными камерами через смесь для поддержания процесса горения на агломерационной ленте. После прохождения ленты доменные газы собираются, обеспылеваются и направляются в основную дымовую трубу.
- Основные технологические процессы (например, измельчение кокса, переработка сырьевого материала, насыпка на ленту и сброс с нее, агломерация) обычно протекают в герметичных и полугерметичных камерах. Камеры могут быть оборудованы вытяжными зонтами, соединенными через газоочистные устройства с основной дымовой трубой или отдельными дымовыми трубами. Таким образом, может существовать более чем одна точка выхода выброса на каждой конкретной агломерационной установке.
- Летучие пылеобразные выбросы могут возникать при переработке и транспортировке сырьевых материалов и охлажденного агломерата, а также при техническом обслуживании и незапланированных перерывах в работе циклонов или фильтров. Но что более важно, вследствие сильной конвекции в агломерационном отделении, летучие выбросы, проникающие через неплотности в крыше, вероятно, будут появляться в частности в конце агломерационной ленты.

Исследование Европейской комиссии по доменным печам в части рабочих параметров агломерационных установок (1996) дает заключение, что агломерационные установки используют 1125–1920 МДж/т агломерата тепловой энергии (твердые топлива, включая колошниковую пыль и горючие топлива), при среднем потреблении 1480 МДж/т агломерата. Сюда же относится 39.5–67 кг эквивалента коксовой пыли /т агломерата, со средним значением 52 кг эквивалента коксовой пыли /т агломерата. Общее потребление электрической энергии находится в диапазоне 68–176 МДж/т агломерата со средним значением 105 МДж/т агломерата. Существует только небольшое различие в потреблении топлива между низковалентным агломератом ($< 1.7 \text{ CaO/SiO}_2$) и высоковалентными агломератом ($\geq 1,7 \text{ CaO/SiO}_2$) (Европейская комиссия, 2001).

2.3.2 Доменная печь для производства чугуна

Основными выбросами при загрузке доменной печи является монооксид углерода, диоксид углерода, водород и сульфид водорода. Загрузка плавильных печей является источником определенного количества пыли в течение короткого периода времени. В странах СНГ регистрируется содержание пыли 400 г/м^3 в выбрасываемых газах из их внутриконусного пространства газовой пробки (Kakareka et al., 1998). Это достаточно крупная пыль с частицами размером более 10 мкм. Несмотря на то, что пыль содержит тяжелые металлы из руды и кокса, пыль сама по себе является достаточно инертным продуктом вследствие широкого спектра подготовительных операций перед обработкой, например, окатывание и агломерация. В дополнение, выбросы могут возникать вследствие транспортировки.

Пылеобразные выбросы также происходят из вскрытия летки и заполнения желоба, главным образом ввиду взаимодействия горячего металла и шлака, а также кислорода. Также пылевые выбросы встречаются за скиммером, но в меньшей степени в первой части технологического маршрута. В этой пыли содержится ЧУ и некоторые тяжелые металлы. Размер частиц пыли при вскрытии в основном

ниже 10 мкм, однако выбросы ЧУ относятся к выбросам ТЧ_{2,5}. Размер частиц пыли при вскрытии в основном ниже 10 мкм. Размер частиц выбросов с крыши обычно приibl. на 50 % больше 10 мкм.

Нагрев транспортного желоба после нанесения составов является источником летучих продуктов разложения, которые также выбрасываются при нагреве материала для закрытия летки. Продукты разложения из смолы представляют собой полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и ароматические соединения, содержащие бензин. Точное содержание бензина не установлено. В общем и целом те же продукты появляются при нагреве угля. Тем не менее, количество используемого угля настолько мало, что этими выбросами можно пренебречь.

2.3.3 Печи по производству стали

Мартеновская печь

Технологические выбросы мартеновской печи состоят из частиц и тяжелых металлов. Кроме того, выделяются такие основные загрязняющие вещества, как NO_x, CO и SO_x, однако, считается, что они как правило являются результатом процесса горения и следовательно рассмотрены в главе 1.А.2.а.

В мартеновской печи появление пыли зависит от трех основных технологических процессов - горение, механическое воздействие атмосферы печи и загруженного материала, а также химических процессов. Поток газов в рабочей камере печи ведет к уносу мелких частиц загруженного материала при начальном процессе нагрева и при процессе очистки. Химические процессы, активно протекающие в жидком металле, увеличивают процесс выделения пыли в печные газы. Особенно в процессе интенсивной очистки поднимающиеся пузырьки CO выбрасывают частицы на поверхность расплава, которые впоследствии уносятся печными газами, тем самым увеличивая количество пыли. Введение рудных материалов в печь, а также доломита и известняка влияет на образование шлака и ведет к увеличению пыли в печном газе. Более того, значительное увеличение пыли в печном газе наблюдается при использовании кислорода в целях интенсификации горения и процессов очистки.

В ходе технологического процесса концентрация пыли в печном газе изменяется. Более того, концентрация в определенные периоды зависит всецело от целого ряда факторов, из которых наиболее важными являются следующие:

- тип загружаемого материала;
- тип применяемого технологического процесса;
- техническое состояние печи;
- тип топлива;
- использование кислорода при плавке и очистке.

Количество и температура печных газов зависит также от многих факторов, включая: мощность печи, тип топлива, тип футеровки крыши, исполнение печи (стационарная или наклонная), тип куполов и техническое состояние печи. Содержание SO₂ в печном газе относительно невелико, даже в случае использования мазута в качестве топлива.

Основная сталеплавильная печь с подачей кислорода

В доменной печи с подачей кислорода сокращение первичной пыли, наряду с CO и CO₂, ведет к образованию главным образом выбросов пыли. Когда конвертер оснащается огнеупорным покрытием, данное покрытие должно предварительно прогреться, в результате чего выделяются ПАУ, содержащие ароматические углеводороды. Количество ПАУ обычно ниже предела определения метода измерения. В этой пыли содержится небольшое количество ЧУ и тяжелые металлы. Сокращение вторичной пыли ведет к образованию пыли с более высоким содержанием тяжелого металла по сравнению с первичной пылью. То же относится к выбросам необработанной пыли из системы вентиляции через крышу. Основная часть выбросов пыли состоит из частиц с размером менее 10 мкм. Для пыли, которая попадает в атмосферу через крышу, более 50 %.

Топливо потребляется для предварительного нагрева и сушки конверторов после замены футеровки и ремонта. Такой расход тепла приходится на ок. 0,051 ГДж/Мг стали. Потребление электричества оценивается в 23 кВтч/Мг стали или 0,08 ГДж/Мг стали. Данная цифра включает производство кислорода и работу конвертеров. Технологический газ из конвертера включает большое количество СО и обладает высокой температурой. Когда происходит рекуперация энергии газа ОПКП (рекуперация отходящего тепла и/или улавливание газа ОПКП), ОПКП становится самостоятельным производителем энергии. В современных установках рекуперация энергии может достигать 0,7 ГДж/Мг стали (Европейская комиссия, 2001).

Электродуговая печь

В установке с электродуговой печью кроме монооксида углерода и диоксида углерода пыль является главным выбросом. Шестидесят процентов частиц пыли имеют размер меньше 10 мкм. Из-за использования загрязненного скрапа пыль содержит тяжелые металлы, среди них свинец и цинк. Также присутствуют медь, хром, никель, мышьяк, кадмий и ртуть (Hg). Производятся выбросы небольшого количества ЧУ, гексахлорбензола, диоксинов и фуранов. Выброс ЧУ относится к выбросам ТЧ_{2,5}. Выброс ПАУ зависит от используемого материала покрытия, например, в Нидерландах выбросы ПАУ отсутствуют, так как в покрытии нет смол.

Общее потребление энергии на входе для данного технологического процесса между 2300 и 2700 МДж на Мг произведенной стали, из которых 1250–1800 МДж/Мг приходится на электроэнергию. Затраты кислорода 24–47 М³/Мг стали (Европейская комиссия, 2001).

Прокатные станы

Горячая прокатка слябов и неплоских изделий (биллетов) выделяет выбросы углеводородов из смазочных масел. Предварительный подогрев материала и отжиг после прокатки производит выбросы оксидов азота и монооксида углерода. Когда используется летучее галогенированное органическое соединение (ЛГОС), также выделяется некоторое количество диоксида серы. Травление до холодной прокатки приводит к образованию выбросов соляной кислоты. Холодная прокатка является источником выбросов углеводородов и продуктов разложения смазочного масла. Постепенный нагрев и охлаждение производят выбросы оксидов азота и монооксида углерода. Защитный газ содержит полициклические ароматические углеводороды.

В общем, можно сказать, что выбросы с прокатных станов незначительны по сравнению с другими выбросами сталелитейного завода с полным циклом. Следовательно, прокатные станы не рассматриваются как отдельный источник в факторах выбросов Уровня 1 и Уровня 2. Некоторая информация представлена в разделе Уровня 3.

2.4 Средства регулирования

2.4.1 Агломерационные установки

Имеется ограниченная информация о специальных мерах по управлению газообразными выбросами. Установка десульфации работает на немецком заводе (Lüngen and Theobald, 1991). Меры по снижению SO₂ и NO_x принимаются на заводах в Японии (Bothe, 1993).

Меры по снижению выбросов обращены к выбросам пыли. В общем, снижение выброса пыли также ведет к снижению выбросов тех соединений, которые связаны с частицами. Выбросы из воздухоудовки агломерационной ленты обычно устраняются в циклонных очистительных установках, за которыми следует влажный или сухой электрофильтр (ЭФ), высоконапорный скруббер мокрой очистки или

тканевый фильтр. Выбросы дробильной установки и грохота горячей фазы обычно улавливаются системой вытяжных зонтов, а также тканевым фильтром или скруббером. Как правило, используются электрофильтры сухого газа горизонтального монтажа. Однако, в агломерационные установки могут быть установлены менее эффективные устройства механического улавливания пыли (например, батареи циклонов) в качестве защиты рабочего колеса воздухоудувки, а не для защиты окружающей среды. Как сообщается, некоторые агломерационные установки, расположенные в странах СНГ, имеют только эту технологию сокращения выбросов низкого уровня, другие же оснащены скрубберами Вентури (Kakareka, 2008).

Поскольку МОМ был признан источником диоксинов и фуранов, некоторые агломерационные установки были оснащены специальными технологиями по сокращению выбросов (например, «тонкодисперсная воздушная система» в Австрии или нагнетание активированного древесного угля или мартеновского угля вместе с тканевыми фильтром) или усовершенствованными пылеочистными установками, как например, «ЭФПЭ», который представляет собой ЭФ с вращающимся электродом (Theobald, 1995).

2.4.2 Доменная печь для производства чугуна

Для снижения выброса основных материалов при загрузке на верхнюю часть плавильной печи защитное устройство, использующее пар. Это устройство заряжается после выравнивания давления. Применяются различные исполнения этих устройств. Герметичная система загрузки может быть купольного исполнения или безкупольного. В дополнение, могут устанавливаться системы улавливания газа над печью и в месте соединения с системой очистки доменного газа для очистки выбросов (Европейская комиссия, 2001).

Желоб, скиммер и транспортные желоба как правило закрыты. Пыль и продукты распада извлекаются и проходят через тканевые фильтры до выброса в воздушный бассейн. Та часть, которая не уловилась, проходит через крышу. Данный вид выброса не сокращается. Общее количество выбросов, выходящих через крышу, составляет ок. 40 % общего количества выбросов.

Из продуктов распада смолы и угля тканевыми фильтрами улавливается только конденсируемая часть выбросов ПАУ.

2.4.3 Печи по производству стали

При очистке печных газов из мартеновских печей эффективность пылеулавливающих установок не должна быть менее 99 %. Поэтому мокрые скрубберы, электрофильтры или тканевые фильтры используются для улавливания пыли из печного газа. Скрубберы мокрой очистки были самыми ранними разработками, которые применялись для улавливания пыли печного газа из мартеновских печей. Они обычно состоят из двух элементов: блок коагуляции (слипания) пыли и основной блок улавливания конгломератов пыли. Системы улавливания пыли, которые чаще всего используются в мартеновских печах, - это электрофильтры. Их КПД очень высок и обычно превышает 99 %. Только в некоторых случаях наблюдается более низкий КПД (т.е. 94–98 %). Однако, устаревшее оборудование имеет низкий КПД очистки ок. 85 %.

Для очистки доменного газа в двухванных печах применяются системы очистки мокрого и сухого типа. Более широко используются системы сухого типа - газы охлаждаются и очищаются сначала в котле-утилизаторе и скруббере, а затем в электрофильтре (Kakareka *et al.*, 1998). Не так давно для очистки печного газа мартеновских печей стали применяться тканевые фильтры. Такое оборудование имеет КПД 99 % или даже выше вне зависимости от содержания пыли печного газа. Тем не менее это оборудование требует особенно точного проектирования и тщательного выбора технических параметров.

Что касается основной печи с подачей кислорода, то меры по улавливанию первичной пыли включают охладитель пара для отделения крупных фракций пыли и газопромыватель для улавливания мелких фракций пыли. Оборудованием для улавливания вторичной пыли обычно является тканевый фильтр.

В электродуговой печи сокращение выбросов может происходить за счет изменения технологического процесса, а также оборудования по сокращению выбросов. Изменения в условиях эксплуатации или конструкции печи могут вести к снижению производимой пыли. Использование «системы дожигания» сокращает количество производимого СО. Использование оборудования для улавливания выделяемых частиц, например, тканевый фильтр или электрофильтр (ЭФ), снижает количество выбрасываемой пыли. Летучие выбросы могут быть снижены путем установки печи в выгородку и использования оборудования по сокращению выбросов для очистки выходящего газа из выгородки. В Таблице 2.3. приведены значения КПД некоторых технологий по сокращению выбросов.

Таблица 2.3 Технологии сокращения выбросов и их КПД для сталелитейных заводов с электродуговой печью полного цикла (с учетом поддержания чистоты и порядка)

Технология сокращения выбросов	КПД ^(а) (%)
Тканевый фильтр	95
Электрофильтры (ЭФ)	>95
Выгородка, зонты и тканевый фильтр	>99.5
Волокнистый фильтр и дожигание	>95

^(а) Для снижения ТЧ (и для большинства ВЧ, но не для As и Hg)

На прокатных станах удаление соляной кислоты после травления производится в башне мокрой очистки газа. Пары углеводорода при прокатке улавливаются канальными фильтрами. Производственный газ, содержащий ПАУ, может сжигаться в дожигателях.

3 Методы

3.1 Выбор метода

На Рисунке 3.1. представлена схема выбора методов для оценки технологических выбросов с завода с полным металлургическим циклом. Данное дерево решений применяется для всех технологических процессов в данном секторе. Основная идея дерева решений заключается в следующем:

- При наличии подробной информации использовать ее как можно больше.
- Если категория источников является ключевой категорией, то для оценки выбросов должен использоваться метод уровня 2 или 3. Данное состояние определяется по дереву решений Рисунка 3.1. Кроме того, при наличии специальных условий сокращения выбросов метода уровня 1 недостаточно, и должен использоваться метод уровня 2 или 3.
- Метод уровня 3 в основном включает две возможности: использование детального технологического моделирования или использование рабочих данных.

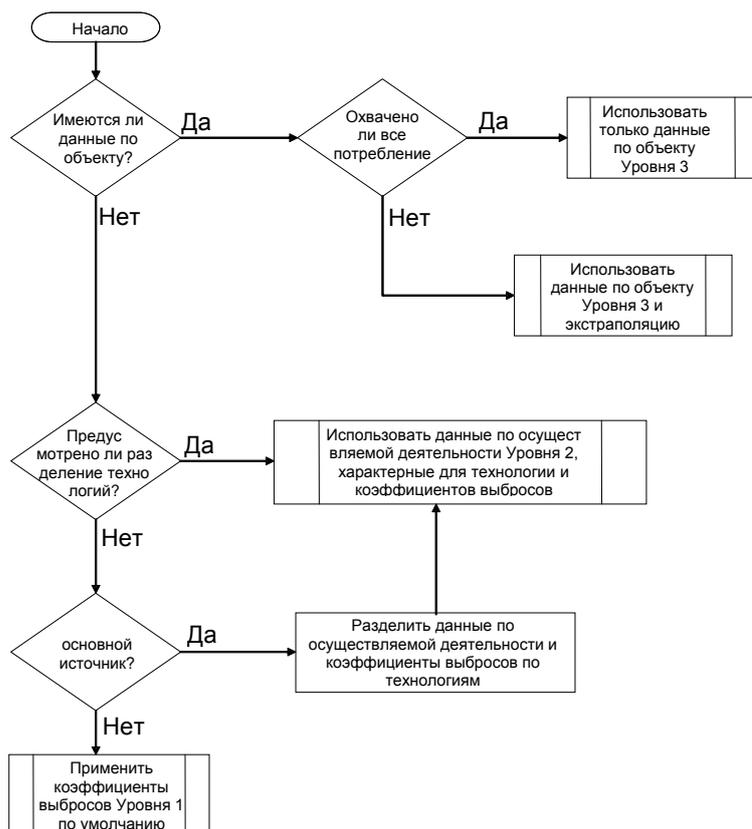


Рисунок 3.1 Дерево решений для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали

3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

3.2.1 Алгоритм

Подход уровня 1 для технологических выбросов с завода с полным металлургическим циклом использует уравнение общего вида:

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

где:

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

$AR_{\text{производство}}$ = скорость производства железа и стали

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

Данное уравнение применяется на национальном уровне с использованием годового значения общего национального производства. Информация по производству стали, необходимая для оценки выбросов с использованием упрощенной методики оценивания (Уровень 1 и 2), находится в ежегодниках статистики Объединенных наций или национальных статистических ресурсах.

Факторы выбросов уровня 1 предусматривают наличие средней или типовой технологии и осуществление мер по сокращению выбросов в стране и включают различные технологические подпроцессы, которые имеют место быть на заводе с полным металлургическим циклом. А именно:

- производство стали;
- производство чугуна;
- производство агломерата.

Если эти подпроцессы не совмещены на одном заводе, метод уровня 1 не может быть использован. В этом случае хорошей практикой является использование метода уровня 2. При подходе уровня 2 эти подпроцессы рассматриваются индивидуально. Также учитываются специфические технологии.

Далее, в подходе уровня 1 предполагается, что выбросы NO_x , SO_x и CO выделяются главным образом из процесса горения. Эти выбросы учитываются в категории источников 1.А.2.а.

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

3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

В подходе уровня 1 требуются коэффициенты выбросов для всех имеющих к этому отношение загрязняющих веществ на заводе с полным металлургическим циклом (который включает производство агломерата или окатышей, производство чугуна и стали). Коэффициенты выбросов включают все виды деятельности, которые протекают на предприятии. Они выражены на массу жидкой стали, которая отгружается с предприятия. Коэффициенты выбросов, которые представлены в Таблице 3.1 ниже, получены из всех доступных материалов, принимая во внимание результаты оценки коэффициентов выбросов, которые включены в предыдущие версии Руководства, а также более новых информационных источников - Наилучший имеющийся справочный документ BREF по методам производства железа и стали (Европейская комиссия, 2001). Для получения коэффициентов выбросов уровня 1 для завода с полным металлургическим циклом приняты следующие коэффициенты пересчета (Европейская комиссия, 2001):

- на каждый кг произведенного чугуна приходится 1.16 кг агломерата;
- на каждый кг произведенной стали приходится 0.94 кг чугуна;

Использовалась вся необходимая информация из справочного документа BREF, однако информации из данного документа недостаточно для завершения таблицы коэффициентов выбросов по умолчанию уровня 1. Дополнительная информация взята из исследования «Оценка готовности платить за снижение рисков влияния тяжелых металлов и анализ рентабельности для снижения тяжелых металлов в Европе» (ESPREME) (Theloke et al., 2008), в котором представлены выбросы от EU-27, Албании, Беларуси, Хорватии, Исландии, Македонии, Молдовы, Норвегии, европейской части России, Сербии и Черногории, Швейцарии и Украины, из исследования Общеευропейского регистра по выбросам частиц (SERMEIP) (Visschedijk et al., 2004), а также из предыдущей версии Руководства (Руководство, 2006), в котором не было других данных. Коэффициенты выбросов для ЧУ для производства железа и стали берутся из АОС США, база данных SPECIATE, версия 4.3 (АОС США, 2011). КВ для ЧУ относятся к выбросам $\text{TC}_{2.5}$.

Таблица 3.1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	150	г/мг стали	55	440	European Commission (2001)
ОКВЧ	300	г/мг стали	90	1 300	European Commission (2001)
ТЧ10	180	г/мг стали	60	700	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	140	г/мг стали	40	500	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.36	% ТЧ _{2,5}	0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	4.6	г/мг стали	0.5	46	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
Cd	0.02	г/мг стали	0.003	0.1	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
Hg	0.1	г/мг стали	0.02	0.5	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
As	0.4	г/мг стали	0.08	2	Theloke et al. (2008)
Cr	4.5	г/мг стали	0.5	45	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
Cu	0.07	г/мг стали	0.01	0.3	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
Ni	0.14	г/мг стали	0.1	1.1	European Commission (2001), Theloke et al. (2008)
Se	0.02	г/мг стали	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	4	г/мг стали	0.4	43	European Commission (2001), Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	3.0	мкг I-TEQ/мг стали	0.04	6.0	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.48	г/мг стали	0.009	0.97	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мг/мг стали	0.003	0.3	Guidebook (2006)

3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Данные по производству агломерата, чугуна и стали, подходящие для оценки выбросов с помощью простой методологии оценивания (уровень 1), взяты из статистических ежегодников Объединенных наций или национальных ресурсов статистики.

Прочие данные взяты из Методических указаний о составлении национальных инвентаризаций выбросов парниковых газов (IPCC, 2006), том 3 по промышленным технологическим процессам и использованию продукции (IPPU), подраздел 4.2.2.4, 'Выбор данных деятельности'.

3.3 Технологический подход Уровня 2

3.3.1 Алгоритм

Для применения подхода уровня 2 при производстве железа и стали заводы с полным металлургическим циклом, которые рассматриваются в разделе уровня 1, разделяются на три отдельных процесса (или четыре, в зависимости от того, разделяется ли производство чугуна на два технологических процесса, или рассматривается как единый процесс):

- производство агломерата (или окатывание);

- производство чугуна, включая:
 - загрузка доменной печи;
 - выпуск чугуна
- производство стали.

В данном разделе приводятся коэффициенты выбросов по умолчанию для использования отдельно для агломерационных, чугунолитейных или сталелитейных установок, когда неизвестна применяемая технология.

Далее, в настоящем разделе рассматриваются различные методы, которые имеют место быть и при производстве чугуна, и при производстве стали, при схожем подходе. Для использования технологического подхода уровня 2 необходимо классифицировать данные по деятельности и коэффициенты выбросов с учетом различных методов, которые могут использоваться на территории страны. В производстве железа и стали выделяют три различных метода производства стали (последний технологический процесс на заводе с полным металлургическим циклом), в порядке уменьшения по важности:

- основная печь с подачей кислорода;
- электродуговая печь
- мартеновская печь

Для использования подхода уровня 2 к различным технологическим процессам при производстве железа и стали этот подход может быть следующим:

Классифицировать производство железа и стали в стране для моделирования различной продукции и типов технологических процессов, которые имеют место быть в национальной железообрабатывающей и сталелитейной промышленности с включением в инвентарный регистр путем:

- определения производства, использующее каждый отдельно взятый продукт и/или тип технологического процесса (вместе называемые 'технологии' в формуле ниже); и
- использования коэффициента выбросов в зависимости от технологии для каждого типа технологического процесса:

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

где:

$AR_{\text{производство, технология}}$ = производительность с категорией источников с использованием конкретной технологии

$EF_{\text{технология, загрязнитель}}$ = коэффициент выбросов для данной технологии и данного загрязняющего вещества

Применяя подход уровня 2, признается хорошей практикой выполнять классификацию по технологии для каждого технологического процесса (агломерация, производство чугуна и стали) в отдельности. Для подсчета общего количества выбросов для данной категории источников просто добавляются выбросы из агломерации, производства чугуна и стали.

Страна, в которой внедрена только одна технология, получит коэффициент проницаемости, равный 100 %. Алгоритм снижается до:

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

где:

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

$AR_{\text{производство}}$ = производительность технологического процесса

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

В этом случае коэффициенты выбросов все равно будут включать все подпроцессы в рамках либо агломерации, либо производства чугуна, либо производства стали.

3.3.2 Коэффициенты технологические выбросов

Используя подход уровня 2 для технологических выбросов от производства агломерата, железа и стали, требуются коэффициенты технологических выбросов. Эти коэффициенты приводятся в данном разделе. Так называемый документ BREF (Европейская комиссия, 2001, 2012) по данной отрасли промышленности находится по адресу [http:// eippcb.jrc.es/reference /](http://eippcb.jrc.es/reference/). В разделе 4.3.1 приводятся для сравнения коэффициенты выбросов, полученные из предельных значений выбросов (ПЗВ), указанные в документе BREF.

Коэффициенты в документах BREF в большинстве своем даны как ряды. Ряд толкуется как доверительный интервал 95 %, в то время как среднее геометрическое значение этого ряда выбирается в качестве значения для коэффициента выбросов в таблицах, приведенных ниже.

В данном подразделе приводятся технологические коэффициенты выбросов для различных технологий в различных технологических процессах производства железа и стали, как указано в подразделе 3.3.1 настоящей категории источников.

Этот подраздел в некоторой степени отличается от разделов уровня 2 других глав. Коэффициенты выбросов уровня 2 указаны для различных технологических процессов, которые были ранее определены при производстве железа и стали.

Коэффициенты выбросов взяты из различных источников в порядке уменьшения по предпочтению:

- Документ BREF для производства железа и стали;
- исследование ESPREME по коэффициентам выбросов тяжелых металлов (Theloke *et al.*, 2008) и исследование CEPMEIP по коэффициентам выбросов частиц (Visschedijk, 2004);
- ранняя версия Руководства;
- экспертное заключение.

По производству чугуна и стали ниже приведены коэффициенты технологических выбросов. Коэффициенты выбросов уровня 2 также включают транспортировку горячего железа по заводу.

Необходимо помнить о том, что по всей видимости существуют некоторые несоответствия в данных из документов BREF по коэффициентам выбросов частиц и тяжелых металлов, а также из проекта ESPREME (Theloke *et al.*, 2008). Это может привести к некоторым несоответствиям между определенными коэффициентами выбросов уровня 1 и 2 или между относительными значениями интенсивности выбросов по различным загрязняющим веществам различных технологий.

3.3.2.1 Производство агломерата или окатышей

Типовые технологии

Таблицы, которые приводятся ниже, содержат коэффициенты выбросов по умолчанию, которые могут использоваться для оценки выбросов при производстве агломерата и окатышей. Эти коэффициенты выбросов применимы для 'типовой' агломерационной установки и установки окатышания, в которых реализована конкретная известная технология.

Предполагается, что выбросы NO_x, SO₂ и CO главным образом являются результатом горения топлив; правила по оцениванию этих выбросов приводятся в главе 1.А.2.а. Оценивание всех остальных выбросов выполняется в настоящей главе.

Таблица 3.2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040209	Производство агломерата и окатышей (кроме комб. 03.03.01)			
Технологии/Методики	Производство агломерата				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, SO _x , NH ₃ , Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	138	г/мг произв. агломерата	50	400	European Commission (2001)
ОКВЧ	200	г/мг произв. агломерата	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	100	г/мг произв. агломерата	80	130	Vischedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	80	г/мг произв. агломерата	70	110	Vischedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.17	% ТЧ _{2,5}	0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	3.5	г/мг произв. агломерата	1.8	5.4	Theloke et al. (2008)
Cd	0.004	г/мг произв. агломерата	0.002	0.005	Theloke et al. (2008)
Hg	0.049	г/мг произв. агломерата	0.016	0.15	European Commission (2001)
As	0.018	г/мг произв. агломерата	0.0089	0.027	Theloke et al. (2008)
Cr	0.016	г/мг произв. агломерата	0.005	0.05	European Commission (2001)
Cu	0.033	г/мг произв. агломерата	0.007	0.16	European Commission (2001)
Ni	0.09	г/мг произв. агломерата	0.05	0.16	Theloke et al. (2008)
Se	0.02	г/мг произв. агломерата	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	0.06	г/мг произв. агломерата	0.002	1.8	European Commission (2001)
ПХБ	0.09	мг/мг произв. агломерата	0.025	0.18	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	8.0	мкг I-TEQ/мг агломерата	0.2	16	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.30	г/мг произв. агломерата	0,0002	0.59	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мг/мг произв. агломерата	0.003	0.3	Guidebook (2006)

Таблица 3.3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство окатышей

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040209	Производство агломерата и окатышей (кроме комб. 03.03.01)			
Технологии/Методики	Производство окатышей				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сd)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	14	г/мг окатышей	5	40	European Commission (2001)
ОКВЧ	50	г/мг окатышей	20	130	European Commission (2001)
ТЧ10	25	г/мг окатышей	10	70	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	20	г/мг окатышей	8	50	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.17	% ТЧ _{2,5}	0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	20	мг/мг окатышей	3	130	European Commission (2001)
Cd	0.1	мг/мг окатышей	0.02	0.4	European Commission (2001)
Hg	0.2	мг/мг окатышей	0.1	0.4	European Commission (2001)
As	0.018	г/мг окатышей	0.0089	0.027	Theloke et al. (2008)
Cr	2.1	мг/мг окатышей	1	4.4	European Commission (2001)
Cu	3.6	мг/мг окатышей	1.7	7.5	European Commission (2001)
Ni	11	мг/мг окатышей	5	25	European Commission (2001)
Se	0.02	г/мг окатышей	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	16	мг/мг окатышей	2.4	110	European Commission (2001)
ПХБ	0.09	мг/мг окатышей	0.025	0.18	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.10	мкг I-TEQ/мг окатышей	0.008	0.20	European Commission (2012)
Total 4 ПАУ s	0.0009	г/мг окатышей	0.0007	0.0011	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мкг/мг окатышей	0.003	0.3	Guidebook (2006)

Специальные технологии

В приведенных ниже таблицах 3.4–3.7 указанные технологические коэффициенты выбросов при технологическом процессе агломерации. Данные взяты из исследования ESPREME. Для загрязняющих веществ, которые не рассматриваются в ESPREME, использовались коэффициенты выбросов из Таблицы 3.2.

Таблица 3.4 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата, которые регулируются мокрой десульфуризацией доменного газа (МДДГ)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	030301	Производство агломерата и окатышей			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	МДДГ (высокого уровня)				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сd)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	138	г/мг произв. агломерата	50	400	European Commission (2001)
ОКВЧ	200	г/мг произв. агломерата	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	100	г/мг произв. агломерата	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on

ТЧ2,5	80	г/мг произв. агломерата	70	110	TSP Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.17	% ТЧ2,5	0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	0.99	г/мг произв. агломерата	0.5	1.5	Theloke et al. (2008)
Cd	0.0011	г/мг произв. агломерата	0.0005	0.0015	Theloke et al. (2008)
Hg	0.018	г/мг произв. агломерата	0.012	0.036	Theloke et al. (2008)
As	0.005	г/мг произв. агломерата	0.0025	0.0075	Theloke et al. (2008)
Cr	0.13	г/мг произв. агломерата	0.05	0.2	Theloke et al. (2008)
Cu	0.03	г/мг произв. агломерата	0.007	0.2	European Commission (2001)
Ni	0.025	г/мг произв. агломерата	0.015	0.045	Theloke et al. (2008)
Se	0.02	г/мг произв. агломерата	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	0.06	г/мг произв. агломерата	0.002	1.8	European Commission (2001)
ПХБ	0.09	г/мг произв. агломерата	0.025	0.18	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	8.0	мкг I-TEQ /мг произв. агломерата	0.2	16	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.30	г/мг произв. агломерата	0,0002	0.59	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мг/мг произв. агломерата	0.003	0.3	Guidebook (2006)

Таблица 3.5 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата, которые регулируются углеродинжекционным методом и тканевым фильтром

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	030301	Производство агломерата и окатышей			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	регулируются углеродинжекционным методом и тканевым фильтром				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сd)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	138	г/мг произв. агломерата	50	400	European Commission (2001)
ОКВЧ	200	г/мг произв. агломерата	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	100	г/мг произв. агломерата	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	80	г/мг произв. агломерата	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.17	%ТЧ2,5	0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	5.9	г/мг произв. агломерата	3	9	Theloke et al. (2008)
Cd	0.0066	г/мг произв. агломерата	0.003	0.009	Theloke et al. (2008)
Hg	0.006	г/мг произв. агломерата	0.004	0.012	Theloke et al. (2008)
As	0.03	г/мг произв. агломерата	0.015	0.045	Theloke et al. (2008)
Cr	0.78	г/мг произв. агломерата	0.4	2	Theloke et al. (2008)
Cu	0.03	г/мг произв. агломерата	0.007	0.2	European Commission (2001)
Ni	0.15	г/мг произв. агломерата	0.09	0.27	Theloke et al. (2008)
Se	0.02	г/мг произв. агломерата	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	0.06	г/мг произв. агломерата	0.002	1.8	European Commission (2001)
ПХБ	0.09	г/мг произв. агломерата	0.025	0.18	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	8.0	мкг I-TEQ /мг произв. агломерата	0.2	16	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.30	г/мг произв. агломерата	0,0002	0.59	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мг/мг произв. агломерата	0.003	0.3	Guidebook (2006)

Таблица 3.6 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата, которые регулируются процессом одновременного управления SO₂, NO_x и Hg (SIC)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	030301	Производство агломерата и окатышей			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	регулируются процессом одновременного управления of SO ₂ , NO _x и Hg (SIC)				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, SO _x , NH ₃ , Hg, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сd)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	138	г/мг произв. агломерата	50	400	European Commission (2001)
ОКВЧ	200	г/мг произв. агломерата	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	100	г/мг произв. агломерата	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	80	г/мг произв. агломерата	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.17	%ТЧ2,5	0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	12	г/мг произв. агломерата	6	18	Theloke et al. (2008)
Cd	0.013	г/мг произв. агломерата	0.006	0.018	Theloke et al. (2008)
As	0	г/мг произв. агломерата	0	0	Theloke et al. (2008)
Cr	0.06	г/мг произв. агломерата	0.03	0.09	Theloke et al. (2008)
Cu	1.6	г/мг произв. агломерата	1	3	Theloke et al. (2008)
Ni	0.03	г/мг произв. агломерата	0.007	0.2	European Commission (2001)
Se	0.3	г/мг произв. агломерата	0.18	0.54	Theloke et al. (2008)
Zn	0.02	г/мг произв. агломерата	0.002	0.2	Guidebook (2006)
ПХБ	0.06	мг/мг произв. агломерата	0.002	1.8	European Comission (2001)
ПХДД/Ф	0.09	мкг I-TEQ /мг произв. агломерата	0.025	0.18	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	8.0	г/мг произв. агломерата	0.2	16	European Commission (2012)
ГХБ	0.30	мг/мг произв. агломерата	0,0002	0.59	European Commission (2012)

Таблица 3.7 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата, которые регулируются сухими ЭФ

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	030301	Производство агломерата и окатышей			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Сухой ЭФ				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, SO _x , NH ₃ , Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NMVOС	138	г/мг произв. агломерата	50	400	European Commission (2001)
ОКВЧ	200	г/мг произв. агломерата	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	100	г/мг произв. агломерата	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5		г/мг произв. агломерата			
ЧУ	0.17		0.09	0.34	US EPA (2011, file no.: 91139)
Pb	0.0099	г/мг произв. агломерата	0.005	0.015	Theloke et al. (2008)
Cd	0.000011	г/мг произв. агломерата	0.000005	0.000015	Theloke et al. (2008)
Hg	0.009	г/мг произв. агломерата	0.006	0.018	Theloke et al. (2008)
As	0.00005	г/мг произв. агломерата	0.000025	0.000075	Theloke et al. (2008)
Cr	0.0013	г/мг произв. агломерата	0.0005	0.002	Theloke et al. (2008)
Cu	0.03	г/мг произв. агломерата	0.007	0.2	European Commission (2001)
Ni	0.00025	г/мг произв. агломерата	0.00015	0.00045	Theloke et al. (2008)
Se	0.02	г/мг произв. агломерата	0.002	0.2	Guidebook (2006)
Zn	0.06	г/мг произв. агломерата	0.002	1.8	European Commission (2001)
ПХБ	0.09	мг/мг произв. агломерата	0.025	0.18	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	8.0	мкг I-TEQ /мг произв. агломерата	0.2	16	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.30	г/мг произв. агломерата	0,0002	0.59	European Commission (2012)
ГХБ	0.03	мг/мг произв. агломерата	0.003	0.3	Guidebook (2006)

3.3.2.2 Производство чугуна

Типовые технологии

В Таблице 3.8. приводятся коэффициенты выбросов для производства чугуна, для технологического процесса полного цикла от загрузки доменной печи до выпуска чугуна.

Предполагается, что все выбросы NO_x, SO_x и CO являются результатом горения в доменной печи; эти выбросы включены в категорию источников 1.А.2.а. Коэффициенты выбросов предполагают «средний» уровень мер по сокращению выбросов (см. Таблица 3.24).

Таблица 3.8 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, NMVOC, SOx, NH3, Cd, As, 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	50	г/мг произв. доменного чугуна	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	40	г/мг произв. доменного чугуна	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	25	г/мг произв. доменного чугуна	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	2.4	%ТЧ2,5	0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)
Pb	0.0006	г/мг произв. доменного чугуна	0.0003	0.0009	Theloke et al. (2008)
Hg	0.0001	г/мг произв. доменного чугуна	0.00007	0.0002	Theloke et al. (2008)
Cr	0.0003	г/мг произв. доменного чугуна	0.00015	0.0005	Theloke et al. (2008)
Cu	0.015	г/мг произв. доменного чугуна	0.0015	0.15	Guidebook (2006)
Zn	0.073	г/мг произв. доменного чугуна	0.0073	0.73	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг первичного чугуна	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.002	мкг I-TEQ/мг домен. чугуна	0.001	0.004	European Commission (2001)
Все 4 ПАУ	2.5	г/мг произв. доменного чугуна	0.25	25	Guidebook (2006)

Специальные технологии

В приведенных ниже таблицах 3.9–3.12 указанные технологические коэффициенты выбросов при производстве чугуна. Все данные взяты из результатов исследования ESPREME, все прочие (релевантные) загрязняющие вещества, не рассматриваемые в исследовании ESPREME, включены в группу «не оцениваемые» (NE/НО).

Таблица 3.9 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна, рекуперация тепла

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Код	Название				
Категория источника НО	2.С.1 Производство железа и стали				
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Рекуперация тепла				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, NMVOC, SOx, NH3, 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	50	г/мг произв. домен.чугуна	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	40	г/мг произв. домен.чугуна	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	25	г/мг произв. домен.чугуна	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	2.4	%ТЧ2,5	0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)
Pb	0.0114	г/мг произв. домен.чугуна	0.0057	0.017	Theloke et al. (2008)
Cd	0.000018	г/мг произв. домен.чугуна	0.0000095	0.000029	Theloke et al. (2008)
Hg	0.00019	г/мг произв. домен.чугуна	0.000095	0.00029	Theloke et al. (2008)
As	0.00057	г/мг произв. домен.чугуна	0.00029	0.00086	Theloke et al. (2008)
Cr	0.0057	г/мг произв. домен.чугуна	0.0029	0.0086	Theloke et al. (2008)
Cu	0.015	г/мг произв. домен.чугуна	0.0015	0.15	Guidebook (2006)
Zn	0.073	г/мг произв. домен.чугуна	0.0073	0.73	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг первичного чугуна	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.002	мкг I-TEQ/мг домен. чугуна	0.001	0.004	European Commission (2001)
Все 4 ПАУ	2.5	г/мг произв. домен.чугуна	0.25	25	Guidebook (2006)

Таблица 3.10 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна, снижаемых сухим ЭФ

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Код	Название				
Категория источника НО	2.С.1 Производство железа и стали				
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Сухой ЭФ				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	50	г/мг произв. домен.чугуна	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	40	г/мг произв. домен.чугуна	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	25	г/мг произв. домен.чугуна	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	2.4		0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)
Pb	0.000006	г/мг произв. домен.чугуна	0.000003	0.000009	Theloke et al. (2008)
Cd	1.0E-8	г/мг произв. домен.чугуна	5.0E-9	1.5E-8	Theloke et al. (2008)
Hg	0.000056	г/мг произв. домен.чугуна	0.000028	0.000084	Theloke et al. (2008)
As	0.0000003	г/мг произв. домен.чугунаа	1.5E-7	4.5E-7	Theloke et al. (2008)
Cr	0.000003	г/мг произв. домен.чугуна	0.0000015	0.000006	Theloke et al. (2008)

Cu	0.015	г/мг произв. домен.чугуна	0.0015	0.15	Guidebook (2006)
Zn	0.073	г/мг произв. домен.чугуна	0.0073	0.73	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг произв. домен.чугуна	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.002	мкг I-TEQ/мг домен.чугуна	0.001	0.004	European Commission (2001)
Все 4 ПАУ	2.5	г/мг произв. домен.чугуна	0.25	25	Guidebook (2006)

Таблица 3.11 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна, снижаемых тканевым фильтром

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Тканевый фильтр средней пропускной способности				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	50	г/мг произв. домен.чугуна	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	40	г/мг произв. домен.чугуна	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	25	г/мг произв. домен.чугуна	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	2.4		0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)
Pb	0.00049	г/мг произв. домен.чугуна	0.00024	0.00073	Theloke et al. (2008)
Cd	8.1E-7	г/мг произв. домен.чугуна	4.1E-7	1.2E-6	Theloke et al. (2008)
Hg	0.00019	г/мг произв. домен.чугуна	0.000095	0.00029	Theloke et al. (2008)
As	0.000024	г/мг произв. домен.чугуна	0.000012	0.000037	Theloke et al. (2008)
Cr	0.00024	г/мг произв. домен.чугуна	0.00012	0.00037	Theloke et al. (2008)
Cu	0.015	г/мг произв. домен.чугуна	0.0015	0.15	Guidebook (2006)
Zn	0.073	г/мг произв. домен.чугуна	0.0073	0.73	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг произв. домен.чугуна	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.002	мкг I-TEQ/мг домен.чугуна	0.001	0.004	European Commission (2001)
Все 4 ПАУ	2.5	г/мг произв. домен.чугуна	0.25	25	Guidebook (2006)

Таблица 3.12 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна, снижаемых ВС (среда)

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	ВС (Среда)				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	50	г/мг произв. домен.чугуна	160	260	European Commission (2001)
ТЧ10	40	г/мг произв. домен.чугуна	80	130	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	25	г/мг произв. домен.чугуна	70	110	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	2.4	%ТЧ2,5	0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)

Pb	0.00072	г/мг произв. домен.чугуна	0.00036	0.0011	Theloke et al. (2008)
Cd	0.0000012	г/мг произв. домен.чугуна	0.0000006	0.0000018	Theloke et al. (2008)
Hg	0.00018	г/мг произв. домен.чугуна	0.000092	0.00028	Theloke et al. (2008)
As	0.000036	г/мг произв. домен.чугуна	0.000018	0.000054	Theloke et al. (2008)
Cr	0.00036	г/мг произв. домен.чугуна	0.00018	0.00054	Theloke et al. (2008)
Cu	0.015	г/мг произв. домен.чугуна	0.0015	0.15	Guidebook (2006)
Zn	0.073	г/мг произв. домен.чугуна	0.0073	0.73	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/мг произв. домен.чугуна	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.002	мкг I-TEQ/мг домен.чугуна	0.001	0.004	European Commission (2001)
Все 4 ПАУ	2.5	г/мг произв. домен.чугуна	0.25	25	Guidebook (2006)

3.3.2.3 Производство стали

Типовые технологии

В данном подразделе приводятся коэффициенты выбросов уровня 2 для производства стали, для трех различных технологий, используемых на сталелитейных заводах. Если технология неизвестна, можно использовать коэффициенты выбросов для основной печи с подачей кислорода в качестве коэффициентов выбросов уровня 2 по умолчанию для производства стали. В Европе большинство сталелитейных заводов оснащены основными печами с подачей кислорода (Европейская комиссия, 2001).

Сталеплавильный завод с мартеновской печью

В Таблице 3.13 содержатся коэффициенты выбросов уровня 2 для сталеплавильного завода с мартеновской печью. Коэффициенты выбросов получены по результатам оценки всех доступных коэффициентов выбросов в более ранней версии Руководства. Эти коэффициенты были собраны из различных источников. Были рассчитаны взвешенные средние значения для получения полной картины, охватывающей как неконтролируемые, так и контролируемые мощности.

Предполагается, что выбросы NO_x, SO_x и CO из мартеновской печи являются результатом горения в доменной печи. Является хорошей практикой регистрировать эти выбросы в категории источников 1.А.2.а. См. таблицу 3-6 главы 1.А.2 Горение в обрабатывающей промышленности и Строительстве для поиска соответствующих коэффициентов выбросов горения.

Таблица 3.13 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, мартеновская печь

Коэффициенты выбросов уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040205	Сталеплавильный завод с мартеновской печью			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, НМЛОС, SO _x , NH ₃ , 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	
НМЛОС	20	г/Мг произв. стали	10	40	Fudala (1993)
ОКВЧ	1 000	г/Мг произв. стали	100	11 000	US EPA /1986)
ТЧ10	800	г/Мг произв. стали	70	8 800	US EPA /1986)
ТЧ2,5	600	г/Мг произв. стали	50	6 300	US EPA /1986)
ЧУ	2.4	%ТЧ2,5	0.09	0.34	Kupiainen & Klimont (2004)
Pb	300	г/Мг произв. стали	200	500	Theloke et al. (2008)
Cd	0.8	г/Мг произв. стали	0.5	1.5	Theloke et al. (2008)

As	30	г/Мг произв. стали	20	50	Theloke et al. (2008)
Cr	2.3	г/Мг произв. стали	1.5	3.8	Theloke et al. (2008)
Cu	0.3	г/Мг произв. стали	0.003	7.8	Wessely (1983), Kakareka (1998)
Ni	10	г/Мг произв. стали	8	15	Theloke et al. (2008)
Zn	8.1	г/Мг произв. стали	0.52	150	Wessely (1983), Kakareka (1998)
ПХДД/Ф	0.067	мкг I-TEQ/мг произв. стали	0.043	0.094	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.01	г/Мг произв. стали	0.005	0.02	European Commission (2012)

Сталеплавильный завод с основной печью с кислородной подачей

Что касается основной печи с кислородной подачей, в Таблице 3.14. содержатся соответствующие коэффициенты выбросов для тяжелых металлов и частиц. Что касается частиц, коэффициенты выбросов относятся к обычным установкам среднего срока службы с улавливанием первичной пыли в ЭФ, влажном скруббере, а также ограниченное улавливание выбросов в виде вторичной пыли. Коэффициенты выбросов, когда используются прочие технологии по сокращению выбросов, могут быть рассчитаны с помощью показателей эффективности мер по сокращению выбросов, как указано в Таблице 3.27.

Таблица 3.14 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, основная печь с подачей кислорода

Коэффициенты выбросов уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040206	Сталеплавильный завод с основной печью с кислородной подачей			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	НМЛОС, SOx, NH3, 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	
NOx	10	г/Мг произв. стали	5	20	European Commission (2001)
CO	3.5	кг/Мг произв. стали	1.5	8	European Commission (2001)
ОКВЧ	35	г/Мг произв. стали	15	80	European Commission (2001)
ТЧ10	32	г/Мг произв. стали	14	76	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ТЧ2,5	28	г/Мг произв. стали	12	72	Visschedijk et al. (2004) applied on TSP
ЧУ	0.36	%ТЧ2,5	0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	4	г/Мг произв. стали	2.7	6.7	Theloke et al. (2008)
Cd	0.067	г/Мг произв. стали	0.053	0.08	Theloke et al. (2008)
Hg	0.0014	г/Мг произв. стали	0.0007	0.0021	Theloke et al. (2008)
As	0.4	г/Мг произв. стали	0.27	0.53	Theloke et al. (2008)
Cr	2.3	г/Мг произв. стали	1.5	3.1	Theloke et al. (2008)
Cu	0.02	г/Мг произв. стали	0.01	0.04	European Commission (2001)
Ni	0.13	г/Мг произв. стали	0.067	0.67	Theloke et al. (2008)
Se	0.003	г/Мг произв. стали	0.0003	0.03	Guidebook (2006)
Zn	4	г/Мг произв. стали	0.4	40	Guidebook (2006)
ПХБ	2.5	мг/Мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.69	мг I-TEQ/Мг стали	0.043	0.94	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.010	г/Мг произв. стали	0.005	0.020	European Commission (2012)

Сталеплавильный завод с электрической печью

Коэффициенты выбросов по умолчанию для использования с электродуговой печью приведены в Таблице 3.15.

Таблица 3.15 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, сталелитейный завод с электродуговой печью

Коэффициенты выбросов уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040207	Сталеплавильный завод с электрической печью			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3, 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	
NOx	130	г/Мг произв. стали	120	140	European Commission (2001)
CO	1.7	кг/Мг произв. стали	0.74	3.9	European Commission (2001)
НМЛОС	46	г/Мг произв. стали	16	130	European Commission (2001)
SOx	60	г/Мг произв. стали	24	130	European Commission (2001)
OKBЧ	30	г/Мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/Мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/Мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36	%ТЧ2,5	0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	2.6	г/Мг произв. стали	1.1	4.4	Theloke et al. (2008)
Cd	0.2	г/Мг произв. стали	0.15	0.29	Theloke et al. (2008)
Hg	0.05	г/Мг произв. стали	0.038	0.057	Theloke et al. (2008)
As	0.015	г/Мг произв. стали	0.007	0.02	Theloke et al. (2008)
Cr	0.1	г/Мг произв. стали	0.008	2.5	European Commission (2001)
Cu	0.02	г/Мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.7	г/Мг произв. стали	0.2	1.1	Theloke et al. (2008)
Zn	3.6	г/Мг произв. стали	0.3	46	European Commission (2001)
ПХБ	2.5	мг/Мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	3	мг I-TEQ/Мг стали	0.04	6	European Commission (2012)
Все 4 PAH	0.48	г/Мг произв. стали	0.009	0.97	European Commission (2012)

Специальные технологии

В данном разделе приводятся коэффициенты технологических выбросов в сталелитейном процессе. Данные главным образом взяты из исследования ESPREME (Theloke *et al.*, 2008). Загрязняющие вещества, не указанные в исследовании ESPREME, добавлены в эти таблицы из таблиц технологий, приведенных выше.

Таблица 3.146 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, основная печь с подачей кислорода, сокращаемых сухим ЭФ

Коэффициенты выбросов уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040206	Сталеплавильный завод с основной печью с кислородной подачей			
Технологии/Методики					
Региональные условия	Сухой ЭФ				
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, NMVOC, SO _x , NH ₃ , 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	30	г/Мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/Мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/Мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36	%ТЧ2,5	0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	0.015	г/Мг произв. стали	0.01	0.025	Theloke et al. (2008)
Cd	0.00025	г/Мг произв. стали	0.0002	0.0003	Theloke et al. (2008)
Hg	0.0006	г/Мг произв. стали	0.0003	0.0009	Theloke et al. (2008)
As	0.0015	г/Мг произв. стали	0.001	0.002	Theloke et al. (2008)
Cr	0.0013	г/Мг произв. стали	0.0005	0.002	Theloke et al. (2008)
Cu	0.02	г/Мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.0005	г/Мг произв. стали	0.00025	0.0025	Theloke et al. (2008)
Zn	0.023	г/Мг произв. стали	0.015	0.038	US EPA (2011, file no.: 2830510) applied on Pb
ПХБ	2.5	мг/Мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.69	мкг I-TEQ/Мг стали	0.043	0.94	European Commission (2012)
Все 4 ПАХ	0.10	г/Мг произв. стали	0.05	0.20	European Commission (2012)

Таблица 3.17 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, основная печь с подачей кислорода, сокращаемых ВС (среда)

Коэффициенты выбросов уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040206	Сталеплавильный завод с основной печью с кислородной подачей			
Технологии/Методики					
Региональные условия	SV (среда)				
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NO _x , CO, НМЛОС, SO _x , NH ₃ , 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	30	г/мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36	%ТЧ2,5	0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	1.8	г/мг произв. стали	1.2	3	Theloke et al. (2008)
Cd	0.03	г/мг произв. стали	0.024	0.036	Theloke et al. (2008)
Hg	0.0018	г/мг произв. стали	0.00092	0.0028	Theloke et al. (2008)
As	0.18	г/мг произв. стали	0.12	0.24	Theloke et al. (2008)
Cr	0.16	г/мг произв. стали	0.1	0.4	Theloke et al. (2008)
Cu	0.02	г/мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.06	г/мг произв. стали	0.03	0.3	Theloke et al. (2008)
Zn	2.7	г/мг произв. стали	1.8	4.5	US EPA (2011, file no.: 2830510) applied

ПХБ	2.5	мг/мг произв. стали	0.01	5.0	on Pb European Commission (2012)
ПХДД/Ф	0.69	мкг I-TEQ/Мг стали	0.043	0.94	European Commission (2012)
Все 4 ПАХ	0.10	г/мг произв. стали	0.05	0.20	European Commission (2012)

Таблица 3.18 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, электродуговая печь, сокращаемых сухим ЭФ

Коэффициенты выбросов уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040207	Сталеплавильный завод с электрической печью			
Технологии/Методики					
Региональные условия	Сухой ЭФ				
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3, 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	
NOx	130	г/мг произв. стали	120	140	European Commission (2001)
CO	1.7	кг/мг произв. стали	0.74	3.9	European Commission (2001)
НМЛОС	46	г/мг произв. стали	16	130	European Commission (2001)
SOx	60	г/мг произв. стали	24	130	European Commission (2001)
OKBЧ	30	г/мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36		0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	0.018	г/мг произв. стали	0.0075	0.03	Theloke et al. (2008)
Cd	0.0015	г/мг произв. стали	0.001	0.002	Theloke et al. (2008)
Hg	0.024	г/мг произв. стали	0.018	0.027	Theloke et al. (2008)
As	0.0001	г/мг произв. стали	0.00005	0.00015	Theloke et al. (2008)
Cr	0.0013	г/мг произв. стали	0.0005	0.002	Theloke et al. (2008)
Cu	0.02	г/мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.005	г/мг произв. стали	0.0015	0.0075	Theloke et al. (2008)
Zn	0.027	г/мг произв. стали	0.011	0.045	US EPA (2011, file no.: 2830510) applied on Pb
ПХБ	2.5	мг/мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	3.0	мкг I-TEQ/Мг стали	0.04	6.0	European Commission (2012)
Все 4 ПАХ	0.48	г/мг произв. стали	0.009	0.97	European Commission (2012)

Таблица 3.19 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, электродуговая печь, сокращаемых тканевым фильтром

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040207	Сталеплавильный завод с электрической печью			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Тканевый фильтр (оптимизирован)				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3, 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	
NOx	130	г/мг произв. стали	120	140	European Commission (2001)
CO	1.7	кг/мг произв. стали	0.74	3.9	European Commission (2001)
НМЛОС	46	г/мг произв. стали	16	130	European Commission (2001)
SOx	60	г/мг произв. стали	24	130	European Commission (2001)
OKBЧ	30	г/мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36		0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)

Pb	1.5	г/мг произв. стали	0.6	2.4	Theloke et al. (2008)
Cd	0.12	г/мг произв. стали	0.081	0.16	Theloke et al. (2008)
Hg	0.076	г/мг произв. стали	0.057	0.086	Theloke et al. (2008)
As	0.0081	г/мг произв. стали	0.004	0.012	Theloke et al. (2008)
Cr	0.105	г/мг произв. стали	0.05	0.2	European Commission (2001)
Cu	0.02	г/мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.41	г/мг произв. стали	0.12	0.6	Theloke et al. (2008)
Zn	2.3	г/мг произв. стали	0.9	3.6	US EPA (2011, file no.: 2830510) applied on Pb
ПХБ	2.5	мг/мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	3.0	мкг I-TEQ/мг произв. стали	0.04	6.0	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.48	г/мг произв. стали	0.009	0.97	European Commission (2012)

Таблица 3.20 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, электродуговая печь, сокращаемых тканевым фильтром

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040207	Сталеплавильный завод с электрической печью			
Технологии/Методики					
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений	Тканевый фильтр (модернизированный)				
Не применяется	ГХЦГ				
Не оценено	NH3, 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	
NOx	130	г/мг произв. стали	120	140	European Commission (2001)
CO	1.7	кг/мг произв. стали	0.74	3.9	European Commission (2001)
НМЛОС	46	г/мг произв. стали	16	130	European Commission (2001)
SOx	60	г/мг произв. стали	24	130	European Commission (2001)
ОКВЧ	30	г/мг произв. стали	1	780	European Commission (2001)
ТЧ10	24	г/мг произв. стали	1	620	Kakareka (2008) applied on TSP
ТЧ2,5	21	г/мг произв. стали	1	550	Kakareka (2008) applied on TSP
ЧУ	0.36		0.18	0.72	US EPA (2011, file no.: 91153)
Pb	0.18	г/мг произв. стали	0.075	0.3	Theloke et al. (2008)
Cd	0.015	г/мг произв. стали	0.01	0.02	Theloke et al. (2008)
Hg	0.0016	г/мг произв. стали	0.0012	0.0018	Theloke et al. (2008)
As	0.001	г/мг произв. стали	0.0005	0.0015	Theloke et al. (2008)
Cr	0.013	г/мг произв. стали	0.005	0.02	European Commission (2001)
Cu	0.02	г/мг произв. стали	0.001	0.46	European Commission (2001)
Ni	0.05	г/мг произв. стали	0.015	0.075	Theloke et al. (2008)
Zn	0.27	г/мг произв. стали	0.11	0.45	US EPA (2011, file no.: 2830510) applied on Pb
ПХБ	2.5	мг/мг произв. стали	0.01	5.0	European Commission (2012)
ПХДД/Ф	3.0	мкг I-TEQ/мг произв. стали	0.04	6.0	European Commission (2012)
Все 4 ПАУ	0.48	г/мг произв. стали	0.009	0.97	European Commission (2012)

3.3.2.4 Прокатные станы

В данном подразделе содержатся две таблицы Уровня 2 для станов горячей и холодной прокатки.

Таблица 3.151 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, прокатные станы, станы холодной прокатки

Коэффициенты выбросов Уровня 2		
	Код	Название
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	
ИНЗВ (если применимо)	040208	Прокатные станы
Технологии/Методики	Станы холодной прокатки	
Региональные условия		

Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	Альдрин, Хлордан, Хлордекон, Диэлдрин, Эндрин, Гептахлор, Гептабром-бифенил, Мирекс, Токсафен, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ, пентахлорофенил, хлорированный парафин с короткой цепью				
Не оценено	NOx, CO, НМЛОС, SOx, NH3, ТЧ10, ТЧ2,5, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, Все 4 ПАУ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	96	г/мг стали	30	300	Европейская комиссия (2001)

Таблица 3.16 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для категории источников 2.С.1 Производство железа и стали, прокатные станы, станы горячей прокатки

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ				
ИНЗВ (если применимо)	040208	Прокатные станы			
Технологии/Методики	Станы горячей прокатки				
Региональные условия					
Технологии снижения загрязнений					
Не применяется	Альдрин, Хлордан, Хлордекон, Диэлдрин, Эндрин, Гептахлор, Гептабром-бифенил, Мирекс, Токсафен, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ, пентахлорофенил, хлорированный парафин с короткой цепью				
Не оценено	NOx, CO, SOx, NH3, ТЧ10, ТЧ2,5, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, Все 4 ПАУ, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
НМЛОС	7	г/мг стали	2	20	Европейская комиссия (2001)
ОКВЧ	9	г/мг стали	2	40	Европейская комиссия (2001)

3.3.3 Устранение загрязнений окружающей среды

Существует ряд дополнительных технологий, которые нацелены на сокращение выбросов определенных загрязняющих веществ. Результирующий выброс может быть рассчитан путем замены коэффициента выбросов для конкретной технологии на коэффициент сокращенных выбросов, как указано в формуле:

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

В данном разделе приводятся значения КПД мер по сокращению выбросов по умолчанию для ряда технологий по сокращению выбросов, которые применяются в этом секторе.

3.3.3.1 Производство агломерата

В Таблице 3.23 приводятся значения КПД по сокращению выбросов для агломерационных установок. Значения КПД по сокращению выбросов для частиц взяты из исследования SERMEIP (Visschedijk *et al.*, 2004). Значения КПД рассчитаны для установки более старого образца только с установленными (мульти)циклонами. Коэффициенты выбросов для обычной установки с ЭФ представлены в оценке уровня 1 для агломерационных установок в Таблице 3.2. Значения КПД по сокращению выбросов ПХДД/Ф взяты из ранней версии Руководства.

Таблица 3.173 Эффективность устранения загрязнений ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника
2.С.1 Производство железа и стали, производство агломерата

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источников НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	030301	Агломерат и окатыши (кроме 030301)			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	Доверит. интервал 95%		Ссылка
		Значение по умолч.	Нижний	Верхний	
Умеренный контроль неорганизованных источников	частицы > 10 мкм	70%	40%	85%	Visschedijk (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	63%	25%	81%	Visschedijk (2004)
	2.5 мкм > частица	50%	0%	75%	Visschedijk (2004)
Эффективный контроль неорганизованных источников	частицы > 10 мкм	90%	80%	95%	Visschedijk (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	88%	75%	94%	Visschedijk (2004)
	2.5 мкм > частица	80%	60%	90%	Visschedijk (2004)
"ЭФПЭ" (подвижный ЭФ)	ПХДД/Ф	75%	25%	92%	Руководство (2006)
Ввод адсорбентов / тканевых высокопроизводительный промыватель (тонкодисперсный воздушный)	ПХДД/Ф	92%	75%	97%	Руководство (2006)
		95%	94%	96%	Руководство (2006)

3.3.3.2 Производство чугуна

В данном разделе приведены значения по сокращению выбросов при производства чугуна. Что касается частиц, коэффициенты выбросов по СЕРМЕИР были указаны в Таблице 3.8 вместе для загрузки доменной печи и выпуска чугуна. В Таблице 3.24, приведенной ниже, даны значения по сокращению выбросов, которые применимы для данных коэффициентов выбросов.

Таблица 3.184 Эффективность устранения загрязнений ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника
2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источников НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040202 040203	Загрузка доменной печи, выпуск чугуна			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	Доверит. интервал 95%		Ссылка
		Значение по умолч.	Нижний	Верхний	
Обычная установка (установка со средним сроком эксплуатации; обычная система обеспылевания; ЭФ; влажный скруббер; некоторые летучие выбросы улавливаются)	частицы > 10 мкм	88%	76%	94%	Visschedijk (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	81%	62%	90%	Visschedijk (2004)
	2.5 мкм > частица	76%	52%	88%	Visschedijk (2004)
Современная установка (ЛИТ): высокоэффективные ЭФ или аналогичной оборудование для управления первичными источниками; тканевые фильтры для летучих выбросов	частицы > 10 мкм	98%	94%	99%	Visschedijk (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	96%	81%	99%	Visschedijk (2004)
	2.5 мкм > частица	93%	64%	98%	Visschedijk (2004)

Загрузка доменной печи

В Таблице 3.25 даны значения по сокращению выбросов тяжелых металлов при загрузке доменной печи. Значения по сокращению выбросов частиц рассчитаны для установки с более старой технологией (только мультициклоны) с использованием данных исследования СЕРМЕИР (Visschedijk *et al.*, 2004). Значения по сокращению выбросов тяжелых металлов основаны на исследовании Kakareka *et al.* (1998) и рассчитаны для установок, в которых не предусмотрено сокращение выбросов.

Таблица 3.5 Эффективность устранения загрязнений ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника 2.С.1 Производство железа и стали, производство чугуна, загрузка доменной печи

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источников НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ (если применимо)	040202	Загрузка доменной печи			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	Доверит. интервал 95%		Ссылка
		Значение по умолч.	Нижний	Верхний	
Скубберы Вентури или ЭФ	Cd	96%	91%	98%	Kakareka (1998)
	Pb	96%	93%	98%	Kakareka (1998)
	Zn	95%	90%	98%	Kakareka (1998)
	Ni	94%	88%	97%	Kakareka (1998)
Включает системы подавления пыли, напр., выравнивание давления	Cd	99,6%	98%	100%	Kakareka (1998)
	Pb	99,6%	98%	100%	Kakareka (1998)
	Zn	99,7%	98%	100%	Kakareka (1998)
	Ni	99,6%	98%	100%	Kakareka (1998)

3.3.3.3 Производство стали

В настоящем разделе приводятся значения по сокращению выбросов для мартеновской печи и сталеплавильных установок с кислородным конвертором. Что касается электродуговой печи, то значения по сокращению выбросов отсутствуют.

Мартеновская печь

Значения по сокращению выбросов указаны для сталеплавильной установки с мартеновской печью, в которой используется ЭФ. Значения рассчитаны в отношении неуправляемых коэффициентов выбросов.

Таблица 3.196 Эффективность устранения загрязнений ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника 2.С.1 Производство железа и стали, сталелитейное производство, мартеновская печь

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источников НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
ИНЗВ	040205	Сталеплавильный завод с мартеновской печью			
Технология устранения загрязнений	Загрязнитель	Эфф-ть	Доверит. интервал 95%		Ссылка
		Значение по умолч.	Нижний	Верхний	
Электрофильтр	частицы > 10 мкм	99%	87%	100%	US EPA (1986)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	99%	92%	100%	US EPA (1986)
	2.5 мкм > частица	99%	92%	100%	US EPA (1986)

Основная печь с подачей кислорода

Значения по сокращению выбросов взяты из данных исследования СЕРМЕИР. Значения рассчитаны для более старой установки, в которой осуществляется улавливание первичной пыли в скруббере с улавливания ок. 97 % и улавливание ограниченного количества выбросов вторичной пыли.

Таблица 3.2720 Эффективность устранения загрязнений ($\eta_{\text{устранение загрязнений}}$) для категории источника
2.С.1 Производство железа и стали, сталеплавильная установка с кислородным конвертором

Эффективность устранения загрязнений Уровня 2					
Категория источников НО	Код	Название			
Категория источников НО	2.С.1	Производство железа и стали			
Топливо	НЕТ ДАННЫХ	не применяется			
SNAP (если применимо)	040206	Сталеплавильный завод с основной печью с кислородной подачей			
Технология устранения загрязне	Загрязнитель	Эфф-ть			Ссылка
		Значение по умолч.	Нижний	Верхний	
Обычная установка со средним сроком эксплуатации: первичное обеспыливание ЭФ, прохождение через влажный скруббер;	частицы > 10 мкм	42%	0%	71%	Visschedijk et al. (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	42%	0%	71%	Visschedijk et al. (2004)
	2.5 мкм > частица	42%	0%	71%	Visschedijk et al. (2004)
Современная установка (ЛИТ): высокоэффективные ЭФ или дополнительный тканевый фильтр для управления первичными источниками; глубокое вторичное	частицы > 10 мкм	80%	0%	96%	Visschedijk et al. (2004)
	10 мкм > частица > 2.5 мкм	79%	0%	96%	Visschedijk et al. (2004)
	2.5 мкм > частица	78%	0%	96%	Visschedijk et al. (2004)

3.3.4 Данные по осуществляемой деятельности

Данные по производству агломерата, чугуна и стали, подходящие для оценки выбросов с помощью простой методологии оценки (уровень 1), взяты из статистических ежегодников Объединенных наций или национальных ресурсов статистики.

Что касается агломерационных установок, то данные статистики взяты из следующих документов:

- EUROSTAT – Брюссель (Железо и сталь, ежегодная статистика, том 4, серия С)
- Международный институт железа и стали, Брюссель
- Хозяйственное объединение Сталь, Дюсельдорф, Германия (Статистический ежегодник по производству железа и стали)
- Национальные статистические ежегодники

Прочие данные взяты из Методических указаний о составлении национальных инвентаризаций выбросов парниковых газов (IPCC, 2006), том 3 по промышленным технологическим процессам и использованию продукции (IPPU), глава 4.2.2.4, 'Выбор данных деятельности'.

3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

3.4.1 Алгоритм

Существует два различных метода применения методов по оценке выбросов, которые выходят за пределы технологического подхода, который указан выше:

- детальное моделирование технологических процессов, которые указаны для завода с полным металлургическим циклом для производства железа и стали;
- отчеты выбросов на уровне объекта.

3.4.1.1 Детальное технологическое моделирование

Оценка выбросов уровня 3 с использованием технологических данных сформирует отдельные пути оценивания для последующих шагов в технологических процессах агломерации, производства железа и сталелитейного производства.

3.4.1.2 Данные объектного уровня

Если имеются данные объектного уровня соответствующего качества (см. главу по правилам ОК/КК в Части А Руководства), их необходимо использовать. Есть две возможности:

- отчеты по объектам охватывают все сталелитейное производство страны;
- отчеты по выбросам объектного уровня не доступны для всех заводов с полным металлургическим циклом страны.

Если данные объектного уровня охватывают все сталелитейное производство страны, в этом случае принято сравнивать коэффициенты подразумеваемых выбросов (опубликованные выбросы, деленные на все национальное производство стали) со значениями коэффициентов выбросов по умолчанию или коэффициентов технологических выбросов. Если коэффициенты подразумеваемых выбросов находятся за пределами доверительных интервалов 95 % для указанных выше значений, тогда объясняют причины в инвентаризационном отчете.

Если общегодовое производство стали в стране не включается в итоговое значение отчетов объектного уровня, принято оценивать отсутствующую часть национальных общих выбросов из категории источников при помощи экстраполяции следующим образом:

$$E_{\text{Общее, загрязнитель}} = \sum_{\text{объекты}} E_{\text{объект, загрязнитель}} + \left(\text{национальное производство} - \sum_{\text{объекты}} \text{производство}_{\text{объект}} \right) \times EF \quad (5)$$

В зависимости от конкретных национальных особенностей и широты охвата отчетов уровня объектного уровня по сравнению с общенациональным производством стали, выбирают коэффициент выбросов (EF) для данного уравнения, исходя из следующих возможностей в порядке уменьшения по предпочтению:

- коэффициенты технологических выбросов, основанные на знании типов технологий реализованных на заводах, на которых отчеты по выбросам на уровне завода отсутствуют;
- коэффициент подразумеваемых выбросов, который получен 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 уровня 1 по умолчанию — данный вариант следует выбирать только в том случае, если отчеты по выбросам уровня завода охватывают более 90 % общенационального производства.

3.4.2 Уровень 3: моделирование выбросов и использование объектных данных

Сталелитейные заводы с полным металлургическим циклом являются крупными промышленными мощностями. Данные по выбросам для отдельных заводов могут быть получены только из реестра производства и переноса загрязняющих веществ (РППЗВ) или из других источников отчетности по выбросам. Когда качество таких данных подтверждено хорошо развитой системой обеспечения качества / контроля качества (ОК/КК), а также когда отчеты по выбросам проверены независимой аудиторской организацией, признается хорошей практикой использовать такие данные. Если требуется экстраполяция для охвата всей сталелитейной отрасли в стране, в этом случае могут быть использованы коэффициенты подразумеваемых выбросов для заводов, которые ведут отчетность, или коэффициенты выбросов, как указано в подходе уровня 1 или 2.

3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

Поскольку РППЗВ не публикует данные по деятельности, иногда тяжело найти такие данные, которые имеют отношение к публикуемым выбросам на уровне завода. Возможный источник деятельности на

уровне завода может представлять собой реестры систем коммерческих обменов, торговли разрешениями на выбросы.

Во многих странах органы государственной статистики ведут сбор производственных данных на уровне завода, однако они во многих случаях являются конфиденциальными. Однако, в некоторых странах органы национальной статистики являются частью национальных инвентаризационных систем по выбросам, и экстраполяция, если это требуется, может выполняться в органах статистики с обеспечением конфиденциальности производственных данных.

4 Качество данных

4.1 Полнота

Следует проявлять осторожность при включении всех выбросов. Выбросы, регистрируемые как «включенные в какой-либо другой источник» (ДИ) в данной категории источников, следует публиковать в категории источников горения (глава 1.А.2.а). Является хорошей практикой проверять необходимость.

4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Следует проявлять осторожность во избежание двойного учета выбросов. Выбросы, регистрируемые в данной категории источников, не следует регистрировать в категории источников горения (глава 1.А.2.а) или регистрировать как ДИ. Принято перепроверять подобные случаи.

4.3 Проверка достоверности

4.3.1 Коэффициенты выбросов по наилучшим имеющимся технологиям

В данном разделе рассматриваются коэффициенты выбросов, сокращаемых лучшим из имеющихся методов, при производстве железа и стали. Что касается технологических процессов промышленности, например, агломерация, окатывание, производство чугуна и сталелитейное производство, документ EU BREF по производству железа и стали (Европейская комиссия, 2001) содержит типовые диапазоны выбросов, которые связаны с использованием таких методов. Эти значения не даны в данном документе ввиду сильной технологической зависимости и зависимости мер по сокращению выбросов от уровней выбросов. Также, эти значения даны только по некоторым загрязняющим веществам. Просьба обращаться к документу BREF (Европейская комиссия, 2001) за более конкретной информацией.

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

Восстановители	Вещества, используемые для удаления кислорода из расплавленных металлов
Выравнивание давления	Выравнивание давления в защитных устройствах в верхней части доменной печи с атмосферным давлением.
Газ ЛГОС	Печной газ, обогащенный коксовым газом с различным составом. Оба продукта содержат небольшое количество сульфида водорода, который остался после процесса очистки.
Желоб	Закрытое направляющее соединение между печью и скиммером.
Желоб для выпуска железа	Устройство, соединяющее скиммер и качающийся желоб.
Качающийся желоб	Мост на конце чугунного желоба, где может происходить заполнение и смена смесителей. Смеситель представляет собой контейнер, расположенный на ж/д вагонетке, используемый для транспортировки, например, на сталелитейный завод (основная печь с подачей кислорода).
Материал покрытия	Огнеупорный материал, покрывающий внутреннюю часть печи. Покрытие время от времени ремонтируется и демонтируется после ограниченного количества циклов. Используемый материал покрытия может содержать смолу, однако можно установить бессмольный материал.
Меллеровская смесь	Полный комплект основных материалов для одной загрузки плавильной печи. Комплект загрузки включает несколько вагонов, которые опустошаются в плавильную печь в соответствии с конкретной схемой.
Метод использования скрапа	Повторное использование металлов в качестве сырьевого материала для технологического процесса.
Непрерывное литье	Слябы или неплюсовая продукция (биллеты) отливаются непосредственно из расплава. Непрерывное литье не только экономит время и энергию, но и улучшает качество стали и увеличивает текучесть. Более того, этот технологический процесс является более управляемым. В конце процесса очистки ковш, заполненный расплавленной сталью, подается в установку непрерывного литья. Из ковша, установленного над литейной машиной, расплавленная сталь попадает в разливочный желоб, откуда она течет в изложницы. Если необходимо, некоторые легирующие элементы, которые становятся нестабильными при контакте с кислородом в атмосфере, или которые могут действовать в течение короткого периода, могут добавляться в последнюю минуту путем ввода провода с сердечником изложницу.
Несокращаемые выбросы	Выбросы из вентиляции крыши от наклонного конвертера без улавливания вторичной пыли
Огнеупорная футеровка	Огнеупорное покрытие конвертера. Данное покрытие содержит смолу.
Огнеупорный материал	Материал, используемый для закрытия летки. огнеупорный материал главным образом содержит уголь и смолу.
Покрытие желоба	Огнеупорный материал, используемый для покрытия желобов. Данный продукт также содержит уголь и смолу.
Прямые выбросы	Выбросы из дымовых труб (т.е. газопоток в трубе), включают летучие выбросы

Скиммер	Тоннельная конструкция, где более тяжелый чугун отделяется от легкого шлака, плавающего на поверхности железа.
Улавливание вторичной пыли	Подача кислорода с наклонным конвертером при загрузке и выпуске.
Улавливание первичной пыли	Подача кислорода в вертикальный конвертер
Чугун	Термически необработанное железо, выходящее прямо из доменной печи и отливается в изложницы
Электродуговая печь	Печь, оборудованная углеродными электродами, между которыми создается высокое напряжение. Образующаяся электрическая дуга плавит скрап.

6 Список цитированной литературы

- Annema, J.A., Albers, R.A.W. and Boulan, R.P., 1992. *Productie van primair ijzer en staal*. RIVM-report 736301131; RIZA-report 92,003/31.
- Bothe, R., 1993. *Umweltproblematik bei der Eisenerzsinterung*. Diss. RWTH Aachen.
- European Commission, 2001. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, December 2001.
- European Commission, 2012. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. March 2012. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es>.
- Fudala J., NMVOC inventory for Poland in 1992 (1993) Inst. Ecol. Ind. Areas, report, Katowice (in Polish)
- GCA Corporation, 1981. *Survey of cadmium emission sources*. EPA report no. 450/3-81-013. Office of Air Quality and planning standards, US EPA, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- 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/EMEPCORINAIR4/en/page002.html>. [Accessed 8 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.
- Kakareka, 2008. Personal communication, Institute for problems of use of natural resources and ecology, Belarusian National Academy of Sciences, Minsk.
- Kakareka, S., Khomich, V., Kukharchyk, T. and Loginov, V., 1998. *Heavy Metal emission factors assessment for the CIS countries*. Institute for problems of Natural Resources use and Ecology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk.
- Kelly, M.E., 1983. *Sources and emissions of polycyclic organic matter*. EPA report no. 450/5-83-010b, pp 5-58 – 5-62. US EPA, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- Kupiainen, K. & Klimont, Z. 2004, Primary emissions of submicron and carbonaceous particles in Europe and the potential for their control. IIASA, Interim report IR-04-079.
- Lüngen, H., Theobald, W., 1991. 'Umweltschutz an Europäischen Sinteranlagen und Hochöfen' in *Stahl und Eisen* 111, Nr. 12, S. 97–104.

- Rentz, O., Schleef, H.-J., Dorn, R., Sasse, H., Karl, U., 1997. *Emission Control at Stationary Sources in the Federal Republic of Germany*. Report No. 104 02 360, Umweltbundesamt Berlin.
- Siebert P.C. et al., 1978. *Preliminary assessment of sources, control and pop. Exposure to airborne POM as indicated by benzo(a)pyrene (BaP)*. EPA contract 68-02-2863, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- Theloke, J., Kummer, U., Nitter, S., Geftler, T. and Friedrich, R., 2008. *Überarbeitung der Schwermetallkapitel im CORINAIR Guidebook zur Verbesserung der Emissionsinventare und der Berichterstattung im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention*. Report for Umweltbundesamt, April 2008.
- Theobald, W., 1995. *Ermittlung und Verminderung der Emissionen von halogenierten Dioxinen und Furanen aus thermischen Prozessen: Untersuchung der Emissionen polychlorierter Dioxine und Furane und von Schwermetallen aus Anlagen der Stahlerzeugung*. Report no. 104 03 365/01, Umweltbundesamt Berlin.
- US EPA (1986), AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources 1995 (Chapter 12.5).
- US EPA (1994), (ed.) AP 42 CD-ROM.
- US EPA, 2011. SPECIATE database version 4.3, U.S. Environmental Protection Agency's (EPA). Доступно по адресу: <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.
- Wessely R., Hlawiczka S. (1993) 'Metal emission factors from open hearth furnace steel plant'. In: Hlawiczka, S., *Metal emission to the air in Poland*. Inst. Ecol. Ind. Areas, report, Katowice (in Polish).

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/).