

Справочное руководство по наилучшим доступным техническим методам в черной металлургии и их влияние на совершенствование охраны окружающей среды в Европейском Сообществе

(предисловие редактора перевода)

Концепция наилучших доступных технических методов (НДТМ). Разработка концепции НДТМ (общепринятое сокращение на английском языке - BAT - Best Available Techniques) в рамках Европейского Сообщества (ЕС) происходила в контексте принципа “загрязнитель платит”, впервые рекомендованного государствам - членам ЕС в 1975 г. Тем самым для предприятий были установлены определенные экологические требования, и для их достижения предприятия должны нести определенные расходы. Термин НДТМ был впервые введен в Европейское законодательство в 1976 г. в Директиве "Опасные вещества". В статье 4(1) этой Директивы аналогичный концепции НДТМ подход характеризуется как “новейшие экономически эффективные технические разработки”. В Директиве ЕС 84/360 “Борьба с загрязнением воздуха крупными промышленными предприятиями” было сформулировано требование к государствам - членам ЕС принять систему предварительного одобрения ввода в действие новых или существенно реконструированных промышленных предприятий шести категорий (энергетика, производство и обработка металлов, получение продуктов из неметаллического минерального сырья, химия, утилизация отходов и др.). В данной директиве использовалось определение “наилучшие доступные технические методы, не требующие чрезвычайных затрат”. Одобрение предусматривает использование НДТМ для минимизации загрязнения воздушного бассейна.

Концепция НДТМ принята на вооружение в Европе и других регионах мира в качестве технической основы для определения предельно допустимых значений выбросов/сбросов (ПДВ/ПДС), для всех видов деятельности, загрязняющих окружающую среду. Начиная с 1977 г. Европейская Комиссия опубликовала около 100 указаний по использованию НДТМ, которые применяются в качестве руководящих материалов при реализации положений ряда директив Европейского Сообщества. Технические исследования в области НДТМ по заказу Европейской Комиссии обычно проводятся ведущими специалистами или ведущими консалтинговыми фирмами в тесном сотрудничестве с представителями промышленности и представителями государств – членов Сообщества, а также общественных экологических организаций. Поскольку представители промышленности очень активно вовлечены в выработку указаний по НДТМ, Комиссия обычно выносит на утверждение Совета Министров нормативы ПДВ/ПДС по приоритетным веществам, лишь добавляя к значениям выбросов/сбросов, приведенным в указаниях по НДТМ, небольшую «страховочную» величину.

Определение НДТМ. Официальное определение НДТМ дается в Европейской Директиве "Комплексный контроль и предотвращение загрязнений" (IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control). Согласно данной Директиве термин "*наилучшие доступные технические методы*" (НДТМ) означает самые новейшие разработки для различных видов деятельности, процессов и способов функционирования, которые свидетельствуют о практической целесообразности использования конкретных технологий в качестве базы для установления значений предельных выбросов/сбросов в окружающую среду с целью предотвращения ее загрязнения, или, когда предотвращение практически невозможно, минимизации выбросов/сбросов в окружающую среду в целом, без предварительного выбора какого-либо конкретного вида технологии или других средств". В понятие "*технология*" в данном случае включается как собственно используемая технология, так и способы, которые применяются при проектировании, строительстве, ремонте, эксплуатации и ликвидации установок/сооружений. При этом должна существовать возможность реализации, как с технической, так и с экономической точек зрения данной технологии в промышленном масштабе в соответствующей отрасли. Термин "*имеющиеся*" обозначает такие технологии, которые разработаны в масштабах, позволяющих осуществлять их использование в условиях соответствующей отрасли промышленности при экономически конкурентных условиях независимо от того, используются ли и созданы ли технологии на территории данных государств-членов ЕС; а также, если указанные технологии в разумной мере доступны производственным предприятиям (операторам). Термин "*наилучшие*" означает наиболее эффективные технологии для обеспечения

высокого уровня защиты окружающей среды в целом, учитывая при этом потенциальные выгоды и затраты, которые могут явиться следствием осуществления или неосуществления каких-либо действий).

Предполагается, что применение НДТМ позволяет обеспечить:

1. использование методов более чистого производства с тем, чтобы предотвратить и минимизировать, где это возможно, выбросы/сбросы в воздух, воду и почву, включая образование опасных и твердых отходов,
2. дальнейшее сокращение сбросов/выбросов на основе использования наиболее соответствующего этим целям оборудования для очистки потоков отходов во все составляющие окружающей среды,
3. использование наиболее подходящих методов утилизации твердых и опасных отходов после анализа возможности вторичного использования и вторичной переработки отходов,
4. безусловный учет экономической эффективности рассматриваемого средства, имея в виду, что способ не должен вызывать у предприятия чрезмерных затрат.

Важно подчеркнуть, что при выборе НДТМ для конкретного предприятия проводится анализ между издержками и полезным эффектом и учитываются местные условия.

Директива IPPC. Наиболее важным из числа принятых за последнее время документов в сфере использования концепции НДТМ в ЕС является Директива 96/61/ ЕС IPPC (Комплексный контроль и предотвращение загрязнения), которая вступила в силу 31 октября 1996 года после продолжительных консультаций. Государства - члены ЕС должны обеспечить соответствие своего законодательства и правовой практики этому документу в течение трех лет, начиная с этой даты. Данная директива применяется к новым установкам, начиная с октября 1999 года и с октября 2007 г. планируется ее применение ко всем существующим установкам.

Основным принципом, лежащим в основе Директивы IPPC, является комплексный подход к проблемам загрязнения с тем, чтобы минимизировать его с точки зрения охраны окружающей среды в целом. Таким образом, три составляющие окружающей среды - воздух, вода и почва - рассматриваются комплексно, в отличие от более традиционного подхода, рассматривающего лишь одну из составляющих и не затрагивающего переходы загрязняющих веществ из одной составляющей природной среды в другую.

Комплексный подход имеет целью обеспечить следующее:

- действия по сокращению выбросов в одну из сред не должны оказывать негативного эффекта на другие среды;
- предельные значения выбросов/сбросов должны быть основаны на использовании НДТМ;
- при выдаче разрешений на выбросы/сбросы должны учитываться технические характеристики установки, географическое расположение и местные условия;
- общественность должна иметь информацию о возможном влиянии установок на окружающую среду, а также о разрешениях, выданных на их эксплуатацию;
- установки должны эксплуатироваться таким образом, чтобы были приняты все предупредительные меры против загрязнения, образования отходов, эффективного использования энергии и сырья, не происходило существенного загрязнения, были приняты необходимые меры для предотвращения несчастных случаев и необходимые меры при аварийном прекращении работы установки.

Целью Директивы IPPC является также сокращение бюрократических процедур путем координации действий органов управления, ответственных за контроль состояния различных составляющих окружающей среды, и, в идеале, содействие созданию во всех странах-членах ЕС единых органов, ответственных за состояние окружающей среды в целом.

Реализация Директивы IPPC в черной металлургии ЕС. В порядке реализации части мероприятий в рамках Директивы IPPC, европейская черная металлургия с 1997 г. организовала комиссию по

разработке справочников по НДТМ (BREF - Best Available Technique Reference). Более сотни экспертов из фирм, входящих в объединение ЕВРОФЕР, участвовали в данной работе. Справочник BREF для производства чугуна и стали был подготовлен и выпущен Комиссией ЕС в марте 2000 г., а соответствующий справочник для прокатного производства - в ноябре 2000 г. Данные справочники уже используются для выдачи местных разрешений на выбросы/сбросы для новых установок и с октября 2007 г. будут использоваться для всех существующих установок. Планируется, что справочники будут переиздаваться каждые три года с целью обеспечения органов управления, промышленных предприятий и других заинтересованных сторон последними данными по НДТМ. Справочники обычно содержат: (а) общее описание данной отрасли, включая данные обо всех возможных выбросах, сбросах, потребляемых сырьевых материалах и образующихся отходах, и описание возможных НДТМ, (б) возможные будущие альтернативы существующим НДТМ. В работу по подготовке справочников вовлечены:

- DGXI (XI Генеральный Департамент Европейской Комиссии по окружающей среде), который несет общую ответственность.
- Европейское бюро IPPC, созданное в 1996 г. при Институте перспективных технологических исследований в Севилье (Испания). На его основе формируется информационно-управляющая система для подготовки и издания справочников. На сайте данной организации <http://eippcb.jrc.es> находятся в свободном доступе все подготовленные справочники по НДТМ и дополнительная информация.
- Форум по обмену информацией. Он представляет собой комитет, состоящий из официальных представителей по обмену информацией, кандидатуры которых предлагаются государствами-членами ЕС, промышленностью и неправительственными организациями.
- Технические рабочие группы. Они состоят из экспертов, которые предоставляют информацию и данные исследований по конкретным отраслям промышленности, а также рецензируют проекты справочников.

Период, предшествовавший внедрению НДТМ, характеризовался большой настороженностью в отраслях промышленности, которые затрагивались новым законодательством. Она касалась, прежде всего, отсутствия консультаций по поводу вводимых норм регулирования. Вызывала также беспокойство и то, что новое законодательство потребует дополнительных финансовых издержек, связанных с усовершенствованием технологических установок, обусловленных необходимостью соответствовать требованиям НДТМ, и приведет к отрицательному влиянию на экономические показатели и конкурентоспособность предприятий. Поэтому на ранних этапах внедрения директивы IPPC большое внимание уделялось разъяснению возможности получения финансовых выгод от внедрения НДТМ, например, за счет уменьшения размеров платежей, связанных с размещением отходов. Приоритетное внимание было уделено распространению среди предприятий информации о возможных финансовых выгодах и росте конкурентоспособности за счет внедрения чистых технологий. На ранних этапах внедрения у многих предприятий также возникали проблемы при подготовке заявок на получение одобрения. Справочники по НДТМ призваны не только обеспечить информацией о том, какие конкретные технологии могут рассматриваться в качестве НДТМ, но также повысить качество заявок, подаваемых предприятиями. Справочники предназначены также и для компетентных органов управления государствами-членами ЕС, предоставляя рекомендации по определению конкретных НДТМ. Важным является и то, что эти органы не должны диктовать, какие конкретные технологии должны использоваться в конкретных сферах деятельности. Они скорее должны определять необходимые условия и нормативы выбросов, исходя из того, что может считаться реально достижимым с помощью НДТМ, и оставлять за предприятиями свободу выбора путей достижения поставленных целей. Предполагается, что этот подход будет стимулировать нововведения и позволит обеспечить оптимальные, с точки зрения охраны окружающей среды, решения.

Преобладавшая ранее в ЕС точка зрения на охрану окружающей среды, связанная с ликвидацией последствий загрязнения, в последние годы претерпела существенные изменения. Все большее внимание уделяется усовершенствованию технологических процессов, приводящим к встраиванию экологических технологий в производственный процесс, а не мероприятиям "на конце трубы". Мероприятия по охране

окружающей среды, встроенные в производственный процесс, рассматриваются как новаторские и приоритетные, а мероприятия "на конце трубы" - как второстепенные. Такой образ подход привел к тому, что в упоминавшихся справочниках по НДТМ для сталелитейного и прокатного производств, проводится различие между мероприятиями по охране окружающей среды, встроенными в производственный процесс, и технологиями "на конце трубы". При этом обращается внимание на то, что от мероприятий "на конце трубы" нельзя полностью отказаться, поскольку они зачастую входят в состав технологий, встроенных в процесс. Даже при использовании самых современных технологий, как правило, остаются некоторые остаточные количества загрязняющих веществ или отходов, которые приходится обрабатывать или избавляться от них в высокоэффективных установках в конце технологического процесса с помощью мероприятий "на конце трубы". Таким образом, мероприятия по охране окружающей среды, встроенные в производственный процесс, и технологии "на конце трубы" не следует рассматривать обособленно.

Справочник по НДТМ для производства чугуна и стали. Далее представлен перевод наиболее существенных с нашей точки зрения разделов справочника для производства чугуна и стали. Перевод и подготовка справочника к изданию осуществлены в рамках проекта TACIS "Содействие черной металлургии Российской Федерации".

В справочнике рассматриваются процессы производства чугуна и стали на металлургических предприятиях полного цикла, а также производство стали на электрометаллургических заводах.

Справочник охватывает следующие основные производственные операции:

- погрузка, выгрузка и перевалка сырья,
- усреднение и перемешивание сырья,
- производство кокса,
- агломерация и окомкование железной руды,
- производство жидкого чугуна в доменных печах, включая переработку шлака,
- производство и рафинирование стали с применением кислородно-конвертерного процесса, включая предварительную десульфурацию в ковше, последующие процессы внепечной металлургии и переработку шлака,
- производство стали в дуговых электропечах, включая последующую внепечную металлургию и переработку шлака,
- непрерывную разливку стали.

Нагревательные печи и печи термической обработки, силовые установки, кислородные установки, а также последующие, связанные с производством стали операции, такие как прокатка, травление, нанесение покрытия и т.д. не включены в круг рассматриваемых вопросов и обсуждены в отдельном специально подготовленном справочнике по НДТМ для прокатного производства.

Существуют и другие факторы воздействия на окружающую среду, не связанные непосредственно с производством чугуна и стали или с производством стали в дуговых электропечах, а именно:

- выбросы взвешенных частиц при хранении и перевалке сырья, присадок, вспомогательных материалов и промежуточных продуктов,
- охрана труда персонала, промышленной безопасности и риски здоровью населения при возникновении чрезвычайных ситуаций,
- системы охлаждения,
- системы мониторинга выбросов.

Данные факторы рассматриваются в справочнике по НДТМ для производства чугуна и стали лишь вкратце. Информация о них будет представлена в других справочных документах по НДТМ,

подготовленных или готовящихся к изданию Комиссией ЕС. Информация о них может быть получена на сайте Европейского бюро IPPC в Институте перспективных технологических исследований в Севилье (<http://eippcb.jrc.es>).

Данные для справочника по НДТМ для производства чугуна и стали получены в результате детального обследования предприятий черной металлургии в ЕС. Справочник построен на анализе входных и выходных потоков каждого металлургического передела и дает информацию о достижимых минимальных уровнях воздействия на атмосферу, водную среду и почву, а также затратах энергии и шуму. Каждая глава заканчивается выводами о НДТМ для конкретного металлургического передела, которые разделены на мероприятия "на конце трубы" и "встроенные в процесс". Выводы основываются на экспертных оценках, сформулированных рабочими группами, принимавшими участие в разработке справочника.

Проект программы TACIS "Содействие черной металлургии Российской Федерации" уверен, что справочник по НДТМ для производства чугуна и стали окажется полезным и для российских предприятий черной металлургии, в частности, при выборе направлений для инвестиций и выражает надежду, что он внесет вклад в улучшение природоохранной деятельности на российских предприятиях черной металлургии и, как следствие, в улучшение состояния окружающей среды в местах расположения металлургических предприятий.

И.Н. Сенченя
эксперт по экологическим вопросам
проекта TACIS "Содействие развитию черной
металлургии России"

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

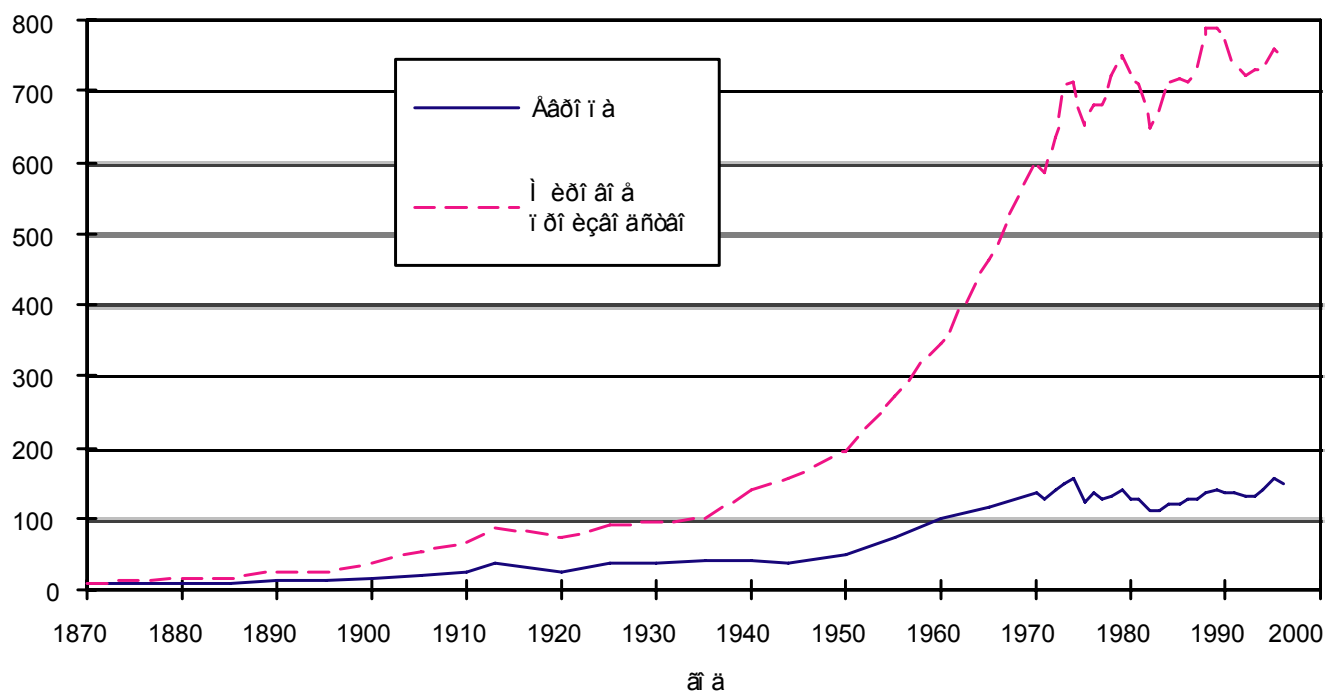
1.1. Обзор производства стали в Европе и мире

Железо и сталь играли важную роль в развитии человеческой цивилизации на протяжении тысячелетий и нашли применение в сельском хозяйстве, строительстве, выработке и распределении энергии, производстве машин и оборудования, в домашнем хозяйстве и в медицине.

Наряду с углем и хлопком, железо и сталь были основными материалами, которые легли в основу промышленной революции. Технологические разработки, начиная с 18-го века, способствовали значительному росту производительности путем, например, замены относительно малодоступного древесного угля антрацитом/бурым углем и коксом, соответственно, и созданием процесса пудлингования для переработки чугуна в сталь. Во второй половине 20-го столетия мировое производство стали возросло экспоненциально и достигло 757 миллионов тонн в 1995 г. (Рис. 1.1).

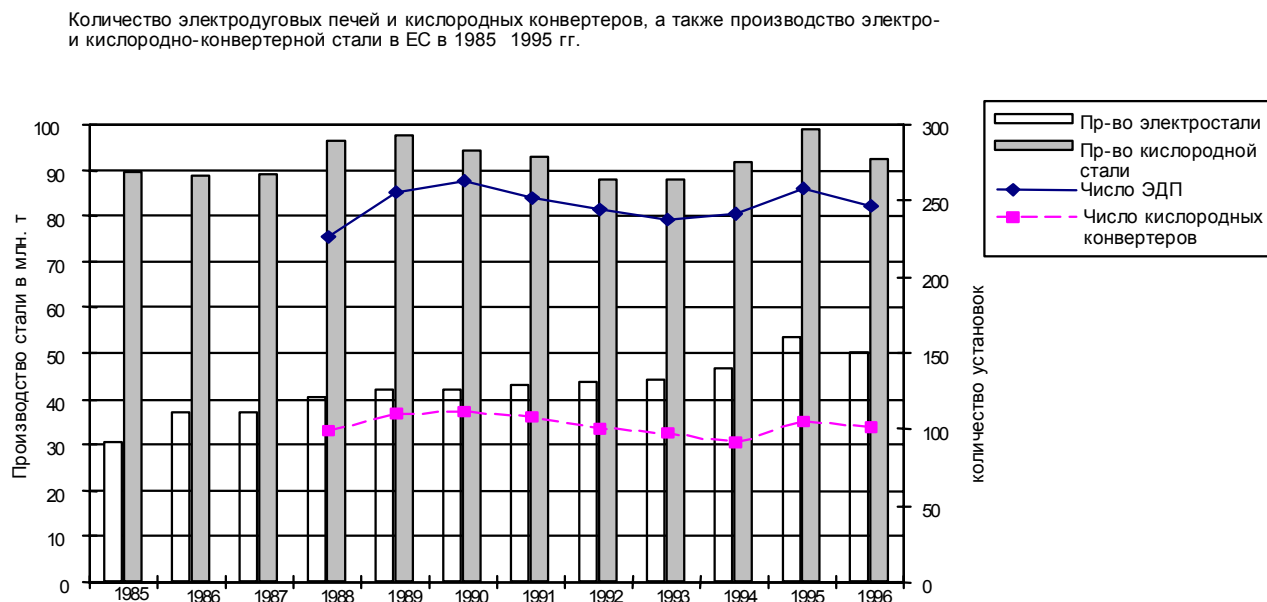
Рис. 1.1: Производство нерафинированной стали в Европе и мире с 1870 г.

Таблица 1.1: Производство нерафинированной стали в Европе и мире с 1870 г. (в миллионах тонн)



На рис. 1.1 также показано, как постоянно уменьшается доля Европы в мировом производстве стали, которая к концу периода снизилась до уровня 21%. Начиная с нефтяного кризиса 1974-75 гг., производство стали во всем мире практически не развивалось, особенно это отразилось на Европе.

Рис. 1.2: Производство стали в дуговых электропечах и в кислородных конвертерах в ЕС с 1985 по 1995 гг.



В период между 1985 и 1994 гг. темпы роста объемов производства нерафинированной стали в ЕС составляли 1,2% в год (Рис. 1.2). Наиболее быстрый рост имел место в течение первых трех лет до 1989 г. (3,7% в год). Затем производство в ЕС-12 сократилось с 140 миллионов тонн до 132 миллионов тонн в 1992 и 1993 г.г. Объемы производства вновь достигли 139 миллионов тонн в 1994 г. и 143 миллионов тонн в 1995 г. Вступление в ЕС трех новых членов – Австрии, Финляндии и Швеции – привело к увеличению производства нерафинированной стали в Европейском Союзе до 156 миллионов тонн в 1995 г. (для сравнения: страны Восточной Европы – 112 миллионов тонн (доля России – 51 миллион тонн); Япония, США и Китай – 102, 94 и 93 миллиона тонн, соответственно).

Из рис. 1.2 видно, что кислородно-конвертерное производство стали характеризуется довольно стабильной динамикой, в то время как производство стали в дуговых электропечах постепенно возрастает. На долю последнего в 1995 г приходилось 34,4% всего производства стали. Тем не менее, по имеющимся прогнозам конвертеры (основные печи в кислородно-конвертерном процессе) сохраняют свою доминирующую роль как средство производства стали, по крайней мере, на следующие 20 лет.

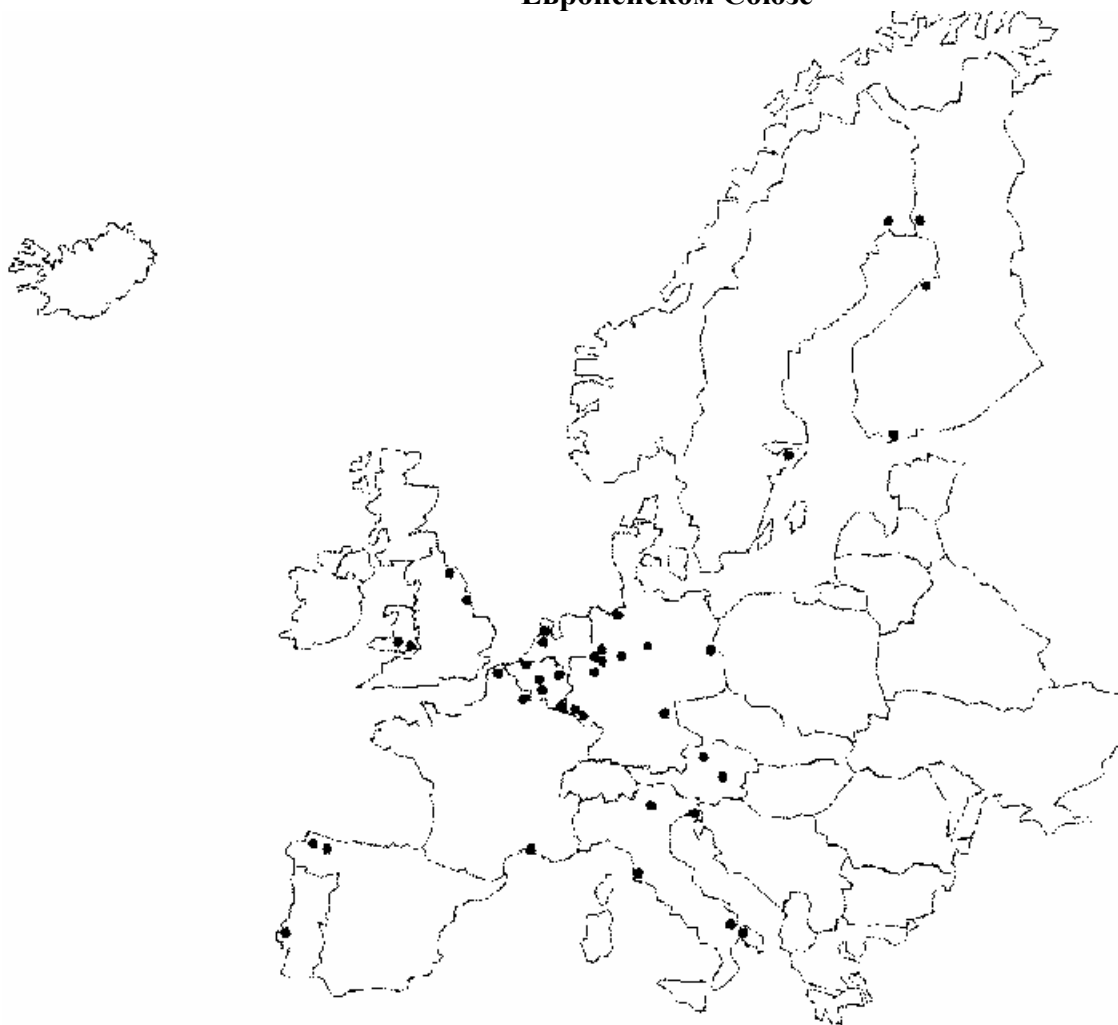
В 1995 г. среднее потребление стали в ЕС составляло 367 кг на душу населения (при разбросе значений от 152 кг/душу населения в Ирландии и 533 кг/душу населения в Италии).

Кроме того, рис. 1.2 демонстрирует снижение количества дуговых электропечей и кислородных конвертеров после 1990 г. при одновременном росте производительности как действующих, так и новых установок. Рост в 1995 г. отражает вступление трех новых государств-членов в ЕС.

1.2. Географическое распределение производства стали в ЕС

Размещение заводов с полным металлургическим циклом в ЕС с 15 государствами-членами показано на Рис. 1.3, на котором четко видна концентрация сталелитейных заводов вдоль угольного пояса Центральной Европы. При этом, заводы с полным металлургическим циклом находятся в большинстве государств-членов ЕС. Количество дуговых электропечей намного больше. В ЕС-15 расположено 246 дуговых электропечей. Их размещение не приводится на рисунке 1.3.

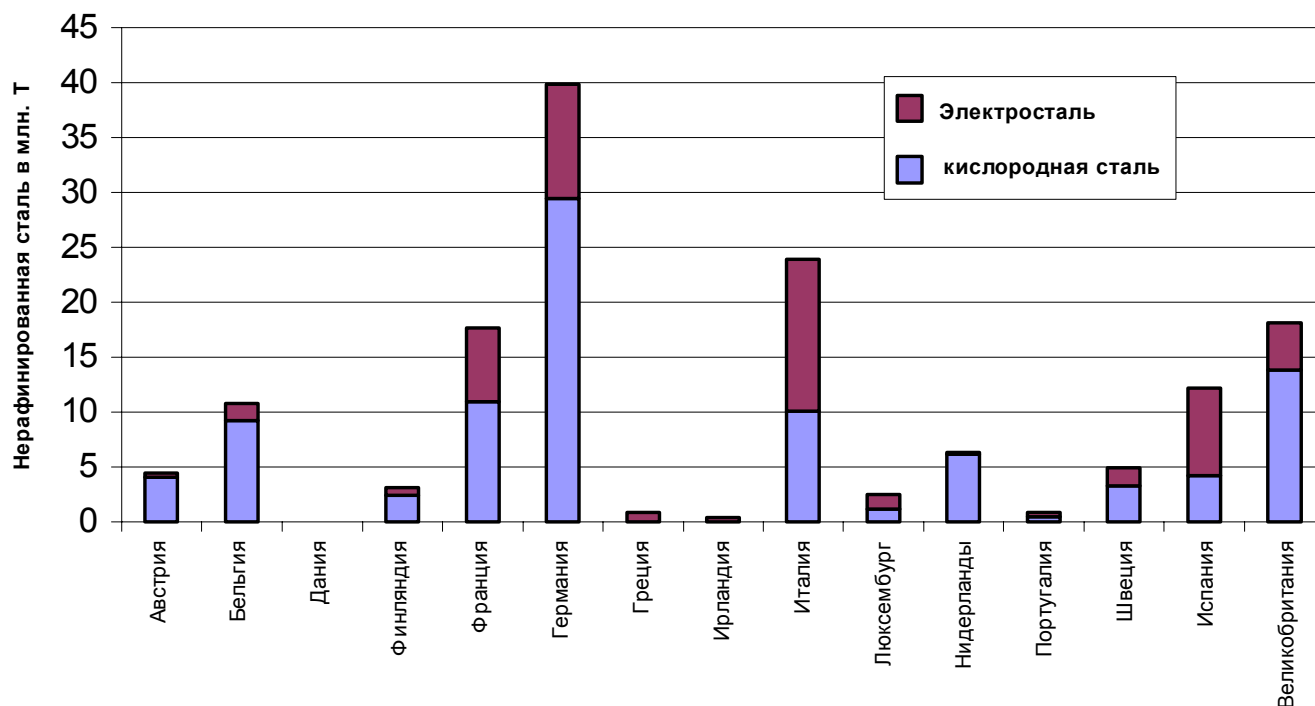
Рис. 1.3: Географическое распределение заводов с полным металлургическим циклом в Европейском Союзе



Из рис. 1.4 видно, что Германия имеет самую мощную сталелитейную промышленность в Европе с производством нерафинированной стали 40 миллионов тонн в 1996 г., т.е. 27% всей продукции ЕС-15. Второе место занимает Италия, на которую приходится 16% объема продукции ЕС-15. В 1996 г на шестерку основных производителей (Германия, Италия, Франция, Великобритания, Испания и Бельгия) в сумме пришлось 83% продукции ЕС-15.

Рис. 1.4: Производство стали в дуговых электропечах и кислородных конвертерах в государствах-членах ЕС в 1996 г.

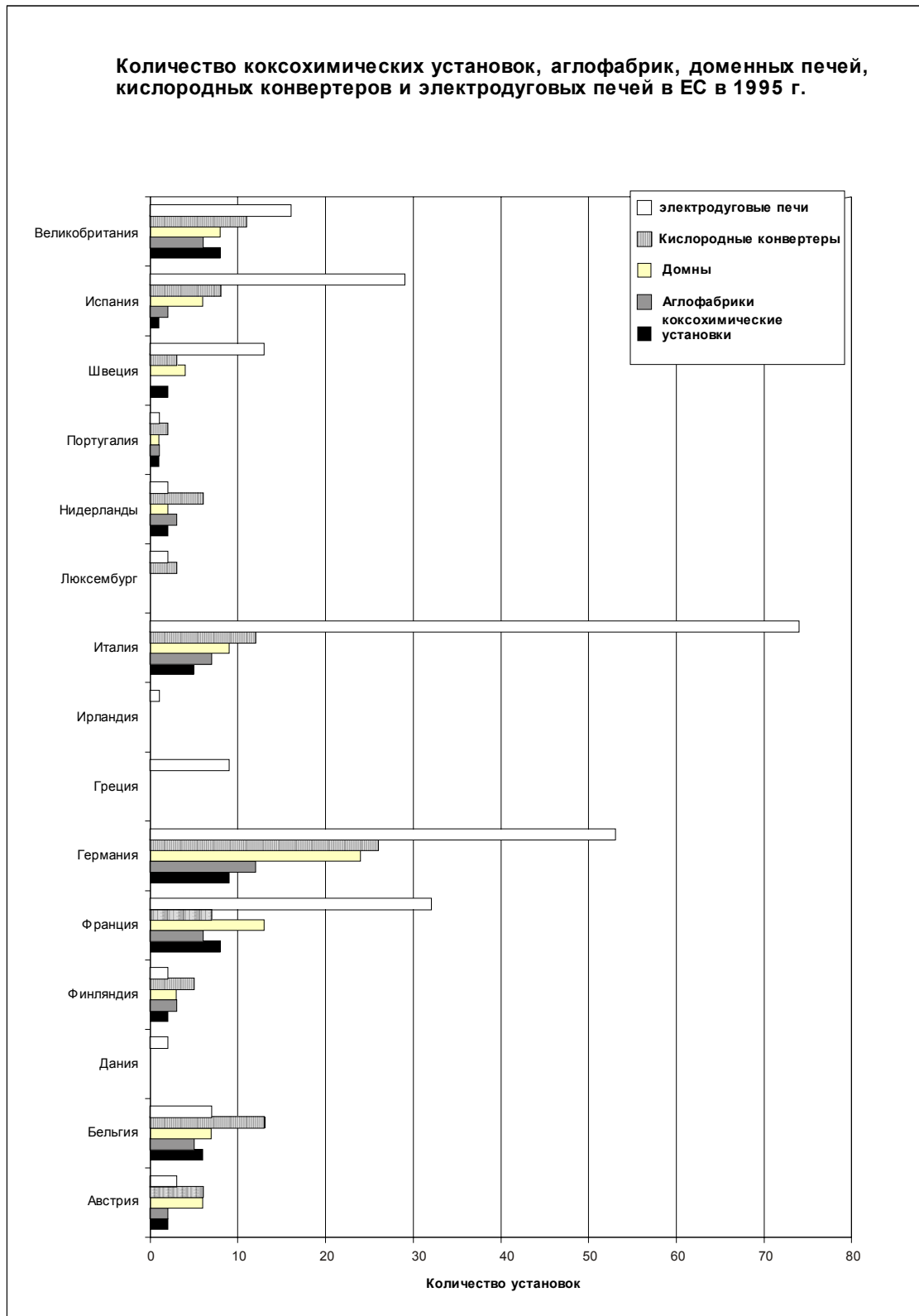
**Производство нерафинированной стали в Европейском Союзе в 1996 г.
Кислородно-конвертерным и электродуговым процессами**



В 1996 г. средний коэффициент использования производственных мощностей в ЕС составил 73,3%, с разбросом значений от 22,2% для Греции до 93,2% для Нидерландов.

Заводы ЕС-15, использующие основные производственные установки черной металлургии (коксохимические батареи, аглофабрики, домы, кислородные конвертеры и дуговые электропечи), представлены на Рис. 1.5.

Рис. 1.5: Количество заводов черной металлургии в ЕС-15



Обычно коксохимическая установка состоит из 2 – 4 коксовых батарей.

Распределение установок ЕС-12 по мощностям и другим техническим характеристикам приведено в Таблице 1.1, которая также включает данные по установкам непрерывной разливки (имеются только по ЕС-12).

Таблица 1.1: Количество и характеристика установок для производства чугуна и неагломерированной стали (коксовые батареи, агломерационные установки, доменные печи, кислородные конвертеры и установки непрерывной разливки стали) в ЕС-12 в 1993 г.

Таблица 1А: Коксовые батареи

Количество установок	Средний возраст (годы)		Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)		Среднее кол-во камер	Средние габариты печей			Произ-во 1993г. (млн.т)	
						Высота (мм)	Ширина (мм)	Длина (мм)		
106	27		17		40	4957	438	13590	34,1	
Годовая техническая производительность (ГТП) (в тыс.т. в год) для различных размеров коксохимических батарей, количество установок (№) для различных классов размеров и суммарная годовая производительность (СГП) для каждого класса (в млн.т. в год)										
ГТП	<200	200-299	300-399	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999	≥1000
№	35	25	16	9	3	13	2	0	0	3
СГП	5.43	6.03	5.31	3.84	1.59	8.22	1.43	-	-	4.17

Таблица 1Б: Агломерационные установки (агломерационная лента)

Кол-во аглолент	Средний возраст (годы)	Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)	Средняя ширина ленты (мм)	Средняя площадь агломашины (м²)	Среднегодовая производительность (тыс.т./год)		
47	23	16	3420	252	2521		
Распределение агломерационных лент по размеру в соответствии с общей площадью агломашины (в м²) (Площадь), количество установок (№) для различных классов размеров и суммарная годовая производительность (СГП) для каждого класса (в млн.т./год)							
Площадь	<100	100-199	200-299	300-399	400-499	500-599	≥600
№	5	19	7	4	8	2	2
СГП	2,8	31.9	17,3	13,1	37.9	10,6	4.9

Таблица 1.В: Доменные печи

Таблица 1.В. Доменные печи									
Кол-во печей	Средний возраст (годы)	Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)			Средний полезный объем (м³)	Средний диаметр печи (м)	Среднесуточная производительность (т/24час.)		
81	28	7			1721	9,4	3931		
Распределение доменных печей по размеру в соответствии с диаметром печи (в м) (ДП), количество домен (№) для различных классов размеров и суммарная суточная производительность (ССП) для каждого класса (в тыс.т/сутки)									
ДП	4,0-5,99	6,0-6,99	7,0-7,99	8,0-8,99	9,0-9,99	10,0-10,99	11,0-11,99	12,0-12,99	≥13
№	4	6	5	15	20	17	7	1	6
ССП	3,0	8,6	9,0	38,5	67,6	83,6	41,8	7,0	59,3

Таблица 1.Г: Кислородные конвертеры

Количество установок		Средний возраст (годы)		Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)		Средняя производительность (т/тонка)	
95		22		11		204	
Производительность плавки (П/П) и количество установок (№) для различных классов размеров (данные по суммарной годовой производительности (СГП) отсутствуют)							
П/П	50-99	100-149	150-199	200-249	250-299	300-349	350-399
№	17	12	17	18	13	13	5

Таблица 1.Д: Дуговые электропечи переменного тока (данные для дуговых электропечей постоянного тока, которых только 4, не включены в Таблицу)

Количество установок	Средний возраст (годы)		Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)		Средняя производитель плавки (т/плавку)		Средняя мощность трансформатора (1000 кВА)		Средне-годовая производительность (тыс.т./год)	
203	21		9		73		44		335	
Распределение дуговых электропечей в соответствии с их производительностью на плавку (П/П) (т/плавка), количество установок (№) для различных классов производительности и суммарная годовая производительность (СГП) для каждого класса (в млн. т./год)										
П/П	<20	20-39	40-59	60-79	80-99	100-119	120-139	140-159	160-179	≥180
№	19	27	28	44	33	18	18	9	4	3
СГП	0,3	2,6	5,3	15,6	15,1	9,3	9,6	7,2	1,8	1,4

Таблица 1.Е: Установки непрерывной разливки стали для производства заготовок или блюмов

Количество установок	Средний возраст (годы)	Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)		Количество установок, приданных кислородно-конверторному цеху		Среднегодовая производительность (тыс.т./год)	
149	16	8		30		514	
Годовая производительность (ГП) (в тыс.т./год) для различных размеров установок непрерывной разливки стали для заготовок и блюмов, количество установок (№) для различных классов размеров и суммарная годовая производительность (СГП) для каждого класса (в млн.т./год)							
ГП	<200	200-399	400-599	600-799	800-999	1000-1199	≥1200
№	17	47	29	29	18	4	5
СГП	2,3	14,1	14,3	20,0	15,5	4,2	6,2

Таблица 1.Ж: Установки непрерывной разливки стали для производства слабов

Количество установок	Средний возраст (годы)	Средний срок с момента последней значимой модернизации (годы)			Количество установок, приданных электросталеплавному цеху	Среднегодовая производительность (тыс.т./год)	
65	14	8			16	1399	
Годовая производительность (ГП) (в тыс.т./год) для различных размеров установок непрерывной разливки стали для слабов, количество установок (№) для различных классов размеров и суммарная годовая производительность (СГП) для каждого класса (в млн.т./год)							
ГП	<500	500-999	1000-1499	1500-1999	2000-2499	2500-2999	≥3000
№	10	11	14	14	10	4	2
СГП	3,5	7,1	17,8	23,0	21,9	11,0	6,6

Количество дуговых электропечей не совпадает с данными в п. 1.2, поскольку одна цифра относится к ЕС-12, а другая – к ЕС-15.

Разработка процесса непрерывной разливки стали оказала чрезвычайно положительное влияние на экономику сталелитейной промышленности в 1970-х и 1980-х гг. Однако, 1990-е гг. не были отмечены массовым внедрением новых технологий в ЕС. Скорее, предпочтение отдавалось усовершенствованию классических методов производства на различных стадиях (доменные печи, передельные металлургические заводы), что привело к значительному повышению эффективности во всей технологической цепочке. Это позволило значительно сократить потребление энергии и снизить уровень загрязнения окружающей среды при одновременном повышении качества продукции.

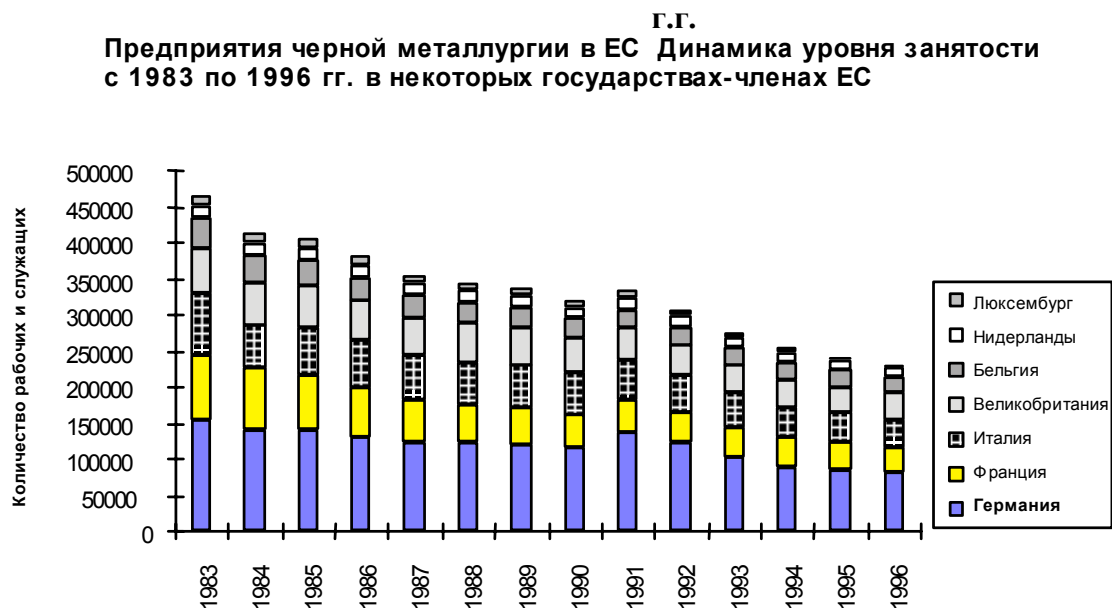
В период после 1993 г. было построено и введено в эксплуатацию несколько дуговых электропечей постоянного тока (три в Германии, две в Бельгии и одна во Франции).

1.3. Капиталовложения и уровень занятости в черной металлургии ЕС

Инвестиции в черную металлургию снизились с 5,9 миллиардов экю в 1991 г. до 2,7 миллиардов экю в 1994 г. (ЕС-12), но в 1996 г. последовал рост инвестиций до 4,0 миллиардов экю. Из них 16% было израсходовано на производство чугуна (аглофабрики, коксовые батареи и доменные печи), 13% на производство стали в электропечах, 4% на кислородно-конвертерное производство стали, 7% на установки непрерывной разливки стали, 31% на прокатные станы, а оставшаяся часть – на покрытия и прочее.

В странах ЕС уровень занятости на предприятиях черной металлургии в 1990-х гг. постоянно снижалась (Рис. 1.6) в связи со стабильным уровнем производства и его рационализацией. В результате внедрения новых технологий и методов работы в период с 1985 по 1994 гг. рост производительности достиг 64%. В 1995 г. на предприятиях черной металлургии ЕС-15 было занято около 330 тыс. человек при том, что большое количество работало в таких потребляющих металл отраслях, как строительство, автомобилестроение, машиностроение и т.д.

Рис. 1.6: Динамика уровня занятости в черной металлургии в странах ЕС-15 с 1983 по 1996



Для того чтобы объединить европейский рынок угля, чугуна и стали и способствовать его развитию, в 1951 г. было создано Европейское объединение угля и стали (ЕОУС) [Договор по ЕОУС, 1951].

Это явилось важным этапом в развитии отрасли черной металлургии в Европе, однако существование ЕОУС продлится только до 2002 г.

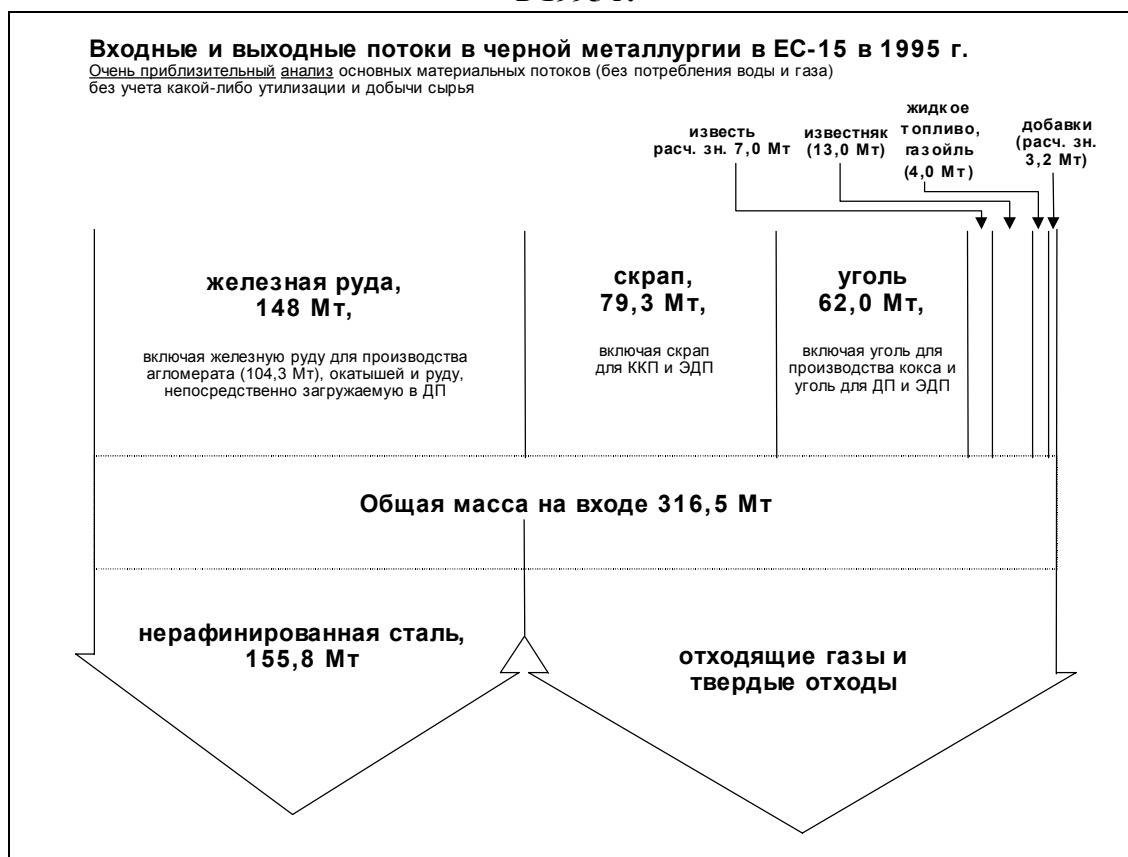
1.4. Экономическая ситуация

Глобализация мировой экономики оказала огромное влияние на сталелитейное производство, и эта тенденция будет сохраняться. Несмотря на застой рынка, а возможно и благодаря ему, в отрасли происходят интенсивные структурные изменения. Этот процесс характеризуется развитием новых технологических идей в производстве стали (например, мини-заводы по прокатке электростали, новые конструкции дуговых электропечей, новые технологии разлива стали и методы прямого восстановления железа или восстановительной плавки). Высокая рыночная конкуренция может привести к ускорению этих структурных изменений и способствовать консолидации в отрасли. Это видно по растущему количеству союзов, совместных предприятий и слияний компаний.

1.5. Воздействие черной металлургии на окружающую среду

Черная металлургия является весьма материало- и энергоемкой отраслью. На рис. 1.7 показана упрощенная схема материальных потоков и перечислены основные входные материальные потоки, а также приведен объем нерафинированной стали, произведенной в ЕС-15 в 1995 г. Этот рисунок показывает, каким образом больше половины потребляемого сырья превращается в отходящие газы и твердые побочные продукты/отходы.

Рис. 1.7: Анализ входных и выходных потоков материалов в черной металлургии в ЕС-15 в 1995 г.

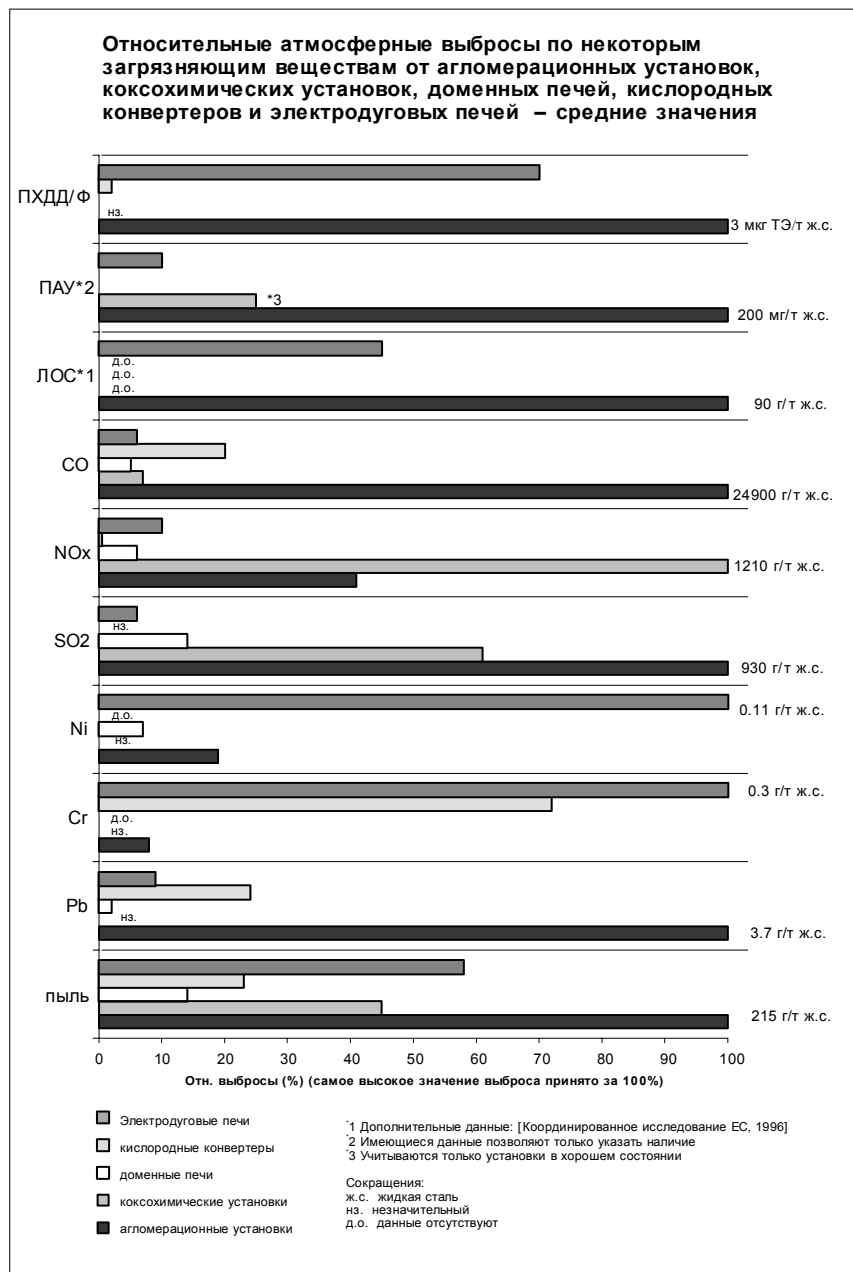


Анализ, приведенный на рис. 1.7, является упрощенным и демонстрирует только самые основные потоки материалов без учета их повторного использования и добычи сырья.

Наиболее важными действиями, направленными на решение проблем охраны окружающей среды, обычно считаются те, которые связаны с контролем выбросов в атмосферу и обращения с твердыми отходами.

Загрязнение воздуха остается важной проблемой. На заводах с полным металлургическим циклом производство агломерата является основным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, за ним следует коксохимическое производство (рис. 1.8).

Рис. 1.8: Сравнение относительных значений выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по некоторым загрязняющим веществам от аглофабрик, коксохимического производства, доменных печей, кислородных конвертеров и дуговых электропечей



На рисунке относительное значение 100% установлено для установок, отвечающих за самые высокие выбросы по каждому отдельному загрязняющему веществу (с данными по абсолютному удельному количеству). Выбросы от других классов установок представлены относительно установок, характеризующихся самыми высокими значениями выбросов.

Аглофабрики, доменные печи, кислородные конвертеры, коксохимическое производство и дуговые электропечи имеют самые высокие процентные значения по выбросам пыли. Выбросы в атмосферу от

дуговых электродов могут характеризоваться значительной концентрацией ртути и органических веществ, показанных на Рис. 1.8.

Первые шаги по контролю загрязнения воздуха были сделаны в направлении сбора и удаления пыли. В 80-х и 90-х гг. эффективность процессов удаления пыли постоянно повышалась (особенно эффективность вторичного обеспыливания). Это способствовало снижению непосредственно связанных с пылью выбросов тяжелых металлов, за исключением тех, которые характеризуются высоким давлением пара, напр., ртути. Также были предприняты попытки снизить выбросы SO₂ и NO_x. Кроме того, все больше внимания уделялось выбросам хлорорганических соединений, таких как полихлордibenзо-п-диоксины и –фуранов (ПХДД/Ф)¹, гексахлорбензола (ГХБ) и полихлорбифенилов (ПХБ) наряду с полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) и моноциклическими ароматическими углеводородами, особенно бензолом. Так называемые "диффузные" выбросы от установок и выбросы от неорганизованных источников также стали объектами контроля.

Вклад черной металлургии в суммарные выбросы в атмосферу в странах ЕС значителен по тяжелым металлам и ПХДД/Ф, однако он меньше по NO_x и SO₂ (Таблица 1.2).

Таблица 1.2: Вклад заводов с полным металлургическим циклом (агломерационное, коксохимическое, доменное, кислородно-конвертерное производства) и дуговых электродов в суммарные выбросы SO₂, NO_x, тяжелых металлов и ПХДД/Ф в ЕС-15.

Параметр	Год	Выбросы в ЕС-15 (т/г)	Доля черной металлургии (%)
SO ₂	1994	12088000 ^{*1,2}	расч. зн. 1,5 ^{*6}
NO _x	1994	12435000 ^{*1,2}	расч. зн. 1 ^{*6}
Cd ^{*3}	1990	200	19
Cr ^{*3}	1990	1170	55
Cu ^{*3}	1990	3040	5
Hg ^{*3}	1990	250	3
Ni ^{*3}	1990	4900	3
Pb ^{*3,4}	1996	12100	9 ^{*7,8}
Zn ^{*3}	1990	11100	35
ПХДД/Ф ^{*5}	1995	5800 г ТЭ	19

*1 производство энергии не включено

*2 источник информации [ЕЭА, 1997]

*3 источник информации [Отчет ТНО, 1997]; цифры относятся к металлургическим заводам с полным циклом (аглофабрики, коксохимическое, кислородно-конвертерное и электросталеплавильное производства)

*4 данные исправлены в связи с недавним существенным уменьшением содержания свинца в выбросах автотранспорта, источник информации [ЕЭК ООН по свинцу, 1998]

*5 источник информации [LUA NRW, 1997]

*6 рассчитаны с учетом коэффициентов выбросов, приведенных в гл. 3

*7 доля % будет увеличиваться с постепенным исключением свинца из состава бензина

*8 перекрестное сравнение с данными, приведенными на Рис. 1.8 и в главе, указывает на то, что доля % составляет только 4%.

¹ Полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД) и полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) являются чрезвычайно опасными загрязняющими веществами. Всего известно 75 конгенов ПХДД и 135 ПХДФ. Вследствие исключительно высокой токсичности некоторые представители этих соединений относят к категории суперэкоотоксикантов. Самыми опасными являются те из них, которые содержат атомы хлора (или брома) в положениях 2, 3, 7, и 8 (например, 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-п-диоксин или 2,3,7,8-ТХДД). Далее в настоящем тексте используется общая аббревиатура ПХДД/Ф.

Объемы пыли, отходов и побочных продуктов обычно высоки (Таблица 1.3). Утилизация и повторное использование достигли довольно высоких уровней, но сильно различаются по странам ЕС и нуждаются в дальнейшей оптимизации.

Таблица 1.3: Среднее удельное количество образования твердых остатков/отходов/побочных продуктов на заводах полного металлургического цикла и в электросталеплавильном производстве и средняя процентная доля их размещения на полигонах

Твердые отходы/примеси/ побочные продукты	Удельное количество (кг/т ЖС) ^{*1}	Доля размещаемых на полигонах отходов (%) ^{*2}
Агломерационные установки ^{*3}		
• пыль	0,99 - 15	?
Коксохимические установки ^{*4}	-	-
Доменные печи		
• пыль литейного двора	?	?
• пыль и шлам от очистки газов ДП	14	33
• шлак	280	2
Десульфурация чугуна	9 - 18	41
Кислородно-конвертерные процессы		
• крупные фракции пыли и шлама от очистки газов ККП	3 – 12 ^{*8}	42
• тонкие фракции пыли и шлама от очистки газов ККП	9 – 15 ^{*8}	12
• шлаки конвертера	99	26
• шлаки от чугуно- и сталеразливочных ковшей, миксеров и промежуточных разливочных устройств		
• шлаки внепечной обработки стали	34	9
• огнеупорные материалы от перекладки и ремонта	11 ^{*5}	?
	6	76
Электросталеплавильное производство		
• шлаки		
• углеродистая сталь	129	69
• низколегированная сталь	109	59
• высоколегированная и нержавеющая сталь		
• пыль от продувки печей и аспирации цехов	161	34
	15 ^{*6}	63 ^{*6}
Непрерывная разливка	4 - 6	- ^{*7}

^{*1} используемые переводные коэффициенты (средневзвешенное значение для всех кислородно-конвертерных производств стали в Европе); 940 кг чугуна/т ЖС

^{*2} доля % примесей, повторно используемых на самом заводе или других предприятиях

^{*3} пыль от агломерационных лент и систем охлаждения в цехах обычно полностью возвращается на агломерационные ленты, кроме некоторых случаев, когда пыль от последней стадии очистки на электрофильтрах размещают на полигоне; при применении скруббера для тонких фракций шлам от очистки стоков также размещают на полигоне (в Европе насчитывается лишь несколько таких примеров)

^{*4} полная утилизация/повторное использование таких побочных продуктов, как бензол, смолы, нафталин, серная кислота и элементарная сера

^{*5} среднее значение для трех кислородно-конвертерных цехов

^{*6} среднее значение для производств углеродистой, низколегированной и высоколегированной/нержавеющей стали

^{*7} вторичная окалина обычно возвращается в агломерационный процесс

^{*8} источник информации [Еврофер ККП, 1997]

Все данные взяты из [Исследование ЕС, 1996], если не указано иначе. Даны средние значения.

Сокращения: ЖС – жидкая сталь; ДП – доменная печь; ККП – кислородно-конвертерное производство.

Объем сбросов сточных вод от коксохимических установок значительно больше, чем от системы циркуляции воды доменных печей, кислородных конвертеров и установок непрерывной разливки.

Другими проблемами для черной металлургии являются шум, локальное загрязнение почв и загрязнение грунтовых вод.

Черную металлургию отличает высокое потребление энергии. Удельный расход энергии на 1 т жидкой стали, производимой по технологической цепочке с преобладанием угольного сырья - коксохимическое производство/производство агломерата/производство чугуна - составляет около 19,3 ГДж.

Это включает и потребление электроэнергии, которое составляет примерно 1,6 ГДж/т ЖС. Удельный расход энергии для электросталеплавильного производства составляет около 5,4 ГДж/т ЖС.

4. АГЛОМЕРАЦИОННЫЕ ФАБРИКИ

На рис. 4.2 (прим. редактора: используется нумерация рисунков как и в оригинальном издании, а также исходная нумерация разделов) приведена схема аглофабрики, на которой указаны основные источники выбросов, а на рис. 4.4. - дана общая схема входных и выходных материальных потоков. Аналогичные данные будут приведены также и перед началом каждого из разделов, посвященных коксохимическому, доменному, кислородно-конверторному и электросталеплавильному производствам. Поскольку в ЕС отсутствует мартеновское производство - данные для него отсутствуют в справочнике.

Рис. 4.2. Схематическая диаграмма агломерационной фабрики, показывающая основные источники выбросов

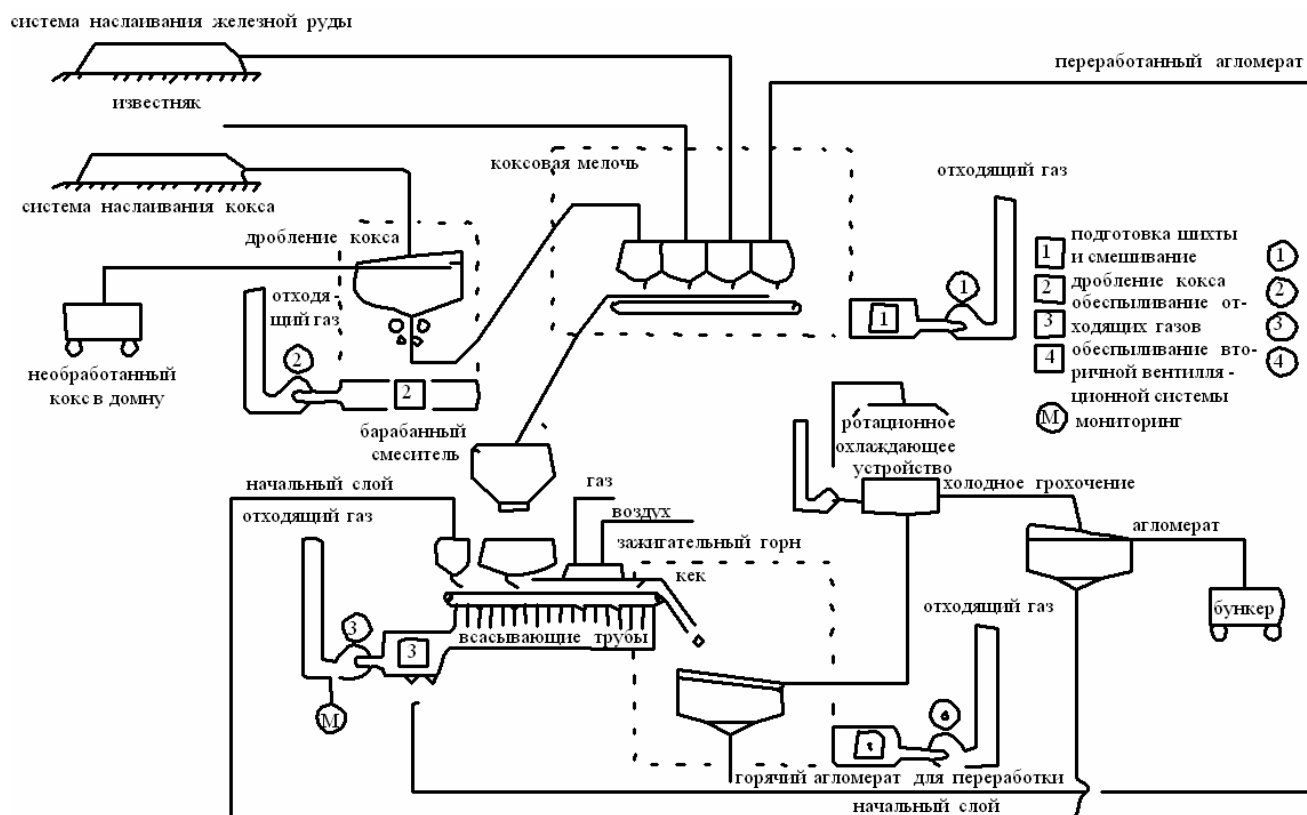
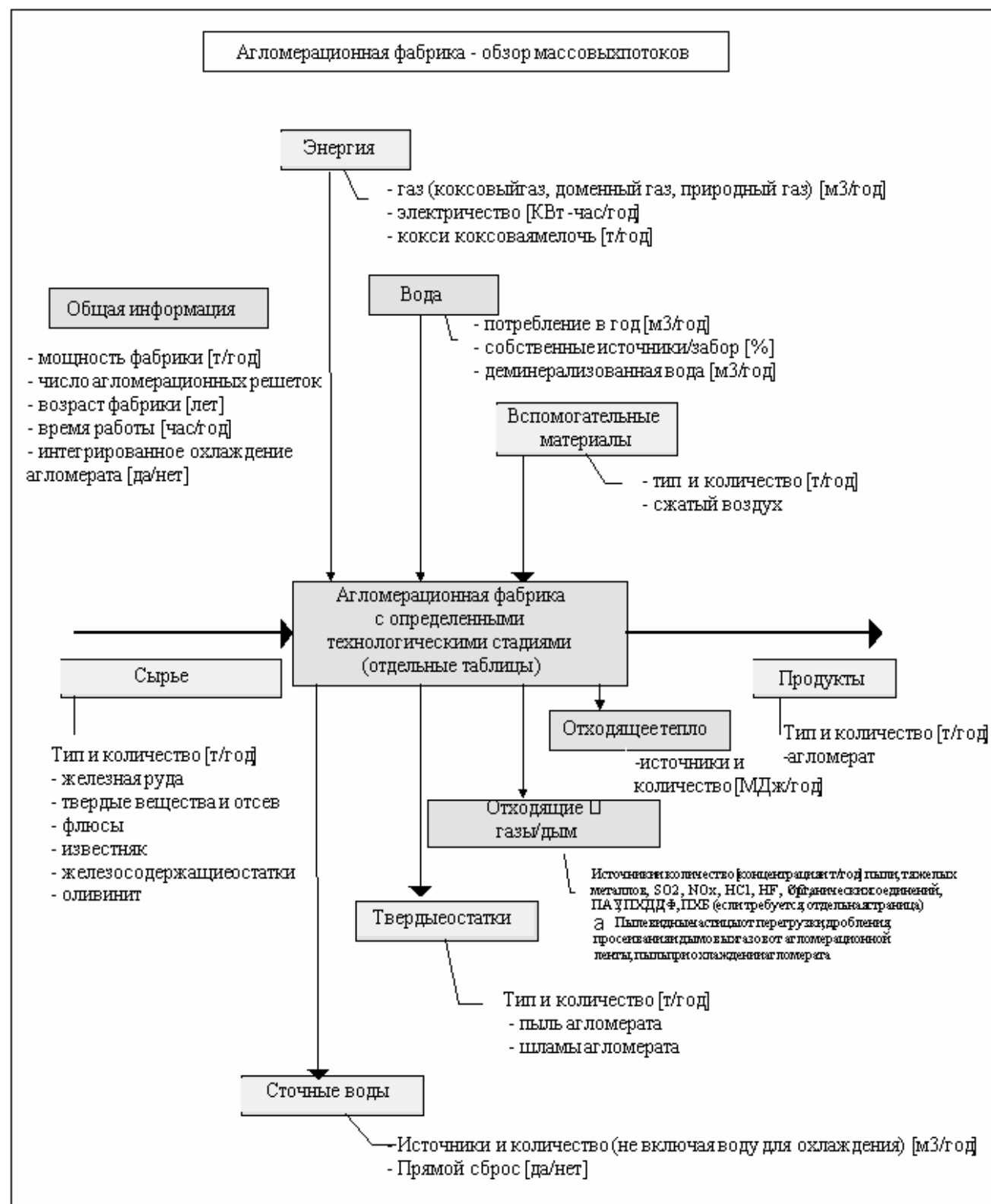


Рисунок 4.2. Общая схема материальных потоков агломерационной фабрики

Примечание редактора: В данном разделе приводится перевод только разделов, рассматривающих материальные



потоки и выводы по НДТМ

4.2. Современные уровни расхода/выбросов

4.2.1. Материальные потоки и вход / выходные данные

На основе баланса материальных потоков можно рассчитать удельные расходы и удельные выбросы. В табл. 4.1 приведены данные по пяти аглофабрикам пяти различных стран-членов Европейского союза. Тем самым обеспечивается представительная картина современных агломерационных фабрик.

Удельные выбросы приведены из расчета на одну тонну стали с целью упрощения суммирования выбросов из различных технологических операций.

Таблица 4.1: Данные по входу/выходу на пяти агломерационных фабриках в четырех странах-участниках Европейского Союза*

Ввод			Выход		
Сырьё			Продукты		
Железная руда	кг/т агломерата	680-850* ¹	Агломерат	кг/т агломерата	1000,0
Прочие железосодержащие материалы	кг/т агломерата	37-125	Газообразные выбросы		
Известь	кг/т агломерата	0,5-14	Пыль	г/т стали* ⁴	170-280* ⁵
Известняк	кг/т агломерата	105-190	Cd	г/т стали	0,002-0,04* ⁶
Добавки	кг/т агломерата	26-42	Cr	г/т стали	0,005-0,05* ⁶
Пыль доменного газа	кг/т агломерата	11-27	Cu	г/т стали	0,007-0,16* ⁶
Повторно используемые материалы	кг/т агломерата	42-113	Hg	мг/т стали	16-149* ¹³
Внутренний возврат агломерата после рассева	кг/т агломерата	230-375	Mn	г/т стали	0,02-0,4* ⁶
			Ni	г/т стали	0,002-0,04* ⁶
			Pb	г/т стали	0,04-7* ⁶
			Tl	г/т стали	0,005-0,03* ⁶
Энергия			V	г/т стали	0,005-0,02
Коксовый газ/природный газ	МДж/т агломерата	57-200* ²	Zn	г/т стали	0,002-1,8* ⁶
Кокс	МДж/т агломерата	1260-1380* ³	HCl	г/т стали	17-65
Электроэнергия	МДж/т агломерата	96-114	HF	г/т стали	1,4-3,5
			NOx	г/т стали	440-710
			SO ₂	г/т стали	900-1850
			CO	кг/т стали	13-43
Сжатый воздух	м ³ /т агломерата	1,2-3	CO ₂	кг/т стали	205-240* ⁷
			ЛОС* ⁸	г/т стали	150* ⁸
			ПАУ* ⁹	мг/т стали	115-915
			ПХДД/Ф	мкг ДЭ/т стали	0,5-6,5
Вода	м ³ /т агломерата	0,01-0,035	ПХБ* ¹⁰	мг/т стали	1-13
			Отходы/побочные продукты		
			Пыль* ¹¹	кг/т стали	0,9-15
			Шлам* ¹²	кг/т стали	0,3
			Сточные воды* ¹²	м ³ /т стали	0,06

- * Данные по выбросам представляют собой выбросы в воздух после очистки по всей технологической цепочке агломерационной фабрики (отходящие газы с ленты, участка охлаждения агломерата, воздух из цехов и т.д.)

Информация о методах сбора данных, такая как методы отбора проб, методы анализа, периоды отбора проб, методы расчета, отсутствует.

- *1 До 1065 кг/т агломерата в случае низкого содержания железа в руде
- *2 Расход зависит от эффективности работы установки зажигания
- *3 При 28650 кДж/кг коксовой мелочи: 44-48 кг коксовой мелочи/т агломерата
- *4 Использованы средневзвешенные расходные значения по всем доменным печам и кислородным конвертерам в Европе: 1160 кг/т чугуна; 940 кг чугуна/т стали
- *5 Приведены данные по электростатическому осаждению; в случае использования циклонов: 560-740 г пыли/т стали; в случае совместного использования электрофильтров и рукавных фильтров: 10-30 г пыли/т стали (один европейский завод) с агломерационной ленты; в случае мокрой очистки в скруббере: <110 г пыли/т стали (два завода в Европе)
- *6 Низкие значения в случае применения сухого тушения агломерата и мокрой очистки в скруббере после электростатического осаждения или электростатического осаждения с последующей очисткой в рукавных фильтрах
- *7 Значения до 425 кг CO₂/т стали в случае использования железной руды, содержащей карбонат железа (II), разлагающегося на FeO и CO₂.
- *8 Данные с одного завода; содержание летучих органических соединений непрерывно измеряли с помощью пламенной ионизации (11 циклов измерения)
- *9 Сумма EPA 16, рассчитанная по Borneff 6 (EPA 16=Borneff 6x4) с 2100 м³/т агломерата
- *10 Сумма всех ПХБ, рассчитанных по (Σ ПХБ 28+52+101+153+138+180) x 5) (коэффициент 5 исследованию ЕЭК ООН 1997 г.): 2100 м³ отходящего газа/т агломерата; данные только по двум заводам
- *11 В случае, если часть пыли направляют в отвалы (пыль из последней зоны электрофильтра)
- *12 При применении мокрой очистки в скруббере
- *13 Более высокое значение при содержании Hg в железной руде в соответствующих количествах

Таблица 4.2: Объемы выбросов в воздух (после очистки) на отдельных участках агломерационных фабрик*¹

	Пыль (г/т стали)	HF (г/т стали)	HCl (г/т стали)	SO ₂ (г/т стали)	NO _x (г/т стали)	CO (г/т стали)	CO ₂ (кг/т стали)	ЛОС (г С/т стали)	ПАУ (мг/т стали)* ²	ПХДД/Ф (мкг/т стали)* ³	ПХБ (мг/т стали)
Аглофабрика											
-дробление/ шихтовка	<5	н/с	н/с	н/с	н/с	Н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с
-диапазон данных (№ данных) по выбросам с агломерационной ленты* ⁴ x±s	100-480 * ⁶ (23) 220±100	0,4-57 (18)	23-95 (9)	490-3000 (32) 1100±600	75-1600 (26) 55±310	7600-42500(24) 23500±7300	н/д	50-150* ¹¹ (7) 108±36	н/д	1-10* ³	н/д
-зона разгрузки * ⁴	10-270* ⁷	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с
Охлаждение агломерата* ⁴	40-450* ⁸	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с
-атмосфера в цехах	-* ⁹	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с	н/с
-данные с пяти аглофабрик* ¹⁰	См. табл. 4.1 «Ввод / выход на агломерационных фабриках»										

Обозначения: x±s = средняя величина и стандартное отклонение (рассчитываются при наличии достаточного количества данных); VOC – летучий органический углерод; н/с – несущественные выбросы; н/д – данных нет.

*1 Использованы средневзвешенные расходные значения по всем Европейским доменным печам и кислородным конвертерам: 1160 кг/т чугуна; 940 кг чугуна/т стали; Объемы выбросов по тяжелым металлам даны в таблице «Ввод / выход на агломерационных фабриках»

*2 Сумма EPA 16, рассчитанная по Borneff 6 (EPA 16=Borneff 6x4) с 2100м³/т агломерата

*3 В μ [I-TEQ/т стали], данные из [LAI, 1995; Theobald I, 1995; UN-ECE, 1997; LUA NRW, 1997]

*4 Данные из [EC Study, 1996]

*5 Данные из [EC Study, 1996], без учета 10 наименьших и наибольших значений (не имело смысла) и без учета циклонов в качестве средств газоочистки вследствие чего объемы выбросов намного выше (коэффициент 2-4).

*6 Расчет из [EC Sinter/BF, 1995]: 2100 м³ отходящего газа/т агломерата, подтвержденный имеющимися данными с других аглофабрик.

*7 Данные только с одной агломерационной фабрики; очень часто отходящий газ подвергают обработке вместе с другими газовыми потоками, например, с цеховыми газами и газами зоны охлаждения агломерата.

- *8 Расчет из [EC Sinter/BF, 1995]: 2000 м³ отходящего газа/т агломерата, подтвержденный имеющимися данными с других аглофабрик; очистка отходящего газа в циклонах снижала выбросы до 100-450 г/т стали, а применение рукавных фильтров обеспечивало еще большее снижение до 40-110 г/т стали.
- *9 Газ из цехов после пылеочистки часто подвергают дальнейшей обработке вместе с отходящими газами других участков, например, участка охлаждения агломерата и/или участков выгрузки/рассева
- *10 Коэффициенты выбросов по 5 агломерационным фабрикам в ЕС 15, включая все источники выбросов, приведены в табл. 4.1 «Вход / выход на агломерационных фабриках»
- *11 Дополнительные данные с агломерационной фабрики, расположенной в Германии (11 измерений). Источник [Dropsch, 1997].

4.2.2. Информация по отдельным выбросам от источников загрязнений

Как отмечалось, газообразные выбросы из агломерационного производства и, особенно, с агломерационной ленты, имеют существенное экологическое значение. Применение для уменьшения выбросов в атмосферу природоохранных технологий и средозащитного оборудования может приводить к уменьшению выбросов и сбросов на разных стадиях технологической схемы.

4.2.2.1. Приведенная ниже подробная информация относится как к энергетическим аспектам, так и выбросам в атмосферу, сбросам в воду, и построена по следующей схеме:

- Выбросы твердых частиц в процессе перегрузки, дробления, отсева и конвейерной транспортировки агломерационной шихты и готового продукта.
- Выбросы отходящих газов с ленты агломерационной машины.
- Выбросы твердых частиц при охлаждении агломерата.

4.2.2.2. Информация о сбросах в воду

- Сточные воды после очистки отходящего газа (выборочно)
- Охлаждающая и промывочная вода

4.2.2.3. Информация о твердых выбросах

- Твердые выбросы из газоочистки (выборочно).

4.2.2.4 Информация об энергетических аспектах

- Энергетическая потребность

4.3. Технологии, предлагаемые для использования в качестве НДТМ

В данном разделе рассматриваются технологии как интегрированные в процесс, так и используемые «на конце из трубы» с целью охраны окружающей среды и экономии энергии на агломерационных фабриках. Приводится описание каждой технологии, ее применимость, достигнутый уровень выбросов и их мониторинг, воздействие на различные среды, перечень заводов, применяющих рассматриваемые технологии, технологические данные, экономические показатели и стимулы, направленные на реализацию задач (там, где эти данные имеются в наличии и относятся к рассматриваемой теме).

4.4. Выводы

Для понимания данной главы и ее содержания мы возвращаем внимание читателей к предисловию документа и, в особенности, к пятому разделу предисловия: "Как понимать и применять данный документ". Технологии и соответствующие выбросы и/или уровни расхода сырья и материалов, или диапазоны этих уровней, оценивались посредством многостадийного процесса, включающего следующие этапы:

- идентификация ключевых экологических вопросов по промышленному сектору; для агломерационных фабрик это - пыль, тяжелые металлы, NO_x, SO_x, диоксины и эффективность использования энергии (КПД).
- изучение технологий, наиболее подходящих для решения ключевых вопросов;
- идентификация лучших экологических показателей, на основании данных, имеющихся в Европейском Союзе, и международной информации.
- изучение условий, при которых достигаются эти показатели: затраты, воздействие на различные среды, основные движущие силы, способствующие внедрению данных средств;

- выбор наилучших доступных технических методов (НДТМ) и соответствующих уровней выбросов и/или расходов по данной отрасли промышленности в общем смысле в соответствии со Статьей 2 (11) и Приложением IV Директивы.

Экспертная оценка, сделанная Европейским бюро директивы комплексного предотвращения загрязнений и контроля (ИРПС) и соответствующей Технической рабочей группой (ТРГ), играет ключевую роль на каждом из указанных этапов и обуславливает способ представления информации в данном документе.

На основе этой оценки в данной главе представлены технологии и, по возможности, уровни выбросов и потребления ресурсов, связанные с использованием НДТМ, которые рассматриваются в качестве приемлемых для данной отрасли промышленности в целом, и во многих случаях отражают текущие эксплуатационные характеристики отдельных видов оборудования, используемого в данной отрасли. Там, где представлены уровни выбросов и потребления ресурсов, «обусловленные применением наилучших доступных технических методов», следует понимать, что приведенные отражают экологическую результативность, полученную в результате применения в данном секторе вышеперечисленных технологий с учетом баланса затрат и достижений по определению НДТМ. Однако, приведенные данные не являются предельными значениями выбросов и потребления ресурсов и не должны пониматься таковыми. В некоторых случаях технические возможности позволяют снизить уровни выбросов или потребления ресурсов и материалов, но в связи с затратами или воздействием на различные среды их не рассматривают в качестве соответствующих НДТМ для данной отрасли в целом. Тем не менее, такие уровни могут рассматриваться как оправданные в более специфических случаях, когда имеются особые стимулы.

Уровни выбросов и потребления ресурсов, ассоциируемые с использованием НДТМ необходимо рассматривать в сочетании с приведенными конкретными условиями (например, период выведения среднего значения).

Концепцию описанных выше «уровней, ассоциированных с НДТМ» следует отделять от термина «достижимый уровень», также применяемый в данном документе. Когда уровень описывают как «достижимый» при использовании определенных технологий или их комбинации, это следует понимать как означающее уровень, который, как ожидается, может быть достигнут через значительный период времени на правильно эксплуатируемом и хорошо отлаженном оборудовании или в процессе с использованием указанных технологий.

Там, где возможно, имеющие данные по затратам приводятся вместе с описанием технологий, перечисленных в предыдущей главе. Эти цифры дают приблизительное представление о размере требуемых затрат. Однако фактические затраты на внедрение технологии зависят в значительной мере от конкретной ситуации, например, от величины налогов, размера отчислений и технических характеристик оборудования, о котором идет речь. В данном документе не представляется возможным дать полную оценку таким специфическим локальным факторам. При отсутствии данных по затратам, заключение по экономической целесообразности технологии производят на основании данных, имеющихся для действующего оборудования.

Предусматривается, что общие положения НДТМ в данной главе могут быть использованы для оценки текущих эксплуатационных характеристик установки или для рассмотрения предложения по новой установке и, тем самым, позволят предусмотреть конструктивные особенности новых установок, чьи эксплуатационные характеристики будут соответствовать или даже превосходить общие уровни НДТМ, предложенные здесь. Также считается, что характеристики многих действующих установок можно со временем поднять до общего уровня НДТМ или превзойти его.

Следует отметить, что справочники по наилучшим доступным техническим методам не устанавливают правовых и обязывающих стандартов. Они предназначены для информационного обеспечения и ориентации отраслей промышленности, государств-членов и общественности по достижимым уровням выбросов и сбросов при условии использования специфических технологий. Соответствующие предельные значения по каждому конкретному случаю необходимо определять, принимая во внимание цели, изложенные в Директиве ИРПС, и местные условия.

Для агломерационных фабрик нижеследующие технологии или их сочетание рассматриваются как НДТМ. Порядок приоритетов и выбора технологий зависит от местных условий и не является постоянным. Любая другая технология или комбинация методов, обеспечивающих аналогичную или повышенную эксплуатационную характеристику или эффективность, также могут быть приняты во внимание; такие технологии могут быть в стадии разработки, создания или в наличии, но не упомянуты/описаны в данном документе.

1. Удаление пыли из отходящего газа путем применения:

- современных методов электростатического осаждения (ЭСО) в электрофильтрах (электрофильтры с движущимся электродом, ЭСО плюс импульсная система, эксплуатация ЭСО с высоким напряжением...) или
- электростатического осаждения плюс рукавных фильтров или
- предварительного улавливания пыли (например, электрофильтров или циклонов) плюс мокрой очистки газа в скрубберах под высоким давлением.

Использование данных технологий позволяет снизить при нормальных условиях концентрацию пыли в выбросах до $< 50 \text{ мг/Нм}^3$. В случае применения рукавных фильтров концентрация пыли в выбросах снижается до $10\text{-}20 \text{ мг/Нм}^3$.

2. Рециркуляция отходящего газа при условии, что качество агломерата и производительность не будут существенно ухудшены:

- рециркуляция части отходящего газа со всей поверхности агломерационной ленты, или
- секционная рециркуляция отходящего газа.

3. Снижение до минимума выбросов ПХДД/Ф за счет:

- Рециркуляции отходящего газа.
- Очистки газа, отходящего с агломерационной ленты:
 - применение мокрой очистки в скруббере позволяет достичь выбросов $< 0.4 \text{ нг ДЭ/м}^3$;
 - рукавные фильтры с добавлением порошка лигнитового кокса также обеспечивают низкие выбросы ПХДД/Ф (сокращение выбросов $> 98\%$, $0,1\text{-}0,5 \text{ нг ДЭ/м}^3$ – этот интервал значений был получен в течение 6 часов произвольного отбора проб при стабильной эксплуатации оборудования).

4. Снижение до минимума выбросов тяжелых металлов

- Применение мокрой очистки в скрубберах с целью удаления растворимых в воде хлоридов тяжелых металлов, особенно хлоридов свинца, обеспечивает эффективность очистки $> 90\%$ или применение рукавных фильтров с добавками извести.
- Исключение возврата пыли из последней зоны электрофильтра на агломерационную ленту, складирование этой пыли в специально подготовленных хранилищах (с экранированным ложем, не пропускающим воду, сбор и обработка отработанных растворов) возможно после осветления воды с последующим осаждением тяжелых металлов с целью направления минимального количества отходов в хранилища.

5. Минимизация твердых отходов

- Рециклинг отходов, содержащих железо и углерод, на металлургических заводах с полным циклом, принимая во внимание содержание масла в отдельных побочных продуктах ($< 0,1\%$).
- По образованию твердых отходов следующие технологии рассматриваются в качестве НДТМ в порядке по приоритетам:

- Сведение до минимума производства отходов.
 - Селективный возврат отходов в агломерационный процесс.
 - При условии отсутствия условий для повторного использования отходов на агломерационной фабрике, по возможности, осуществлять их утилизацию на стороне.
 - При условии, что повторное использование всех твердых отходов невозможно, то единственным вариантом может быть их контролируемое хранение в сочетании с принципом минимизации.
6. Снижение содержания углеводородов в шихте агломерата и отказ от применения антрацита в качестве топлива.
- Содержание масла в побочных продуктах/отходах можно снизить до $> 0,1\%$.

7. Утилизация тепла

Можно утилизировать тепло отходящего газа при охлаждении агломерата, а в некоторых случаях – тепло отходящего газа агломерационной ленты. Применение рециркуляции отходящего газа можно также рассматривать как форму утилизации тепла.

8. Снижение до минимума выбросов SO_2 (в качестве примера):

- Снижение количества серы в шихте (использование коксовой мелочи с низким содержанием серы и сведение до минимума расхода коксовой мелочи, применение железосодержащего сырья с низким содержанием серы); данные меры могут обеспечить снижение концентрации SO_2 в выбросах до < 500 мг/м³.
- Применение десульфурации при мокрой очистке отходящего газа позволяет снизить выбросы SO_2 более, чем на 98% и концентрации SO_2 в выбросах < 100 мг/м³.

Принимая во внимание высокую стоимость десульфурации при мокрой очистке отходящего газа, её следует применять только в случаях, когда требования к охране окружающей среды не могут быть выполнены с использованием других способов очистки.

9. Снижение до минимума выбросов NO_x (в качестве примера):

- рециркуляция отходящего газа
- денитрификация отходящего газа, включая
- процесс регенерации с активированным углем
- селективное каталитическое восстановление

Принимая во внимание высокую стоимость денитрификации отходящего газа, её следует применять только в случаях, когда требования к охране окружающей среды не могут быть соблюдены с использованием других способов очистки.

10. Сбросы сточных вод

Это относится только к использованию промывочной воды или воды от мокрой очистки газа. В указанных случаях сточные воды, поступающие в окружающую среду, необходимо подвергать обработке осаждением тяжелых металлов, нейтрализацией и фильтрацией через песочный фильтр. В результате можно добиться концентрации токсичных органических соединений $< 0,1$ мг/л и концентрации тяжелых металлов < 20 мг/л по углероду в 1 л (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

В случае использования свежей воды необходимо обращать внимание на содержание солей.

Охлаждающую воду можно использовать по замкнутой схеме (возвращать в технологический процесс).

В принципе технологии по пунктам 1-10 применимы как для новых, так и для действующих установок с учетом изложенного в предисловии.

4.5. Новейшие технологии и будущие разработки

В этом разделе упомянуты технологии, которые еще не применяются в промышленном масштабе или которые применяются в промышленном масштабе, но еще не нашли широкого распространения в черной металлургии.

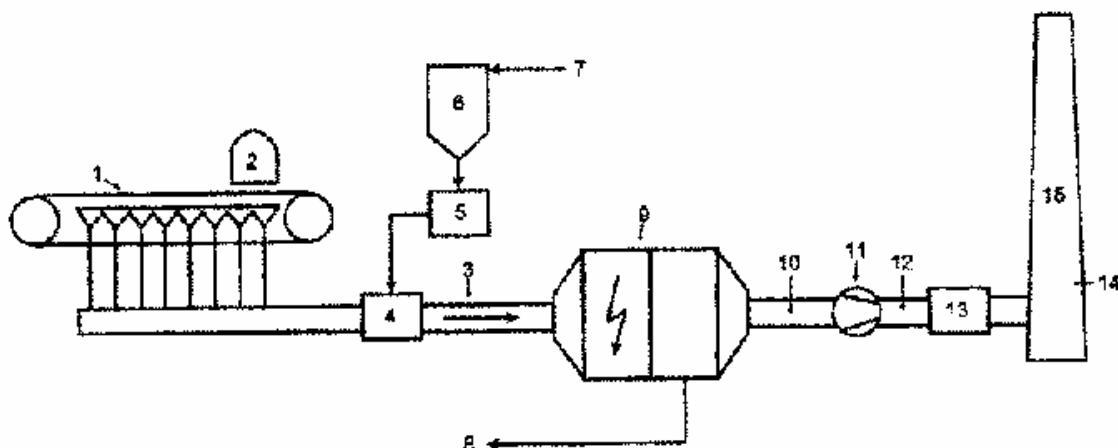
Кроме того, следует отметить, что новые технологии производства чугуна могут в будущем значительно снизить потребность в агломерационных фабриках. Новые технологии производства чугуна описаны в главе 11.

4.5.1. Удаление ПХДД/Ф

С целью снижения выбросов ПХДД/Ф и других особо опасных органических загрязняющих веществ, присутствующих в микроколичествах, применяются технологии очистки «на конце трубы», такие как вдувание порошка лигнитового кокса с последующей очисткой в рукавном фильтре (КТ2) или технология мокрой очистки в скруббере с последующей очисткой отходящей воды (КТ4). Другой возможностью является применение адсорбции и, при необходимости, последующего каталитического окисления указанных загрязняющих веществ. С целью разработки способов снижения выбросов ПХДД/Ф агломерационных фабрик операторы агломерационных фабрик в Германии, а также заводов Sidmar N.V., B-Gent, основали в сотрудничестве с Объединенным немецким союзом металлургов ассоциацию. Недавно «Соллак» (ЮСИНОР, Франция) присоединился к этой группе металлургических компаний. Данная ассоциация поставила своей целью разработать процесс, который, помимо своей надежности, не требует воды и может быть применен на действующих заводах. На основе предварительных экспериментов и расчета затрат ассоциация построила пилотную установку на заводе фирмы «Тиссен Крупп Шталь АГ» в Дуйсбурге. Процесс включает стадию адсорбции (реактор с направленным потоком), находящийся в эксплуатации электрофильтр и также действующую установку окислительного катализа (рис.4.24). Устройство по вдуванию лигнитового кокса (см.КТ2) в качестве адсорбента в основной газовой поток сырого газа установлено примерно в 27 м перед электрофильтром. Дозирующее устройство позволяет изменять расход адсорбента в пределах от 0 до 300 мг/м³. ПХДД/Ф в основном присутствуют в газообразном состоянии и адсорбируются порошком лигнитового кокса. Затем они осаждаются на электрофильтре и возвращаются на агломерационную ленту. Остаток ПХДД/Ф разрушается до $< 0.1 \text{ нг ТЭ}^2/\text{Нм}^3$ на ячеечном катализаторе, расположенном между дымососом и дымовой трубой. Однако величины $< 0.1 \text{ нг ТЭ}/\text{Нм}^3$ после каталитического окисления на практике не были достигнуты. Предварительные испытания без использования каталитического окисления показали жизнеспособность процесса.

² Тонноэквивалентное

Рис. 4.24. Блок-схема системы очистки отходящего газа со стадией адсорбции и каталитическим конвертером



1	Агломерационная лента	9.	Электрофильтр
2	Зажигательный горн	10	Измерение концентрации пыли и ПХДД/Ф
3	Основной газоход с реактором	11	Дымосос
4	Инжекционные трубы	12	Измерение состава отходящих газов
5	Дозатор с пультом управления	13	Каталитический конвертер
6	Накопитель с адсорбентами	14	Измерение содержания ПХДД/Ф
7	Наполняющее устройство	15	Дымовая труба
8	Возврат пыли		

6. Коксохимические предприятия

Пиролиз угля заключается в нагреве угля без доступа воздуха для получения газов, жидких веществ и твердого остатка (полукокса или кокса). Пиролиз угля при высоких температурах называют коксованием (карбонизацией). В этом процессе температура дымовых газов обычно составляет 1150°C - 1350°C , что обеспечивает не прямой нагрев кокса до температуры 1000°C - 1100°C в течение 14-24 ч. В результате получают доменный и литейный кокс. Кокс является основным восстановительным агентом в доменной печи. Его нельзя полностью заменить другими восстановителями, например, углем. Кокс выполняет как функции опорного материала, так и матрицы, через которую газ циркулирует в колонне шихтовых материалов.

Только некоторые угли, например, коксующиеся и битуминозные, обладающие необходимыми пластическими свойствами, пригодны для производства кокса, и, как в случае с рудами, несколько типов углей можно примешать с целью улучшения производительности доменных печей, продления срока службы коксовых батарей и т.д.

Удельные значения поступающих на передел материалов, а также удельные значения выбросов можно подсчитать. Такие данные представлены в таблице 6.2. Данные относятся к 11 коксохимическим заводам стран-членов Европейского Союза.

Таблица 6.2: Данные по входу сырья / выходу продукции на одиннадцати коксохимических предприятиях четырех различных государств-членов Европейского Союза*

Ввод			Выход		
Сырьё			Продукты		
Уголь (сухой)	кг/т кокса	1250-1350	Кокс (сухой)	кг/т	1000,0
			Коксовый газ*	МДж/т стали	2500-3200
			Пар *	МДж/т стали	3-90/500* ⁴
Энергия			Газообразные выбросы		
Доменный газ + коксовый газ	МДж/т кокса	3200-3900	Пыль	г/т стали* ³	17-15* ¹
Электроэнергия	МДж/т кокса	20-170* ¹	SO _x	г/т стали	27-950* ⁵
			NO _x	г/т стали	230-600* ¹
			NH ₃	г/т стали	0.8-3.4
			H ₂ SO ₄	г/т стали	0.7* ⁶
Пар	МДж/т кокса	60-300* ²	HCN	г/т стали	0,02-0,4
			H ₂ S	г/т стали	4-20* ¹
			CO	г/т стали	130-1500* ¹
Сжатый воздух	Нм ³ /т кокса	7-15	CO ₂	г/т стали	175-200
			CH ₄	г/т стали	27* ⁷
			ЛОС* ⁸	г/т стали	4-8
Технологическая вода (≠ охлаждающей воде)	м ³ /т кокса	0,8-10	Бензол	г/т стали	0,3-15* ⁹
			ПАУ* ¹⁰	г/т стали	170-500* ¹¹
			Отходы/побочные продукты		
			Бензол	Кг/т кокса	8-15
			H ₂ SO ₄ * ⁶	кг/т кокса	4-9
			Смола	кг/т кокса	25-46
			(NH ₄) ₂ SO ₄ в виде SO ₄ ²⁻ * ¹²	кг/т кокса	1,7-3,4
			Сера * ¹³	кг/т кокса	1,5-2,3
			Сточные воды	м ³ /т кокса	0,3-0,4

Сокращение: ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

* Подробные данные по другим коксохимическим заводам отсутствуют; представлены данные за 1996 г. Представлены данные по выбросам после очистки; они не отражают количество выбросов в процессе перегрузок и транспортировки угля и кокса, поскольку такая информация отсутствует, и эти выбросы не столь существенны. Также нет информации по методам отбора проб, периодичности отбора проб и методах расчета.

- *1 Высокие показатели для старых заводов (которым более 20 лет)
- *2 На старых заводах (более 20 лет) расход пара может составлять 1200 МДж/т кокса
- *3 Усредненное значение расхода (взвешенные средние показатели всех европейских доменных печей и кислородных конверторов): 358 кг кокса/т чугуна; 940 кг чугуна/т стали
- *4 Высокие показатели при использовании сухого тушения кокса с утилизацией тепла в виде пара. 90 МДж/т стали – данные, полученные на двух предприятиях, построенных 14 и 15 лет назад; 500 МДж/т стали получено на предприятии, введенном в эксплуатацию 7 лет назад (см ТР. 7)
- *5 Высокие значения в случае коксового газа без десульфурации; удельные выбросы SO_2 составляют 27- 300 г/т стали в случае десульфурации (более высокое значение в этом диапазоне означает недостаточную степень десульфурации)
- *6 В случае, если SO_2 превращается в H_2SO_4 в качестве конечного продукта.
- *7 Имеются данные только с одного завода.
- *8 Летучие органические соединения без метана
- *9 Низкие значения по одному из молодых предприятий (около 5 лет)
- *10 ПАУ по ЕРА (16 ПАУ)
- *11 Данные только по двум заводам.
- *12 В случае поглощения SO_2 раствором аммиака
- *13 В случае поглощения SO_2 и восстановления серы до элементарной серы

Таблица 6.3. Завершение информации, приведенной в таблице 6.2 по объемам выбросов в воздух (после очистки) из основных процессов коксохимического производства

Операция/ учас-ток	Предприятия	Пыль (г/т стали)	CH ₄ (г/т.стали)	Алифат. УВ (гС/т стали)	Бензол (г/т стали)	Бензол(а)п ирен (БаП) (мг/т стали)	ПАУ (мг/т стали)	CO (г/т стали)	SO ₂ (г/т стали)	H ₂ S (г/т стали)	NH ₃ (г/т стали)	NOx (г/т стали)
Загрузка	«Старые заводы»* ³	1-15	17		34	3,5		7-13				
	[Айзенхут, 1990]				34-570	0,5-5* ⁵	5-74* ⁵					
	[Коксохимическ ие заводы ЕС, 1993]	0,1-3,5	0,02-25	0,003-10	2-400	0,007-1,5		0,02-24	0,003-3	<0,1		
	Кайзерштуль- 96* ⁴	0,3			3	0,01		0,3				
Карбониза ция												
Двери	«Старые заводы»* ³	4			335	19						
	[Айзенхут, 1990]				2700- 4700* ⁶ 70-100* ⁷	19* ⁶ 0,1-5* ⁷	3-1250* ⁵					
	[Коксохимическ ие заводы ЕС, 1993]	0,1-2	1,5-25	0,3-7	70-4700	1,5-15		0,5-10	0,05-0,5	0,006- 0,03	0,03-0,5	0,01- 0,15
	Кайзерштуль- 96* ⁴	0,3			30	0,3						
Крышки	«Старые заводы»* ³				270	3						
	[Айзенхут, 1990]				270- 9000* ⁸	1-90* ⁵	40-1100* ⁵					
	[Коксохимическ ие заводы ЕС, 1993]	0,06-0,3	1,5-8,5	0,5-3	270- 2700	3-5		0,5-3	0,05-0,3	0,003	0,03-0,1	0,01- 0,05

	Кайзерштуль-96* ⁴				0,03	0,05						
Стояки	«Старые заводы»* ³											
	[Айзенхут, 1990]				3-600* ⁹	0,1-11* ⁹						
	[Коксохимические заводы ЕС, 1993]	<0,07	0,1-1	0,03-0,3	3-33	0,1-1		0,001-0,1	0,003-0,03	<0,003	<0,003	
	Кайзерштуль-96* ⁴							2	5			

Обозначения: алифатические УВ – углеводород алифатического ряда; БаП – бенз(а)пирен; ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

*1 Усредненное значение расхода (взвешенные средние показатели всех европейских доменных печей и кислородных конверторов): 358 кг кокса/т чугуна; 940 кг чугуна/т стали

*2 ПАУ: Σ 16 ПАУ, определенных ЕРА

*3 Данные [Hein et.al,1996] для старых заводов, которые были модернизированы в современные Кайзенштуль и Д-Дормунт (см. *⁴)

*4 Данные [Hein et.al,1996]

*5 Высокие значения для старых заводов в плохом состоянии. Низкие значения для новых заводов в хорошем состоянии.

*6 Жесткая герметизация

*7 Гибкая герметизация (например, дверные мембраны)

*8 Высокие значения в том случае, когда крышки не полностью и/или соответствующим образом герметизированы.

*9 Высокие значения для металлической герметизации и низкие значения для герметизации водой.

Таблица 6.3. (продолжение таблицы) Выбросы в воздух коксохимическими заводами

Операция	Предприятия	Пыль (г/т стали)	CH ₄ (г/т стали)	Алифат. УВ (г С/т стали)	Бензол (мг/т стали)	БаП (мг/т стали)	ПАУ (мг/т стали)	СО (г/т стали)	SO ₂ (г/т стали)	H ₂ S (г/т стали)	NH ₃ (г/т стали)	NOx (г/т стали)
Выгрузка кокса	«Старые заводы»* ³	135- 200* ¹⁰				17						
	[Айзенхут, 1990]	<2* ¹¹			170* ¹² 7-25* ¹³	0,001-17* ¹⁴						
	[Коксохимическ е заводы ЕС, 1993]	>70	0,3-2					2-12	2-8			
	Кайзерштуль- 96* ⁴	0,3				<0,001						
Тушение кокса	«Старые заводы»* ³	20-40						30-50		22	1,5	
	[Айзенхут, 1990]				15- 1000* ¹⁵	0,003-3* ⁵	0,2-33					
	[Коксохимическ е заводы ЕС, 1993]	до 45						100-470		17-27	1-3	
	Кайзерштуль- 96* ⁴	5										
Рассев/ Грохочение		2* ¹⁶										
Производств о побочной продукции					30- 8000* ¹⁷	0,02-0,03	0,5-1,5					
Низкий подвод отопительног о газа* ¹⁸									27-100* ¹⁹ 100- 500* ²⁰ до 1250* ²¹			80-600

Обозначения: алифат. УВ –углеводород алифатического ряда; БаП – бенз(а)пирен; ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

- *1 Усредненное значение расхода (взвешенные средние показатели всех европейских доменных печей и кислородных конверторов): 358 кг кокса/т чугуна; 940 кг чугуна/т стали
- *2 ПАУ: Σ 16 ПАУ, определенных ЕРА
- *3 Данные [Hein et.al,1996] со старых заводов, которые были модернизированы в современные Кайзенштуль и Д-Дормунт (см. *4)
- *4 Данные [Hein et.al,1996]
- *5 Высокие значения для старых заводов в плохом состоянии. Низкие значения для новых заводов в хорошем состоянии.
- *10 Данные по выбросам, не прошедшим очистку
- *11 Согласно German TA Luft [TA Luft, 1986] необходимо обеспечить 5 г/т кокса или 1,7 г/т стали
- *12 Вагон с коксовой стороны
- *13 С вагоном для тушения кокса с вытяжным колпаком
- *14 Низкие значения получены при использовании рукавных фильтров, высокие значения – при отсутствии газоочистного оборудования
- *15 В случае неполного коксования
- *16 Источник [US PM-10, 1994]
- *17 Высокие значения для заводов, не имеющих систему очистки газа
- *18 Данные по 18 коксохимическим предприятиям от 1997 г.
- *19 В случае использования коксового газа после десульфурации (во многих случаях в смеси с доменным газом)
- *20 В случае использования коксового газа после десульфурации, но недостаточно герметичных камер, что приводит к повышенным выбросам
- *21 В случае коксового газа после неполной десульфурации (во многих случаях в смеси с доменным газом)

6.2.2. Информация по выбросам в атмосферу

Следует отметить, что коксохимическое производство имеет большое количество источников выбросов (см. описание в п.6.1). Многие из этих выбросов изменяются во времени (например, полунепрерывные выбросы из дверей камер коксования, крышек стояков и дискретные выбросы, возникающие при выгрузке и охлаждении кокса). Более того, указанные выбросы трудно оценить количественно. При сравнении факторов, определяющих выбросы на отдельных заводах, необходимо принимать во внимание специфические параметры завода. Например, конкретные выбросы из дверей камер коксования могут зависеть от типа дверей, размера камер и качества текущего ремонта. Обслуживание камер коксования может стать определяющим фактором. Можно найти примеры хороших результатов на небольших камерах, имеющих традиционные двери и, наоборот, плохие результаты на больших печах с современными герметизированными дверями, обслуживание которых не производят должным образом. Это необходимо принимать во внимание при оценке информации по отдельным источникам выбросов в атмосферу, приведенным в таблицах 6.2 и 6.3. Широкий диапазон значений по выбросам может, прежде всего, зависеть от уровня технического обслуживания оборудования и степени внимания, которое уделяется его выполнению (обеспечение условий для стабильной и ровной работы) и мероприятий по снижению выбросов.

6.2.4. Энергопотребление

В таблице 6.6 содержится информация по энергопотреблению коксохимического производства без учета очистки коксового газа. Данные таблицы 6.2 подтверждают эти значения. В таблице 6.6 также приведены цифры по энергетическому балансу, которые свидетельствуют о значительных энергетических потерях (примерно 3 ГДж/т кокса). Коксовый газ, производимый коксовыми батареями, играет важную роль в энергообеспечении и управлении металлургическими заводами полного цикла (см. рис. 3.3 и 3.4).

Таблица 6.6

Энергетический баланс коксохимического производства (без учета очистки коксового газа) на основе данных [UN-ECE, 1990]; предполагаемый выход кокса составляет 780 кг/т угля.

На входе		На выходе	
Энергоноситель	ГДж/т кокса	Энергоноситель	ГДж/т кокса
Уголь	40,19	Кокс	27,05
Обогрев коксовых печей	3,01	Коксовый газ	8,08
Химические реакции	0,32	Энергетические потери	3,33
		Дополнительные продукты (S^0 , смола и т.д.)	2,56
		Отходы кокса после его рассева	1,92
		Коксовая пыль	0,26
Всего	43,52	Всего	43,20

6.2.5. Загрязнение почвы

Смола и другие органические вещества улавливают в установке по очистке коксового газа. Просыпание или утечка этих веществ может привести к опасности загрязнения почвы в зависимости от её состояния. Кроме того, утечка промывочных вод может также вызвать опасность заражения почвы.

В данном документе загрязнение почвы рассматривается исходя из местных условий. Поэтому только краткое перечисление возможных мер приводится ниже:

- уменьшение числа фланцев и соединений;
- трубы и фланцы должны быть доступными для осмотра (например, проведены над землей или помещены в кожух), за исключением тех случаев, когда возраст и проект завода не позволяют этого сделать;
- хранение и транспортировку веществ, потенциально представляющих угрозу загрязнения почвы, необходимо производить со всевозможными мерами предосторожности, предотвращающими попадание в почву.

6.3. Приемы, которые необходимо принимать во внимание при определении НДТМ

В данном разделе рассмотрены технологии по охране окружающей среды и энергосбережению, применяемые на коксохимических производствах. Рассматривается комплекс технологических решений, встроенных в процесс (process integrated measures - TP), и «технологии на конце трубы». Приводится описание каждой технологии, её применимость, достигнутый уровень выбросов и их мониторинг, воздействие на разные среды, перечень заводов, применяющих рассматриваемые технологии, технологические данные, экономические показатели и движущую силу, способствующую на реализации задач (там, где эти данные имеются в наличии и относятся к рассматриваемой теме).

Комплекс технологических решений

Известны следующие технические приемы, интегрированные в процесс коксохимического производства:

ТР. 1	Ровная и стабильная работа коксохимического производства
ТР. 2	Грамотное обслуживание коксовых печей
ТР. 3	Улучшение конструкции дверей камер коксования и повышение качества уплотнения дверных рам
ТР. 4	Очистка печных дверей и уплотнения рам
ТР. 5	Поддержание стабильного газового потока в коксовой печи
ТР. 6	Снижение выбросов в процессе обогрева камер коксования
ТР. 7	Сухое тушение кокса
ТР. 8	Увеличение размеров камер коксования
ТР. 9	Коксование без улавливания химических продуктов

Методы "на конце трубы"

КТ. 1	Снижение до минимума пылевыведения при загрузке
КТ. 2	Уплотнение стояков и загрузочных отверстий
КТ. 3	Снижение до минимума утечек газов и пыли между камерой коксования и камерой отопительного простенка
КТ. 4	Пылеочистка при выдаче кокса

КТ. 5	Снижение до минимума выбросов при мокром тушении
КТ. 6	Удаление NO _x из отходящего газа нагрева камер коксования
КТ. 7	Десульфурация коксового газа
КТ. 8	Удаление смолы (и ПАУ) из промывочных вод
КТ. 9	Отгонка аммиака
КТ. 10	Герметичная эксплуатация газоочистной установки
КТ. 11	Наличие установки по очистке сточных вод

6.4. Выводы

Для понимания данной главы и её содержания мы возвращаем внимание читателя к предисловию данного документа и, в особенности, к пятому разделу предисловия: «Как понимать и применять данный документ». Технологии и соответствующие выбросы и/или сбросы, или диапазоны этих значений, оценивались посредством многостадийного процесса, включающего следующие этапы:

- идентификация ключевых экологических вопросов по промышленному сектору; для коксохимических заводов это включает предотвращение выбросов летучих соединений, очистку коксового газа и сточных вод, прежде всего, имеется ввиду аммиак;
- изучение технологий, наиболее подходящих для решения ключевых вопросов;

идентификация лучших экологических показателей, основываясь на данных, имеющихся в Европейском Союзе, и международной информации.

- изучение условий, при которых достигаются эти показатели: затраты, воздействие на различные среды, основные стимулы, направленные на реализацию данных средств;
- выбор (НДТМ) и соответствующих значений выбросов и/или сбросов по данному сектору промышленности в общем смысле в соответствии со Статьей 2 (11) и Приложением IV Директивы.

Экспертная оценка, сделанная Европейским бюро IPPC и соответствующей Технической рабочей группой (ТРГ), играет ключевую роль на каждом из указанных этапов и обуславливает способ представления информации в данном документе.

На основе этой оценки технологии, по возможности, уровни выбросов и сбросов загрязняющих веществ и расходов сырья и материалов, рекомендованные в качестве НДТМ, представлены в данной главе и рассматриваются в качестве приемлемых для данного сектора в целом, и во многих случаях отражают текущие эксплуатационные характеристики отдельных видов оборудования, используемого в коксохимическом производстве. Там, где представлены уровни выбросов и потребления расходов, «обусловленные применением наилучших доступных технических методов», следует понимать, что приведенные отражают экологическую результативность, полученную в результате применения в данном секторе вышеперечисленных технологий с учетом баланса затрат и достижений по определению НДТМ. Однако приведенные данные не являются предельными значениями для выбросов и сбросов и не должны пониматься таковыми. В некоторых случаях технические возможности позволяют далее снизить уровни выбросов или потребления расходов, но в связи с затратами или воздействием на другие среды, их не рассматривают в качестве соответствующих НДТМ для данного сектора в целом. Тем не менее, такие уровни могут рассматриваться как оправданные в более специфических случаях, когда имеются особые стимулы.

Уровни выбросов и потребления расходов, ассоциируемые с использованием НДТМ необходимо рассматривать в сочетании с приведенными конкретными условиями (например, период выведения среднего значения).

Концепцию описанных выше «уровней, ассоциированных с НДТМ» следует отделять от термина «достижимый уровень», также применяемого в данном документе. Когда уровень описывают как «достижимый» при использовании определенных технологий или их комбинации, это следует

понимать как означающее уровень, который, как ожидается, может быть достигнут через значительный период времени на правильно эксплуатируемом и хорошо отлаженном оборудовании или в процессе с использованием указанных технологий.

Там, где возможно, имеющиеся данные по затратам приводятся вместе с описанием технологий, перечисленных в предыдущей главе. Эти цифры дают приблизительное представление о размере требуемых затрат. Однако фактические затраты на внедрение технологии зависят в значительной мере от конкретной ситуации, например, от величины налогов, размера отчислений и технических характеристик оборудования, о котором идет речь. В данном документе не представляется возможным дать полную оценку таким локальным специфическим факторам. При отсутствии данных по затратам, заключение по экономической целесообразности технологии проводят на основании данных, имеющихся по существующей технологии.

Предусматривается, что общие положения НДТМ в данной главе могут быть использованы для оценки текущих эксплуатационных характеристик установки или для рассмотрения предложения по новой установке и, тем самым, позволят предусмотреть конструктивные особенности новых установок, чьи эксплуатационные характеристики будут соответствовать или даже превосходить общие уровни НДТМ, предложенные здесь. Также считается, что характеристики многих действующих установок можно со временем поднять до общего уровня НДТМ или превзойти его.

Следует отметить, что справочники по НДТМ не устанавливают правовых и обязывающих стандартов. Они предназначены для информационного обеспечения и ориентации отраслей промышленности, государств-членов и общественности на достижимые уровни выбросов и сбросов при условии использования специфических технологий. Соответствующие предельные значения по каждому конкретному случаю необходимо определять, принимая во внимание цели, изложенные в Директиве IPPC, и местные условия.

Для коксохимических производств нижеследующие технологии или их сочетание рассматриваются как НДТМ. Порядок приоритетов и выбора технологий зависит от местных условий и не является постоянным. Любая другая технология или комбинация методов и средств, обеспечивающих аналогичную или повышенную эксплуатационную характеристику или эффективность, также могут быть приняты во внимание; такие технологии могут быть в стадии разработки, возникновения или в наличии, но не упомянуты/описаны в данном документе.

1. Общие положения

- Тщательное техническое обслуживание камер коксования, дверей коксовых печей и уплотнения дверей, стояков, загрузочных отверстий и другого оборудования (систематическая программа, реализуемая специально подготовленным ремонтным персоналом).
- Чистка дверей, уплотнения рам и дверей, загрузочных отверстий и крышек, а также стояков после загрузки.
- Обеспечение свободного газового потока в коксовых печах.

2. Загрузка

- Загрузка вагоноопрокидывателями.

С общепринятой точки зрения бездымная загрузка или последовательная загрузка с двойными стояками являются предпочтительными типами загрузки, поскольку все запыленные газы подвергаются очистке вместе с коксовым газом. Однако, если газы отводят и очищают вне коксовой печи, загрузка с использованием газоочистного стационарного оборудования является предпочтительным методом. Очистка газов должна состоять из их эффективного удаления и последующего сжигания или улавливания частиц рукавными фильтрами. Выбросы частиц <5 г/т кокса вполне достижимы.

3. Коксование

Сочетание следующих мер:

- Обеспечение ровной работы камер коксования без значительных температурных колебаний.

- Применение дверей с пружинными упорами и мягким уплотнением или использование дверей, состоящих из нескольких секций (при условии, что высота камер коксования ≤ 5 м, и за ними обеспечен хороший уход), с целью:
 - обеспечения видимых выбросов на уровне $\leq 5\%$ (частота любых выбросов по отношению к общему количеству дверей) из всех дверей на новых батареях и
 - обеспечения $< 10\%$ видимых выбросов из всех камер коксования на старых заводах
- Стояки с гидрозатвором из проточной воды, обеспечивающие $< 1\%$ видимых выбросов (частота любых выбросов по отношению к общему количеству стояков) из всех стояков.
- Уплотнение загрузочных отверстий глиняной суспензией (или другим подходящим герметизирующим материалом), для достижения $< 1\%$ видимых выбросов (частота любых выбросов по отношению к общему количеству отверстий) из всех отверстий.
- Выравнивание дверей, оборудованных уплотняющими пакетами, для обеспечения $< 5\%$ видимых выбросов.

4. Обогрев

- Применение коксового газа после его десульфурации.
- Предотвращение утечек между камерой коксования и камерой отопительного простенка за счет обеспечения ровной работы камер коксования и
- Внедрение технологий, обеспечивающих низкие выбросы NO_x , при строительстве новых батарей, таких как ступенчатое горение (выбросы порядка 450-700 г/т кокса и 500-700 мг /м³ соответственно вполне достижимы на новых/модернизированных заводах).
- В связи с большими затратами, денитрификация дымовых газов не применяется, за исключением новых заводов и при условии, что экологические нормативы по выбросам без этого не обеспечиваются.

5. Выдача кокса:

Удаление выбросов посредством зонта, смонтированного на коксопередаточной платформе, и улавливание пыли в стационарных газоочистках с рукавными фильтрами, также применение тушильного вагона с одной установки позволяет обеспечить выбросы твердых частиц (из дымовой трубы) менее 5 г/т кокса.

6. Тушение:

- Мокрое тушение кокса с пониженным до минимума содержанием твердых частиц < 50 мг/т кокса (определение - по методу VDI). Необходимо избегать использования технологической воды со значительной органической нагрузкой (как, например, неочищенной промывочной воды коксовых печей или сточных вод с высоким содержанием углеводородов и т.д.) в качестве воды для тушения кокса.
- Сухое тушение кокса с утилизацией тепла, и улавливанием пыли на участках загрузки, выдачи и рассева кокса с очисткой в рукавных фильтрах. Исходя из действующих цен на электроэнергию в Европейском Союзе обоснования по типу «средство для достижения цели/технологические затраты - экологические преимущества» накладывают жёсткие ограничения на применение сухого тушения кокса. Кроме того, при этом требуется создать систему утилизации энергии.

7. Десульфурация коксового газа

- Десульфурация абсорбцией (содержание H_2S в газе на выходе составляет 500-1000 мг $\text{H}_2\text{S}/\text{м}^3$) или
- Окислительная десульфурация ($< 500 \text{ H}_2\text{S}/\text{Hm}^3$), при условии, что воздействие токсичных веществ на окружающую среду ослабевает в значительной степени

8. Герметичная работа газоочистки

Все меры, позволяющие обеспечить герметизацию газоочистки, сводятся к следующему:

- Снижение до минимума количества фланцев за счет использования сварных швов там, где это возможно.
- Использование газонепроницаемых насосов (например, магнитных насосов).
- Предотвращение выбросов из клапанов давления газгольдеров за счет соединения выходного отверстия клапана с основным коллектором газа (или отвода газа с последующим его сжиганием).

9. Предварительная очистка отходящей воды

- Эффективная отгонка аммиака с использованием щелочей.
- Эффективность отгонки должна быть соотнесена с последующей очисткой воды. Концентрация NH_3 на уровне 20 мг/л может быть достигнута.
- Удаление смолы

10. Очистка воды

Биологическая очистка воды с интегрированной системой нитрификации/денитрификации для получения следующих показателей:

-	Снижение ХПК	>90%
-	Сульфиды	<0,1 мг/л
-	ПАУ (6 Борнефф)	<0,05 мг/л
-	CN	<0,1 мг/л
-	Фенолы	<0,5 мг/л
-	Сумма NH_4^+ , NO_3^- и NO_2^-	<30 мг/л
-	Взвешенные вещества	< 40 мг/л

Приведенные значения концентраций основаны на удельном расходе сточной воды 0,4 м³/т кокса.

В принципе, технологии, описанные в пунктах 1-10, применимы как на новых, так и действующих установках, за исключением технологий, обеспечивающих низкое содержание NO_x (только для новых заводов).

Перспективные технологии и будущие разработки

Замена в доменной печи части кокса мазутом и, позднее, вдуваемым измельченным углем сыграла существенную роль в снижении затрат на топливо. Расход вдуваемого угля составляет в настоящее время около 180 кг/т чугуна, расход кокса – 300 кг/т чугуна. Теоретический максимум удельного расхода распыленного угля составляет приблизительно 270 кг/т угля, что снижает расход кокса до 220 кг/т угля. Это становится возможным благодаря несущей способности кокса и термохимическим условиям в доменной печи. Возможен и более высокий расход вдуваемого угля.

Помимо полученной экономии топлива вдувание измельченного угля дает положительный экологический эффект, т.к. снижает потребление кокса, и, тем самым, приводит к уменьшению выбросов из коксовых печей. При расходе вдуваемого угля 180 кг/т чугуна, показатель который достигнут уже на многих заводах, расход кокса уменьшается приблизительно на 30%. Ожидается, что в ближайшие годы доля вдуваемого угля в доменные печи будет продолжать расти.

Кроме того, разрабатываются несколько новых технологий производства чугуна, одна из которых была внедрена в производство (Корекс/Correx). В этих новых технологиях производства чугуна в качестве топлива вместо кокса используется уголь. Ожидается, что в ближайшие 25-50 лет новые технологии возьмут на себя роль доменных печей. В результате появится избыток мощностей по производству металлургического кокса. Новые технологии производства чугуна описаны в главе 7 «Альтернативные технологии производства чугуна».

Тем не менее, разработки по снижению выбросов на действующих коксовых батареях продолжаются. Новые заводы с концепцией «низкие выбросы и/или высокая эффективность» уже находятся в

эксплуатации (см. Р1.9 «коксование без улавливания химических продуктов») или в стадии разработки (сверхбольшие коксовые батареи-суперреакторы). Поскольку сверхбольшие коксовые батареи ещё не применяются в промышленном масштабе, их описание приводится ниже.

Однокамерная система (ОКС)

Описание: Однокамерные реакторы для коксования/Однокамерная система представляют собой коксовые батареи с большим объёмом камер коксования и шириной от 450 мм до 850 мм. В процессе используется подогретый уголь. Реакторы являются отдельными технологическими модулями с жесткими, стойкими к давлению нагреваемыми стенами, способными выдержать высокое давление, возникающее при коксовании. Ожидается, что коксовые батареи ОКС способны заменить нынешние многокамерные коксовые батареи, имеющие стенки с ограниченными возможностями. ОКС, по документированным сообщениям, имеет следующие преимущества:

1. Позволяет применять широкий диапазон коксующих углей (снижаются требования к содержанию летучих веществ).
2. График обслуживания суперреакторов может быть более гибким, за счет чего обеспечивается улучшенный температурный контроль.
3. Чем больше ширина печей, тем меньше число диафрагм и, следовательно, источников выбросов.
4. Чем больше ширина печей, тем меньше количество технологических отверстий (например, при ширине печей от 850 до 450 мм количество циклов выдачи кокса возрастает от 55 до 102; для сравнения - на заводе Кайзерштуль кокс выдают 115 раз в сутки).
5. Повышение теплового КПД с 38% до 70%.
6. Двери камер коксования с трехуровневой герметизацией, практически не допускающие выбросов.

Результаты: Экономическая оптимизация общей системы свидетельствует о том, что коксовым заводам, использующим отдельные реакторы с той же производительностью, что и современные коксовые батареи типа Кайзерштуль, требуется примерно те же инвестиции при условии, что ширина камер будет уменьшена с 850 мм до 450 мм. Литература: [Nashan, 1997, EC Coke, 1993]

Высокоэффективная десульфурация при мокрой очистке коксового газа

Описание: При десульфурации с мокрой очисткой коксового газа окислительные процессы обычно эффективнее, чем процессы абсорбции/отгонки. Однако недостатком таких окислительных процессов является применение (и выбросы) высокотоксичных химических веществ.

Повышение эффективности абсорбционных процессов возможно за счет мокрой очистки раствором каустической соды (NaOH), которую под давлением распыляют и вдувают мелкодисперсными частицами (туманом) в поток сырого коксового газа.

Основные ожидаемые результаты: предполагают, что на выходе содержание серы в газе 0,1 мг/м³ вполне достижимо.

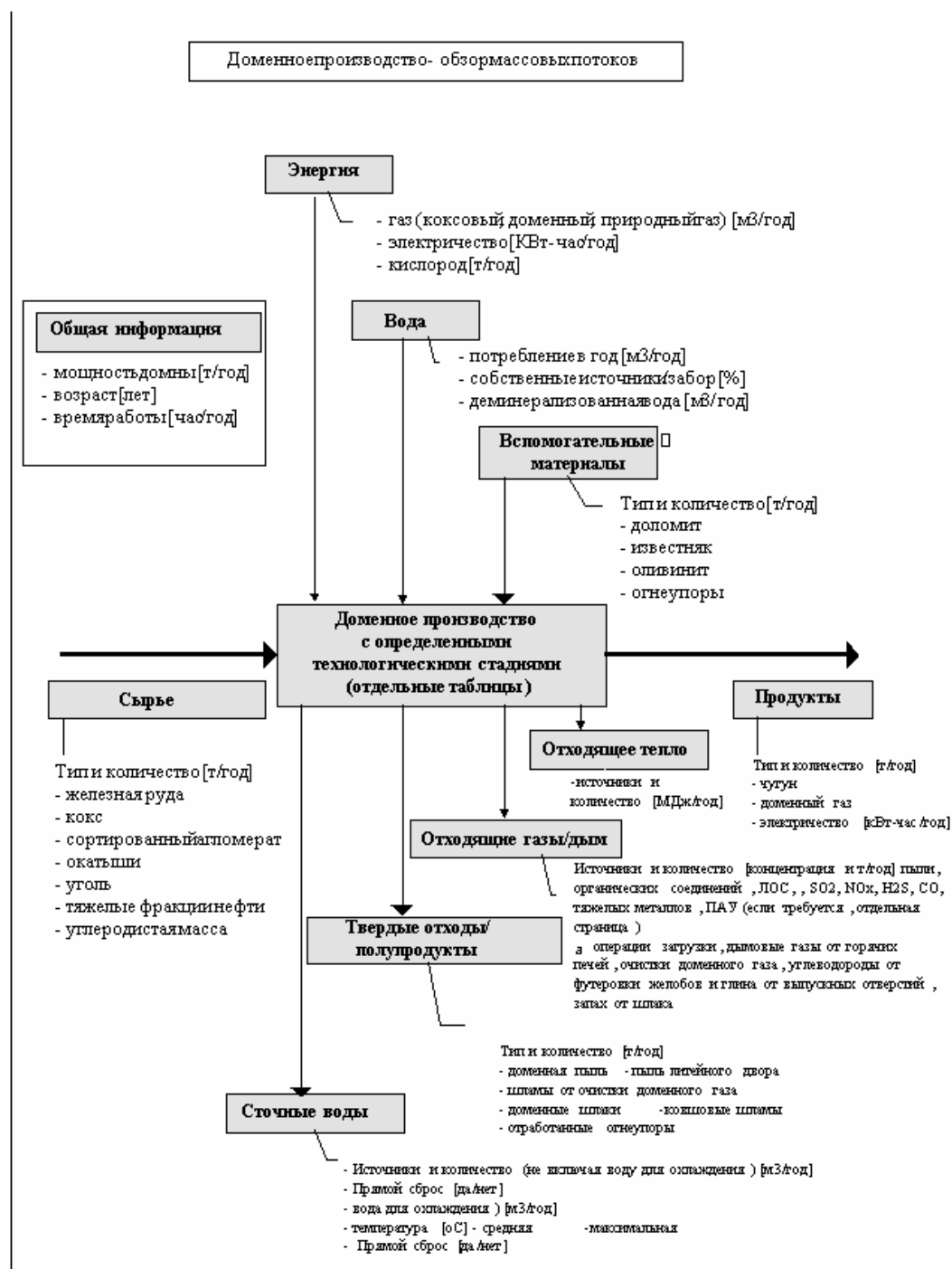
Статус: неизвестен

7. ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

7.2. Современные уровни образования отходов и потребления материалов

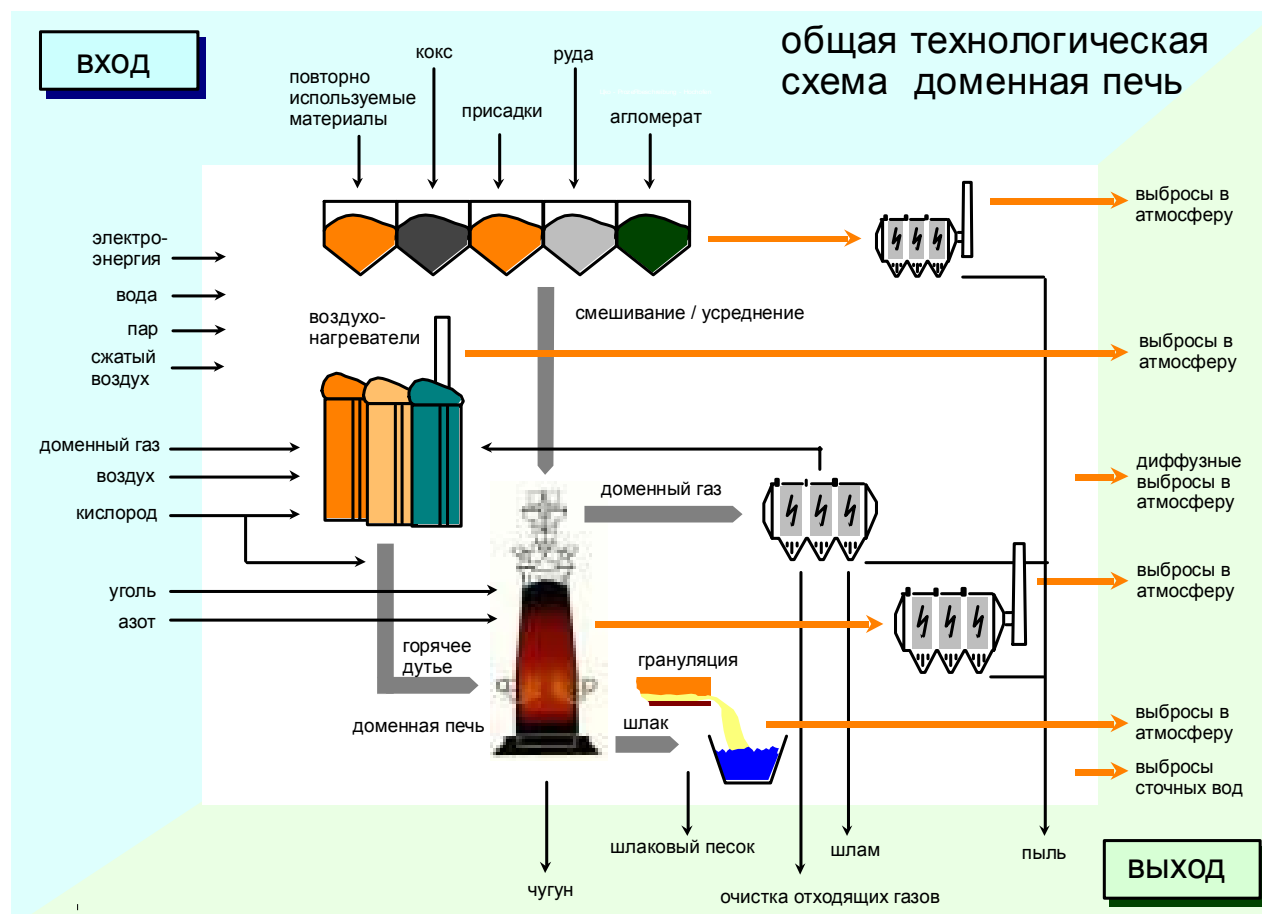
7.2.1. Схема материальных потоков

Рис. 7.6. Общая схема материальных потоков доменного производства



На рис 7.6 приведена схема материальных потоков доменной печи. Данная схема может быть использована для сбора данных по отдельным доменным печам.

Рис. 7.7. Общая схема технологического процесса в доменном производстве с указанием отдельных операций и входного и выходного материальных потоков



На рис. 7.7 дан пример общей схемы технологического процесса доменного производства с указанием входного и выходного материальных потоков.

Следовательно, можно рассчитать как удельные входные показатели, так и удельные показатели отходов. В табл.7.1 приведены величины этих показателей, взятые для четырех доменных печей из четырех различных стран – членов ЕС, что дает представительную картину для современных предприятий.

Для того чтобы показать долю выбросов от различных производственных объектов, приводимые по отходам показатели даны в расчете на тонну выплавляемой стали.

Табл.7.1. Входные и выходные данные для четырех действующих доменных печей в четырех разных странах – членах ЕС

Вход			Выход		
Сырье			Продукция		
Агломерат ¹⁾	кг/т чугуна	720-1480	Чугун	кг/т	1000,0
Железная руда ¹⁾	кг/т чугуна	25-350			
Окатыши ¹⁾	кг/т чугуна	100-770	Энергия		
Кокс ¹⁾	кг/т чугуна	280-410	Доменный газ	МДж/т чугуна	4400-5000
Уголь ²⁾	кг/т чугуна	0-180	Электроэнергия ⁶⁾	МДж/т чугуна	~ 750
Мазут ³⁾	кг/т чугуна	0-60			
Известь	кг/т чугуна	0-10	Газообразные отходы ⁷⁾		

Повторно используемые материалы	кг/т чугуна	2-8	Пыль	г/т стали ⁸⁾	10-50
Пластики ⁴⁾	кг/т чугуна	0-30	Mn	г/т стали ⁸⁾	< 0.01-0.13
			Ni	г/т стали	< 0.01-0.02
			Pb	г/т стали	< 0.01-0.12
Энергия			SO _x	г/т стали	20-230
Доменный газ	МДж/т чугуна	1050-2700	NO _x	г/т стали	30-120
Коксовый газ	МДж/т чугуна	90-540	H ₂ S	г/т стали	0,2-20
Природный газ	МДж/т чугуна	50-230	CO	г/т стали	770-1750
Электроэнергия	МДж/т чугуна	270-370	CO ₂	кг/т стали	280-500
			ПХДД/Ф	мкг ДЭ/т стали	<0,001-0,004
Кислород ⁵⁾	м ³ /т чугуна	25-55	Побочные продукты		
Пар	МДж/т чугуна	22-30	Шлаки	кг/т стали	200-290
			Колошниковая пыль	кг/т стали	6-16
Сжатый воздух	м ³ /т чугуна	9-11	Колошниковый шлам	кг/т стали	3-5
			Пыль от обеспыливания на литейном дворе	кг/т стали	0,5-1,5
Вода	м ³ /т чугуна	0,8-50	Бой	кг/т стали	14-25
			Сточные воды	м ³ /т стали	0,1-3,3 ⁹⁾

Примечания: ВС – выплавляемая сталь.

1. Зависит от конкретных условий заводской площадки.
2. При вдувании пылеугольного топлива его использование растёт, однако пока оно не применяется повсеместно (в случае применения расход составляет 140-180 кг угля на тонну чугуна).
3. При вдувании мазута его расход может составить до 140 кг/т чугуна на других доменных печах.
4. В 1998 г. вдувание пластиков практиковалось лишь на двух заводах в 15 странах ЕС.
5. Дополнительная подача кислорода требуется не всегда, в частности, при низком фурменном расходе она может быть равна нулю, однако не для тех четырех печей, для которых приводятся эти данные.
6. При использовании турбины, работающей за счет давления колошниковых газов.
7. Общие выбросы от доменной печи, не включая сжигание доменного газа в качестве горючего на других агрегатах, например, в кислородных конвертерах или коксовом производстве.
8. Применяемый переводной коэффициент (средневзвешенное для всех доменных печей Европы) равен 940 кг чугуна в расчете на тонну выплавляемой стали.
9. Может быть выше в случае использования сырья с высоким содержанием солей.

Даны показатели за 1996 г.

Отсутствует информация о том, каким образом были получены эти данные, а также о методах отбора и анализа проб, расчета временных интервалов и соответствующих условий.

Таблица 7.2 дополняет информацию табл. 7.1 более подробными данными относительно показателей выбросов в атмосферу (после их очистки) по отдельным операциям, сопутствующим доменному процессу.

Табл.7.2. Показатели выбросов в атмосферу для доменных печей^{1,2)}

Операция / источник выбросов	Пыль г/т стали	H ₂ S г/т стали	SO ₂ г/т стали	NO _x г/т стали	CO г/т стали
Зона загрузки п/г x±s	25/5-38 ³⁾ 14±13	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Углеподготовитель-ное отделение п/г x±s	15/2-54 12±16	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Литейный двор доменного цеха п/г x±s	12/2-79 ⁴⁾ 30±24	5/0,3-4 ⁵⁾ -	12/2-250 ⁶⁾ 70±34	4/1-27 ⁷⁾	н.в.
Шлакогрануляция п/г x±s	н.св.	14/1-300 ⁸⁾ 63±95	13/1-142 ⁸⁾ 31±42	н.в.	н.в.
Воздухонагреватели N/г X±s	3-6 -	н.в.	45/15-375 ⁹⁾ 120±100	41/10-550 ¹⁰⁾ 82±102	29/50-2700 ^{11,12)} 700±735

Примечания: ВС – выплавляемая сталь; x±s – среднее значение и среднеквадратичное отклонение (рассчитанное лишь в случае наличия достаточных данных); n – количество данных; г - пределы данных (минимум-максимум); н.в. – низкие величины; н.св. – нет сведений.

1. По данным исследования ЕС 1996 г.
2. Применяемый переводной коэффициент (средневзвешенное для всех кислородно-конвертерных производств Европы) – 940 кг чугуна на тонну выплавляемой стали.
3. Неприемлемо низкие показатели выбросов (<1 г/т ВС) не учитывались; не учитывались также данные по мокрой очистке в скрубберах, со значительно более высокими показателями выбросов (в 2-20 раз).
4. Заводские данные непрерывного замера.
5. Не учтен один предельный показатель, равный 64 г H₂S на тонну выплавляемой стали.
6. Включая два высоких показателя 180 и 250 г SO₂ на тонну выплавляемой стали; все другие показатели ниже 100 г SO₂ на тонну выплавляемой стали.
7. Без учета одного предельного показателя 2450 г NO_x на тонну выплавляемой стали.
8. Низкие показатели (около 1 г/т выплавляемой стали) для установок грануляции шлака с конденсацией дымовых газов.
9. Восемь показателей существенно выше (>200 г SO₂ на тонну выплавляемой стали) из-за содержания SO₂ в отработанном коксовом газе.
10. Три показателя существенно выше (>300 г NO_x на тонну выплавляемой стали) из-за режима горения.
11. Высокие показатели могут иметь место при использовании воздухонагревателей с внутренними камерами горения.
12. Не ясно, включены или нет выбросы при загрузке шихты.

7.2.2. Данные об удельных выбросах и энергопотреблении

В доменном процессе отмечаются следующие выбросы в виде отходящих газов, сточных вод и твердых отходов/побочных продуктов.

7.2.2.1. Отходящие газы

- отходящие дымовые газы воздухонагревателей,
- выбросы при загрузке шихты,
- доменный газ,
- выбросы на литейном дворе,
- выбросы при шлакообработке.

7.2.2.2. Твердые отходы/побочные продукты

- твердые отходы при разливке,
- пыль и шлак при очистке доменного газа,
- шлак доменного процесса.

7.2.2.3. Сточные воды

- процесса мокрой очистки доменного газа,
- грануляции шлака,
- систем циркуляции охлаждающей воды (продувочная вода).

7.2.2.1. Отходящие газы

7.2.2.1.1. Отходящие газы воздухонагревателей

Обычно воздухонагреватели отапливаются доменным газом, часто в сочетании с коксовым и/или природным газом. В коксовом газе присутствуют серосодержащие соединения, которые при использовании этого газа для обогрева высвобождаются в воздухонагревателе в виде SO_2 . По сообщению [UBA Comments, 1997], некоторые воздухонагреватели с современными горелками и подогревом воздуха горения работают на доменном газе без обогащения.

Поток дымовых газов воздухонагревателей равен приблизительно 100-240 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ (при нормальном давлении и температуре) на одну доменную печь. Выбросы SO_2 составляют от 20 до 250 г/т выплавленного чугуна (табл.7.1) и от 160 до 400 $\text{мг}/\text{м}^3$ при обогреве воздухонагревателей обогащенным доменным газом. При использовании смеси доменного газа и не прошедшего десульфурацию коксового газа показатель выбросов может составить до 400 г SO_2 на тонну чугуна (табл.7.2).

Основным источником выделения NO_x в доменном процессе служат воздухонагреватели. NO_x образуется из-за высокой температуры в воздухонагревателе. Выделения составляют от 10 до 580 г/т производимого чугуна (Табл.7.2). Концентрация примесей может колебаться от 70 до 400 $\text{мг}/\text{м}^3$.

Потоки твердых примесей от воздухонагревателей составляют в целом менее 10 $\text{мг}/\text{м}^3$, что эквивалентно примерно 3-6 г/т производимого чугуна (табл.7.2).

При использовании внутренних камер горения (см.рис.7.3) выбросы CO существенны. Трещины в кирпичной кладке (их очень трудно избежать) означают, что доменный газ может не сгорая перемещаться в отходящий газ и выбрасываться с концентрациями до 2500 мг CO на м^3 , что эквивалентно максимуму 2700 г CO на тонну чугуна (табл.7.2). В случае применения вынесенных камер горения с контролируемым сжиганием концентрация CO составляет около 50 $\text{мг}/\text{м}^3$.

7.2.2.1.2. Выбросы при загрузке и конвейерной подаче

Поскольку внутрипечное давление выше атмосферного, то применяется система герметичной загрузки на основе конусного или бесконусного метода.

Все соединения, имеющиеся в доменном газе, могут выделяться на этом участке, но основными компонентами являются монооксид углерода (CO) и пыль. При использовании современных систем возможно обеспечение намного меньших объемов выбросов при загрузке и конвейерной подаче.

7.2.2.1.3. Доменный газ

Неочищенный доменный газ содержит твердые частицы (включая тяжелые металлы и углерод), монооксид углерода, диоксид углерода, серосодержащие соединения, аммиак, цианидные соединения, углеводороды и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Доменный газ собирают и используют в качестве источника энергии. Газ очищают с целью обеспечения соответствия качественным характеристикам и повторно используют для различных отопительных процессов, например, для подачи воздуха для горячего дутья в воздушнонагревателях (см. 7.1.2) или для обогрева коксовых печей (см. 6.1.2.2). Так образуются (непрямые) выбросы от сгорания доменного газа.

Очистка доменного газа состоит из предварительной обработки с целью удаления крупных твердых примесей и последующей мокрой очистки в скрубберах для удаления мелких твердых примесей, SO₂ и цианистых соединений. На некоторых заводах применяют очистку в электрофильтрах.

Содержание пыли в неочищенном доменном газе весьма отличается от завода к заводу и, в большой степени завися от технологического режима, колеблется от 7 до 40 кг/т производимого чугуна. После очистки доменный газ содержит в нормальном состоянии менее 10 мг пыли на м³. Таковы выбросы на участке горения.

В табл.7.3 приведены удельные показатели для некоторых компонентов неочищенного доменного газа.

Табл.7.3. Состав неочищенного доменного газа (до обработки) по данным [InfoMil, 1997]

Компонент неочищенного доменного газа	Величина	Единица	Удельный показатель	Единица
Производство доменного газа	1,0-7,0	1·10 ⁵ м ³ /ч	1200-2000	м ³ /т чугуна
Пыль	3500-30000	мг/м ³	7000-40000	г/т чугуна
Углеводороды (C _x H _y)	67-250	мг/м ³	130-330	г/т чугуна
Цианистые соединения (в пересчете на CN)	0,26-1,0*	мг/м ³	0,5-1,3	г/т чугуна
Аммиак (NH ₃)	10-40	мг/м ³	20-50	г/т чугуна
ПАУ**				
бензо(а)пирен	0,08-0,28	мг/м ³	0,15-0,36	г/т чугуна
флуорантен	0,15-0,56	мг/м ³	0,30-0,72	г/т чугуна
Монооксид углерода (CO)	20-28	об. %	300-700	кг/т чугуна
Диоксид углерода (CO ₂)	17-25	об. %	400-900	кг/т чугуна
Водород (H ₂)	1-5	об. %	1-7,5	кг/т чугуна

* Выделения при продувке могут быть значительно выше.

** Присутствует также много других полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

При двухступенчатой очистке доменного газа пыль удаляют с высокой степенью эффективности, поскольку она представляет собой соединения, связанные с твердыми примесями, например, большинство тяжелых металлов и ПАУ. В табл.7.4 приведен состав доменного газа после очистки. В газе еще содержатся некоторые тяжелые металлы, но по сравнению с аглофабриками (см. 4.2.1) их концентрации намного ниже.

Табл.7.4. Состав доменного газа (после двухступенчатой очистки) по данным [InfoMil, 1997]

Компонент очищенного доменного газа	Величина	Единица	Удельный индекс	Единица
Производство доменного газа	1,0-7,0	$1 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{ч}$	1200-2000	$\text{м}^3/\text{т}$ чугуна
Твердые примеси	1-10	$\text{мг}/\text{м}^3$	1-20	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Углеводороды (C_xH_y)	Н.св.	$\text{мг}/\text{м}^3$	Н.св.	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
H_2S	14	$\text{мг}/\text{м}^3$	17-26	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Цианистые соединения (в пересчете на CN)	Н.св.	$\text{мг}/\text{м}^3$	Н.св.	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Аммиак (NH_3)	Н.св.	$\text{мг}/\text{м}^3$	Н.св.	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Тяжелые металлы				
Mn	0,10-0,29	$\text{мг}/\text{м}^3$	0,22-0,37	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Pb	0,01-0,05	$\text{мг}/\text{м}^3$	0,02-0,07	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Zn	0,03-0,17	$\text{мг}/\text{м}^3$	0,07-0,22	$\text{г}/\text{т}$ чугуна
Монооксид углерода (CO)	20-28	об.%	300-700	$\text{кг}/\text{т}$ чугуна
Диоксид углерода (CO_2)	17-25	об.%	400-900	$\text{кг}/\text{т}$ чугуна
Водород (H_2)	1-5	об.%	1-7,5	$\text{кг}/\text{т}$ чугуна

Н.св. – нет сведений.

В странах ЕС мокрая пылеочистка в скрубберах – наиболее часто применяемый способ на второй ступени очистки доменного газа. При очистке в скрубберах образуется поток загрязненной воды, содержащей взвешенные твердые частицы (например, нелетучий углерод и тяжелые металлы), цианистые соединения, азотные соединения и т.д. Прошедшие сепарацию твердые частицы (шламы) представляют собой проблему с точки зрения отходов из-за содержания в них тяжелых металлов, особенно цинка. В то время как крупная пыль обычно повторно используется на аглофабрике, шлам очистки в скруббере обычно обезвоживают и либо возвращают на аглофабрику или же отправляют в отвал.

7.2.2.1.4. Выбросы литейного двора

При разливке чугуна выбрасывается пыль. В среднем неорганизованные выбросы составляют от 400 до 1500 $\text{г}/\text{т}$ производимого чугуна. В основном эти выбросы образуются из-за контакта чугуна и шлака с кислородом окружающей среды. Для улавливания пыли, образующейся при разливке, на многих доменных производствах в странах ЕС применяют системы пылеочистки на литейных дворах (удаление пыли в процессе выпуска чугуна, отделения шлака и заливки чугуна в миксеры) с расходом порядка 200 – 700 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$. Выбросы пыли зависят от применяемого метода очистки (в некоторых случаях их до сих пор не применяют) и эффективности пылеулавливания. Во многих случаях используют рукавные фильтры, достигая содержания пыли менее $10 \text{ мг}/\text{Нм}^3$. По данным табл.7.2 показатели выбросов пыли колеблются от 2 до 85 $\text{г}/\text{т}$ чугуна при среднем значении 32 г пыли на тонну чугуна.

Кроме того, из жидкого шлака и чугуна в процессе разливки высвобождается определенное количество SO_2 (2-270 $\text{г}/\text{т}$ чугуна – см. табл.7.2).

7.2.2.1.5. Выбросы в процессе переработки шлака

При взаимодействии воды с расплавленным шлаком, в частности, с серосодержащими соединениями (в основном CaS и MnS), образуются парообразные и диффузные выбросы H_2S и SO_2 . Из-за этих выбросов возникают проблемы с запахом и коррозией. Их значимость меняется в зависимости от применяемого метода обработки шлака.

Выбросы могут в большой степени меняться от завода к заводу, одного цикла обработки шлака к другому и также в пределах одного цикла обработки. Поэтому широк диапазон имеющихся показателей выбросов. В табл.7.2 величины показателей для грануляции шлака изменяются в

пределах 1 - 320 г H₂S на тонну чугуна и 1 - 150 г SO₂ на тонну чугуна. Если шлак не подвергают воздействию воды, а охлаждают воздухом, то имеют место незначительные выбросы, в основном SO₂, наблюдающиеся в течение продолжительного времени. С точки зрения снижения степени загрязненности атмосферы это может считаться преимуществом.

Воду, используемую в процессе грануляции и окомкования, можно в значительной степени собирать и повторно использовать. Такие системы могут работать с образованием весьма малого количества сточных вод. Образующийся в данном процессе пар содержит твердые примеси, SO₂ и H₂S, которые обычно выбрасывают в атмосферу. Были проведены испытания вторичного использования тепла шлака, однако в настоящее время нет промышленно приемлемой системы. Потенциальный резерв вторичного использования энергии составляет около 0,35 ГДж/т чугуна.

Окускование шлака из шлаковых ям обычно приводит к большим выбросам SO₂ и H₂S, которые труднее контролировать. Обработка водой может влиять на выбросы H₂S.

7.3. Приемы, учитываемые при определении «наилучших доступных технических методов»

В данном разделе рассматриваются технологии как интегрированные в процесс (PI), так и используемые «на конце из трубы» с целью охраны окружающей среды и экономии энергии на агломерационных фабриках.

Технологии, интегрированные в процесс

PI.1 Прямое вдувание восстановителей

PI.2. Утилизация энергии доменного газа

PI.3. Утилизация энергии за счет использования давления колошникового газа

PI.4. Экономия энергии на участке воздухонагревателей

PI.5. Использование бессмоляной футеровки желобов

Известные технологии, применяемые на "конце трубы"

EP.1. Очистка доменного газа

EP.2. Пылеочистка в зонах леток и желобов

EP.3. Подавление дымовых газов при разливке

EP.4. Гидроциклонная обработка доменного шлама

EP.5. Очистка и вторичное использование воды скрубберов

EP.6. Конденсация дымовых газов грануляции шлака

7.4. Выводы

Внимание читателя, пытающегося понять данную статью и ее содержание, адресуем к введению настоящего документа и особенно к пятому его разделу «Как понимать настоящий документ и как им пользоваться». Представленные в этой главе технологии и сопутствующие им уровни выбросов и/или сбросов, а также значения этих показателей, оцениваются путем итерационного процесса, предусматривающего следующие этапы:

- определение ключевых экологических проблем передела; для доменных печей это улавливание, очистка и утилизация доменного газа, дымовых газов на участках разливки и обработки шлака;
- анализ наиболее подходящих методов решения этих ключевых проблем;
- определение экологической результативности на базе имеющихся данных по странам ЕС и всего мира;

- обзор условий, при которых достигаются эти показатели, таких как потери, воздействие на другие среды, основные движущие силы, содействующие внедрению этих методов;
- выбор наилучших доступных технических методов (НДТМ) и сопутствующих уровней выбросов и сбросов для этого передела в общем и целом в соответствии со Статьей 2(11) и Приложением IV Директивы.

Ключевую роль на каждом таком этапе и в способе изложения представленной здесь информации играет экспертная оценка, данная Европейским бюро IPPC и соответствующей Технической рабочей группой (ТРГ).

На основании этой оценки в данной главе представлены технологии и, насколько это возможно, уровни выбросов и потребления ресурсов, связанные с использованием НДТМ, которые считаются приемлемыми для данного передела в общем и во многих случаях отражают текущую практику работы некоторых агрегатов в рамках этого передела. Там, где представлены уровни выбросов и потребления ресурсов, «связанные с лучшими имеющимися технологиями», это следует понимать так, что эти уровни представляют экологическую результативность воздействия на другие среды, которую можно ожидать в результате применения в данном переделе описанных методов, с учетом баланса издержек и преимуществ, свойственного определению НДТМ. Однако, они не являются предельными величинами выбросов или сбросов и не должны пониматься как таковые. В некоторых случаях может иметься техническая возможность достижения лучших показателей по уровню выбросов или потребления ресурсов, но в связи с сопутствующими издержками или перекрестным эффектом они не считаются подходящими в качестве НДТМ для передела в целом. Однако в более конкретных случаях при наличии особых стимулов такие уровни могут считаться оправданными.

Уровни выбросов и потребления ресурсов, связанные с использованием НДТМ, необходимо рассматривать вместе с оговоренными справочными условиями (например, усредненные периоды).

Концепцию описанных выше «связанных с НДТМ уровней» следует отличать от термина «достижимый уровень», используемого в других разделах настоящего документа. Если уровень описывается как «достижимый» при применении конкретной технологии или сочетания технологий, то это следует понимать как то, что данный уровень можно рассчитывать достигнуть и поддерживать в течение значительного периода времени на хорошо работающей и хорошо обслуживаемой установке или в аналогичном процессе с использованием таких технологий.

Приведены данные (там, где они имеются) относительно величины издержек вместе с описанием технологий, представленных в предыдущей главе. Они дают примерное представление о величине требуемых затрат. Однако фактическая стоимость применения технологии будет в большой степени зависеть от конкретного положения в отношении, например, налогов, сборов и технических характеристик установки. В настоящем документе нет возможности дать полную оценку таких факторов, специфических для каждого завода. В отсутствие данных относительно затрат, выводы по экономической целесообразности технологий основываются на данных наблюдения за действующими установками.

Планируется возможность использования общей НДТМ данной главы для оценки текущих эксплуатационных показателей действующей технологии или для оценки предложений по новым технологиям и, таким образом, содействия в определении надлежащих основанных на НДТМ условий для такой технологии. Предполагается, что новые технологии будут создаваться с учетом их применения на общих уровнях представленных здесь НДТМ или даже более высоких. Считают также, что с течением времени многие из действующих технологий смогут продвинуться по направлению к общим уровням НДТМ или превзойти их.

Хотя справочники по НДТМ и не устанавливают юридически обязательных стандартов, их назначение - выдавать руководящую информацию для отрасли, стран-членов ЕС и общественности относительно достигаемых уровней выбросов и потребления материалов при использовании конкретных технологий.

Соответствующие предельные величины для каждого конкретного случая надлежит определять с учетом целей Директивы IPPC и соображений местного порядка.

Для доменных печей в качестве НДТМ рассматриваются ниже перечисленные технологии или их сочетания. Приоритет технологий и их выбор зависит от конкретных обстоятельств. Можно также

рассматривать любую другую технологию или их сочетание, достигающие таких же или лучших показателей работы или эффективности; такие технологии могут находиться в процессе разработки или иметься в готовом виде, однако не быть упомянутыми или описанными в настоящем документе.

1. Утилизация доменного газа.

2. Прямое вдувание восстановителей:

Например, уже освоено вдувание пылеугольного топлива в объеме 180 кг/т чугуна, (могут быть возможными и более высокие расходы при вдувании).

3. Выработка энергии за счет давления колошникового газа там, где для этого имеются предпосылки.

4. Воздухонагреватели:

- возможное достижение концентрации выбросов пыли $<10 \text{ мг/м}^3$ и $<350 \text{ мг/м}^3 \text{ NO}_x$ (соответствует содержанию кислорода 3%),
- экономия энергии на тех участках, где это позволяет конструктивное исполнение.

5. Применение бессмоляной футеровки желобов.

6. Очистка доменного газа эффективной системой пылеулавливания:

Крупные твердые примеси предпочтительно удалять посредством методов сухой сепарации (например, в дефлекторе) и использовать повторно. Мелкие твердые примеси затем удаляются посредством:

- скруббера,
- электрофилтра с увлажнением,
- любой другой технологии, обеспечивающей аналогичную эффективность удаления.

Возможна остаточная концентрация твердых примесей $<10 \text{ мг/м}^3$.

7. Пылеочистка на литейном дворе (летки, желоба, пункты загрузки миксеров):

Выбросы следует снизить до минимума за счет укрытия желобов и исключения упомянутых источников выбросов, а также путем очистки в рукавных фильтрах или электрофилтрах. Можно достигнуть концентрации выбросов пыли $1-15 \text{ мг/м}^3$. По неорганизованным источникам достигим уровень выбросов 5-15 г пыли на т чугуна; поэтому важна эффективность улавливания дымовых газов.

Подавление дымовых газов с использованием азота (в особых условиях, например, там, где это позволяет конструкция литейного двора и имеется в наличии азот).

8. Очитка сточной воды скрубберов доменной печи:

А. Максимально возможное повторное использование воды скрубберов,

Б. Коагуляция/отстаивание взвешенных частиц (в качестве среднегодового показателя вполне возможно остаточное содержание взвешенных твердых частиц $<20 \text{ мг/л}$ при единичных суточных величинах до 50 мг/л),

В. Гидроциклонная обработка шлама с последующим вторичным использованием крупной фракции в том случае, если гранулометрический состав позволяет провести сепарацию.

9. Максимальное сокращение выбросов при обработке шлака и удаления шлака в отвалы:

Предпочтительная обработка шлака посредством грануляции при подходящих условиях рынка.

Конденсация дымовых газов в случае необходимости уменьшения запаха.

Если шлак выпускают в ямы, то следует максимально уменьшить принудительное охлаждение водой или вообще исключить его там, где это возможно и позволяет требование ограничения площадей.

10. Минимизация твердых отходов/побочных продуктов.

Для твердых отходов рассматриваются следующие НДТМ (по степени очередности):

А. Максимальное сокращение образования твердых отходов,

Б. Эффективная утилизация (вторичное использование) твердых отходов/побочных продуктов; особенно вторичное использование крупной пыли процессов очистки доменного газа от пыли процессов пылеочистки на литейном дворе, полное вторичное использование шлака (например, в цементной промышленности или дорожном строительстве).

В. Контролируемое удаление неизбежных отходов/побочных продуктов (мелкие фракции шламов очистки доменного газа, часть отбросов).

В принципе, технологии, перечисленные в п.1-10, применимы как на новых, так и на действующих установках в случае удовлетворения упомянутых предпосылок и с учетом обстоятельств, обсуждаемых во введении.

7.5. Новейшие технологии и будущие разработки

Хотя доменный способ служит основным процессом производства чугуна, в настоящее время разрабатывают некоторые другие способы производства чугуна, причем один уже применяют в промышленном масштабе (Корекс). В этих так называемых технологиях «восстановительной плавки» неизменно используют в качестве основного топлива уголь вместо кокса. В некоторых из этих новых технологий также заменяют окатыши и агломерат пылевидной железной рудой. Если будет доказано, что такие технологии являются надежными для производства высококачественного и дешевого первичного чугуна, то картина первичного производства чугуна изменится кардинально. Ниже более подробно описаны эти альтернативные технологии.

Тем не менее, доменная печь остается доминирующим объектом в производстве чугуна; в настоящее время в мире работают несколько сотен таких агрегатов. Доменная печь имеет долгую историю, и современные доменные печи являются высокопроизводительными и энергоэффективными реакторами. Новый стимул практике эксплуатации доменной печи придало вдувание угля. В качестве примера будущих возможностей работы доменной печи можно упомянуть разработку кислородно-угольных технологий.

Высокие кислородно-угольные технологии

Описание: При вдувании угля появляется тенденция к снижению температуры в зоне циркуляции, и, если не принимать меры противодействия этому явлению, снижается эффективность горения и коэффициент использования при высоких расходах вдуваемого угля. С целью поддержания надлежащего режима в зоне циркуляции в дополнение к эффективному использованию угля и замене кокса необходимо применять либо все более высокие температуры дутья, или же повышенные уровни обогащения дутья кислородом по мере увеличения расхода вдуваемого угля.

Обычный нагрев дутья в регенеративных воздухонагревателях по конструктивным соображениям ограничивается температурой в районе 1200°C, что само по себе позволяет вдувать уголь с расходным показателем до 150 кг/т чугуна. Для повышения расхода угля можно применить два способа:

1. Повышение температуры дутья за счет применения электроплазменного перегрева.

Этот способ экономически целесообразен только в местах наличия дешевой электроэнергии. Такие испытания были проведены во Франции, где имеется дешевая электроэнергия атомных электростанций.

2. Добавка кислорода к дутью.

Для обогащения дутья до поступления его в воздухонагреватели или же для вдувания на уровне фурм вместе с углем (кислородно-угольное вдувание) можно применять кислород с воздухоразделительных установок. Обогащение воздуха кислородом до поступления дутья в воздухонагреватели может обусловить появление конструктивных проблем или проблем в

области промышленной безопасности, и поэтому может оказаться предпочтительным вдувание кислорода на уровне фурм.

Основные достижения: Теоретически расход при вдувании угля может составить 400 кг/т чугуна при использовании высокообогащенного дутья. В этом случае дутье следует обогатить по меньшей мере 30 % кислорода (51 % в дутье). Расход кокса по отношению к современному уровню потребления может быть существенно снижен.

Состояние: Были проведены опытные плавки и испытания на промышленных доменных печах. Принцип уже подтвержден. Эксперименты нацелены на максимально высокие показатели на входе при ровном ходе доменной печи и достаточной газификации угля.

Литература: [Campbell, 1992]; [Ponghis, 1993].

Снижение выбросов СО от воздухонагревателей с внутренней камерой сгорания

Описание: В разделе 7.1.2 описаны две основные конструкции воздухонагревателей (с внутренними и вынесенными камерами сгорания). В случае внутренней камеры сгорания наблюдаются высокие выбросы СО (см. 7.2.2.1) как следствие утечек через трещины в огнеупорной массе. Такие утечки представляются неизбежными и приводят к выделению несгоревшего газа. Однако можно уменьшить утечку за счет вставки листов из стали соответствующей марки в огнеупорную стену в процессе ремонта футеровки.

Основные достигнутые уровни выбросов: Воздействие наличия трещин (высокие выбросы СО) может быть существенно снижено. Пока нет сведений о данных замерах до и после вставки стальных листов.

Состояние: Данное мероприятие уже внедрено на одном металлургическом заводе с полным циклом в одной из 15 стран ЕС.

Утилизация тепла шлака

Описание: Жидкий шлак доменной печи имеет высокое теплосодержание. Его температура составляет примерно 1450°C; в современной доменной печи производят около 250-300 кг шлака на тонну чугуна. Ни одна из промышленно применяемых систем в мире не использует этот потенциальный источник энергии. Это в основном объясняется техническими трудностями в разработке безопасной, надежной и энергоэффективной системы, которая в дополнение к этому не оказывает влияния на качество шлака.

Экономия энергии: Экономия составит по оценке около 0,35 ГДж/т чугуна.

Состояние: Испытания проведены, но утилизация шлакового тепла вряд ли станет в ближайшем будущем промышленной практикой.

Литература: [InfoMil, 1997].

8. КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТОРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ

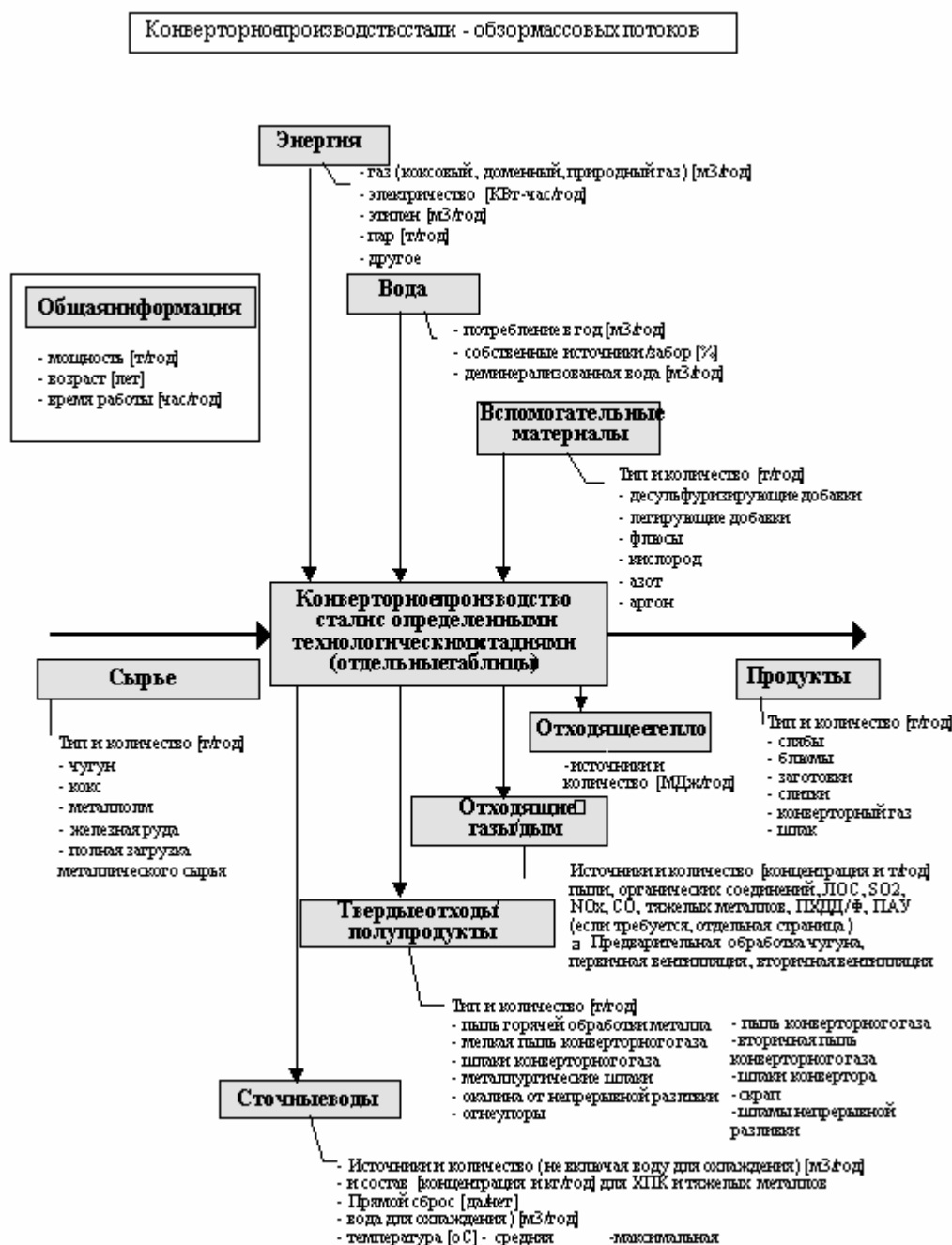
8.2. Современный уровень образования отходов и потребления материалов

8.2.1. Схема материальных потоков и вход/выходная информация

Рис. 8.9. Общая схема материальных потоков конверторного производства стали

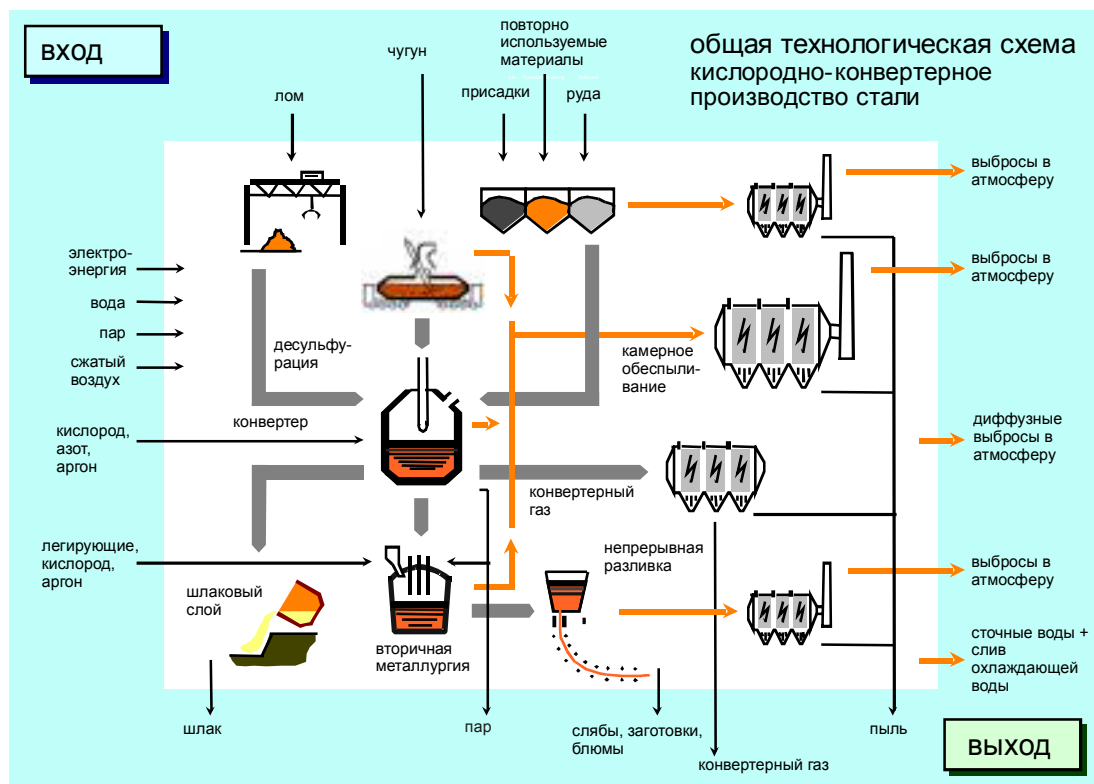
На рис. 8.9 приведена схема входных и выходных материальных потоков кислородно-конвертерного производства. Данная схема может быть использована для сбора данных по отдельным кислородно-конвертерным цехам.

Рис.8.10. Общая схема технологического процесса кислородно-конвертерного



производства с указанием отдельных операций и входного и выходного материальных потоков

На рис.8.10 представлена общая схема технологического процесса кислородно-конвертерного производства с указанием входных и выходных материальных потоков.



Следовательно, можно рассчитать удельные входные показатели и удельные показатели отходов. В табл.8.2 приведены величины этих показателей, взятые для четырех кислородно-конвертерных цехов, расположенных в четырех различных странах – членах ЕС.

Табл.8.2. Данные по входным и выходным материальным потокам для четырех действующих кислородно-конвертерных цехам в четырех различных странах – членах ЕС

Вход			Выход		
Сырье			Продукция ³⁾	кг/т стали	1000,0
Чугун ¹⁾	кг/т стали	820-980	Слябы}		
Лом	кг/т стали	170-255	Блюмы}		
Железная руда	кг/т стали	7-20	Заготовки}		
Другие железосодержащие материалы	кг/т стали	7-10	Слитки}		
Кокс	кг/т стали	0,02-0,48			
Известь	кг/т стали	30-55	Энергия		
Доломит	кг/т стали	1,5-4	Конвертер-ный газ ⁴⁾	МДж/т стали	(0)-650-840
Легирую-щие ²⁾	кг/т стали	3-9	Пар ⁵⁾	МДж/т ВС	(0)-20-270
			Газообразные выбросы		

Кислород	м ³ /т стали	45-55		Пыль	г/т стали	15-80
				Cr ⁶	г/т стали	0,01-0,36
				Cu ⁶	г/т стали	0,01-0,04
Энергия				Pb ⁶	г/т стали	0,13-0,9
Природный газ	МДж/т стали	20-55		Mn ⁶	г/т стали	<0,01-1,2
Электроэнергия	МДж/т стали	38-120		NO _x	кг/т стали	5-20
				CO	кг/т стали	1500-7960
				CO ₂ ⁷⁾	кг/т стали	11,2-140
Пар	МДж/т стали	30-140		ПАУ ⁸⁾	мг/т стали	0,08-0,16
				ПХДД/Ф	мкг ДЭ/т стали	<0,001-0,06
Сжатый воздух	м ³ /т стали	4-18				
				Отходы/ Побочные продукты		
				Шлак десульфурации чугуна	кг/т стали	2,2-19,2
Вода	м ³ /т стали	0,4-5		Конвертерный шлак	кг/т стали	85-110
				Шлак внепечной обработки стали	кг/т стали	2-16
				Отходы металла	кг/т стали	4-5
				Пыль	кг/т стали	1,5-7
				Шлак непрерывной разливки	кг/т стали	4-5
				Вторичная окалина	кг/т стали	1,2-6
				Бой огнеупоров	кг/т стали	0,8-5
				Сточные воды	м ³ /т стали	?

Примечания: Следует проводить различие между высокофосфористым (1,5-2,2% Р) и низкофосфористым (0,08-0,25%Р) чугунами.

1. Важные легирующие присадки – Fe-Ti, Fe-W, Fe-Ni, Fe-V, Fe-Si и Fe-Mo.
2. Всего продукции (слябы, блюмы, заготовки и слитки).
3. Нулевой показатель в случае отсутствия утилизации конвертерного газа.
4. Высокий показатель для неограниченного сжигания и утилизации тепла отходящих газов в виде пара; нулевой для ограниченной утилизации конвертерного газа без какой-либо утилизации тепла (нет производства пара).
5. Повышенный показатель для менее эффективной пылеочистки неорганизованных выбросов.
6. Высокий показатель при частичном сжигании конвертерного газа.
7. ПАУ по Борнефф 6; данные имеются только по двум заводам.

Отсутствует информация о том, каким образом были получены эти данные, а также о методах отбора и анализа проб, расчета временных интервалов и соответствующих условий. Подробные данные по другим заводам отсутствуют. Даны показатели за 1996 г.

Табл.8.3 дополняет табл.8.2 представленными показателями по выбросам пыли в атмосферу (после частичной очистки) для основных отдельных операций и источников выбросов кислородно-конвертерного производства.

Табл.8.3. Показатели по выбросам пыли в атмосферу (после частичной очистки) для кислородно-конвертерных цехов¹⁾.

	Операция / источник выбросов	Пыль, г/т стали	
		n/г	x±s
Конвертерный газ	Полное сжигание ²⁾	13/10-200	66±78
	Ограниченное сжигание без утилизации топливного газа ³⁾	17/15-190	74±65
	Ограниченное сжигание с утилизацией топливного газа	13/1,5-16	8±4
Другие источники (помимо конвертерных выбросов)			
	Десульфурация чугуна ⁴⁾	26/1-7	
	Транспортировка чугуна (перелив в ковш) ⁵⁾	1-17	
	Завалка конвертера, выпуск, скачивание шлака и вторичные выбросы при продувке ⁵⁾	1-30	
	Внепечная обработка стали ⁶⁾	0,1-10	
	Непрерывная разливка ⁵⁾	0,5-4	
	Сумма других выбросов (помимо конвертерных)	20-80	

Примечания: x±s – средняя величина и среднее квадратичное отклонение (рассчитанное в случае наличия достаточных данных); n – количество данных; г – диапазон данных (минимум-максимум); п.г. – не относится к производству; Н.св. – нет сведений.

- 1) Данные исследования ЕС 1996 г. (если не указано иначе).
- 2) Три конвертера – 200 г, остальные <50 г пыли на тонну ВС.
- 3) Три конвертера – 190 г, один – 140 г, остальные <100 г пыли на тонну ВС.
- 4) В двух цехах с использованием мокрой очистки в скрубберах или сухих электрофильтров данный диапазон (15-20 г пыли на тонну ВС) превышен; конкретные данные отсутствуют.
- 5) Конкретные данные отсутствуют.
- 6) Вторичная металлургия включает операции в ковше, ковше-печи, кислородном конвертере и другом оборудовании, включая заливку и выпуск; как сообщают, в пяти кислородно-конвертерных цехах выбросы пыли составляют 15-20 г пыли на тонну ВС.
- 7) Данные исследования ЕС 1996 г. с коррекцией по данным [EUROFER BOF, 1997].

8.2.2. Информация о выбросах и энергопотреблении по конкретным циклам передела

В кислородно-конвертерном производстве стали различают следующие виды выбросов отходящих газов, образования твердых отходов/побочных продуктов и сточных вод.

8.2.2.1. Отходящие газы

8.2.2.1.1. Первичные отходящие газы

- предварительная обработка чугуна

- продувка кислородом и конвертерный газ
- ковш, ковш-печь, конвертер и другое оборудование, используемое во внепечной обработке стали

8.2.2.1.2. Вторичные отходящие газы

- перелив в ковш и скачивание шлака
- заливка в кислородный конвертер
- выпуск металла и шлака из кислородного конвертера и ковшей
- вторичная металлургия и операции выпуска металла
- обработка присадками
- непрерывная разливка стали

8.2.2.2. Твердые отходы/подобные продукты

- шлак десульфурации
- конвертерный шлак
- шлак внепечной обработки стали
- окалина
- пыль сухой очистки конвертерного газа (в случае применения) или очистки других отходящих газов (например, отходящих газов при десульфурации, пылеочистке неорганизованных выбросов, внепечной обработке стали)
- шлам мокрой очистки конвертерного газа (в случае применения)
- шлак непрерывной разливки стали
- вторичная окалина непрерывной разливки стали
- бой футеровки

8.2.2.3. Сбросы сточных вод

- мокрая очистка конвертерного газа
- непрерывная разливка стали

8.2.2.1. Выбросы отходящих газов

8.2.2.1.1. Первичные отходящие газы

8.2.2.1.1.1. Выбросы при предварительной обработке чугуна

На каждом из трех этапов предварительной обработки чугуна наблюдаются выбросы пыли. Отходящие газы, образующиеся в процессе десульфурации, последующего отделения шлака и взвешивания, содержат до 1 кг/т стали в виде твердых частиц [Koeller, 1995, EC BOF 1995]. За счет улавливания правильно расположенным зонтом и последующей обработки в рукавном фильтре или другом фильтре достаточной эффективности (например, электроfiltре) степень загрязненности выбросов может быть снижена.

8.2.2.1.1.2. Выбросы при продувке кислородом и конвертерный газ

При продувке кислородом из конвертера выделяется конвертерный газ. В нем содержатся монооксид углерода (CO) и большое количество твердых примесей (в основном состоящих из оксидов металлов, в том числе тяжелых), сравнительно небольшого количества оксидов серы (SO₂) и оксидов азота (NO_x). Кроме того, выделяется относительно небольшое количество полихлорированных дифенилпарадиоксинов/ дифенилфуранов (ПХДФ/Ф) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) (см. табл.8.2).

- Обычно используют две системы утилизации конвертерного газа:

А) частичный/полный дожиг,

Б) ограниченный дожиг.

- Выбор типа системы оказывает влияние на выбросы.

При полном (или открытом) дожиге конвертерный газ сжигается в канале отвода отходящих газов. Зазор, имеющийся между конвертером и юбкой обеспечивает доступ окружающего воздуха и за счет этого происходит частичный или полный дожиг конвертерного газа. В данном случае в конвертерном газе содержатся, приблизительно, 15-20 кг твердых частиц и примерно 7 кг монооксид углерода на тонну выплавляемой стали. Утилизация энергии осуществляется путем использования теплосодержания газа в котле-утилизаторе. Стоит отметить большой расход (2-3 тыс. м³/т стали) в сравнении с системами ограниченного дожига (50-100 м³/т стали). Это объясняется поступлением воздуха в канал отвода конвертерного газа.

При применении ограниченного дожига на горловину конвертера опускается выдвижная водоохлаждаемая юбка. Таким образом, дожиг монооксида углерода в канале отвода отходящих газов ограничивается, и монооксида углерода можно подвергать утилизации. Отсутствие азота (при условии исключения подсоса воздуха) означает повышенные скорости продувки кислорода и за счет этого сокращение времени технологического процесса.

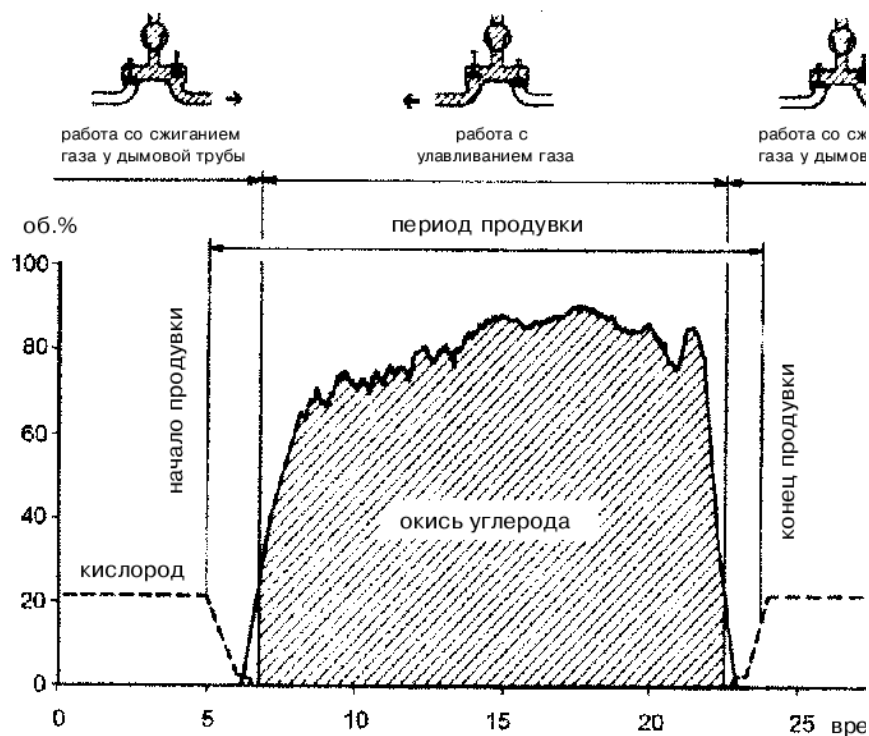
По теплоте сгорания и поправочному коэффициенту (для учета влияния состава газа на замеренное значение теплового потока) конвертерный газ может считаться бедным газом, однако он относится к группе богатых газов при рассмотрении его с точки зрения параметров горения (особенно, температуры горения). Состав конвертерного газа меняется в зависимости от применяемого процесса, способа утилизации и, в частности, объема кислорода (табл.8.4).

Табл.8.4. Состав и характеристики конвертерного газа

Параметр	Единица	Среднее значение ¹⁾	Диапазон
Состав			
CO	об. %	72,5	55-80
H ₂	об. %	3,3	2-10
CO ₂	об. %	16,2	10-18
N ₂ + Ar	об. %	8,0	8-26
Характеристики			
Плотность	кг/м ³	1,33	1,32-1,38
Высшая теплота сгорания	кДж/м ³	9515	
Низшая теплота сгорания	кДж/м ³	9580	7100-10100
Теоретическая температура пламени	°C	2079 ²⁾	
Удельная потребность воздуха (по влажной массе)	м ³ / м ³	1,81	1,34-1,90
Удельный объем отходящего газа (по влажной массе)	м ³ / м ³	2,43	
¹⁾ Данные по сжигаемому газу относятся к режиму на участке газгольдера при температуре 15°C, избыточном давлении 60 мбар, давлении 1013 Па, влажности 100 %. ²⁾ При полной влажности и 0°C.			

На рис. 8.11 показано содержание CO (ключевой параметр утилизации конвертерного газа) в зависимости от длительности окисления в случае ограниченного сжигания. В связи с низким содержанием CO конвертерный газ, образующийся на начальном и конечном этапах продувки (каждый этап длительностью несколько минут), не отводится, а сжигается после очистки от пыли.

Рис.8.11. Отвод конвертерного газа при ограниченном дожигании



Обычно твердые примеси удаляют из конвертерного газа посредством скрубберов с трубами Вентури или сухих электрофильтров. При применении ограниченного дожига использование скрубберов с трубами Вентури позволяет достичь концентрации твердых примесей в газе 5-10 мг/м³ (однако концентрации до 50 мг/м³ также возможны). Это соответствует 1 г/т стали. Содержание железа в извлеченных твердых примесях составляет 42-65 %. Твердые примеси в газе выделяются на участке его сжигания.

При применении полного дожига выбросы твердых частиц в атмосферу составляют 25-100 мг/м³ после очистки. В результате значительно более высокого расхода отходящих газов в открытой системе дожига этот показатель соответствует выделениям твердых частиц до 180 г/т стали. В табл.8.5 обобщены данные о выбросах кислородного конвертера в атмосферу.

Табл.8.5. Удельные показатели выбросов в атмосферу от кислородного конвертера с ограниченным дожигом; после частичной очистки – если нет других указаний, то на базе [InfoMil, 1997)

Компонент	Удельный показатель выбросов	Единица
Расход (конвертерного газа) при первичной вентиляции - Полный дожиг - Ограниченный дожиг	2000-3000 50-120	м ³ /т стали -“-
Расход при вторичном отсосе	1300-4800	м ³ /т стали
Твердые частицы после продувки кислородом - Без уменьшения степени загрязненности - После пылеочистки организованных выбросов (конвертерного газа)	15-20 0,5-200	кг/т стали г/т стали
(Тяжелые) металлы		
Ag	0,60-0,68	г/т стали -“-
As		
Cd	0,00-0,02	-“-
Cr		
Cu	0,07-0,20	-“-
Fe	0,00-0,04	-“-
Hg		
Mg	0,04	-“-
Mn	2,8-83	-“-
Pb		
Zn	0,00-0,02	-“-
	1,45-2,40	-“-
	2,7-60	-“-
	1,5-2,9	-“-
	8,2	
Оксиды серы (SO ₂)	0,4-5,5	г/т стали
Оксиды азота (NO _x)	5,0-20	г/т стали
Моноксид углерода (CO)	7,0-16	кг/т стали
Фтористый водород*	0,008-0,01	г/т стали
ПАУ (Борнефф 6)	0,08-0,16	мг/т стали
ПХДД/Ф	<0,001-0,06	мкг ДЭ/т стали

Примечание: выплавляемая сталь - сталь в слитках.

* При добавлении плавикового шпата (CaF₂) в качестве флюса при десульфурации чугуна выделения фторидов могут быть значительно выше.

Следует отметить наличие градаций между ограниченным и полным дожиганием; в некоторых цехах используют полное дожигание, в других – частично ограниченное дожигание, а в некоторых цехах

полностью исключают дожигание конвертерного газа. В некоторых случаях конвертерный газ не утилизируют, а сжигают на участке у дымовой трубы. В настоящее время имеется тенденция применения ограниченного дожигания и последующей утилизации конвертерного газа. В случае такой утилизации необходимо наличие газгольдера большого размера. Кроме того, должны быть возможности местного использования утилизируемого газа. Отсутствие таковых в некоторых случаях означает, что до сих пор в странах ЕС есть кислородно-конвертерные производства, в которых не применяется утилизация конвертерного газа.

Фурменная зона – важный фактор с точки зрения выбросов пыли. Поскольку кислородная фурма должна быть выдвижной, твердые частицы в отходящих газах отводного канала могут выходить через фурменное отверстие, попадая внутрь здания цеха. С помощью защиты и продувки паром или инертным газом можно предупредить такие выбросы.

8.2.2.1.1.3. Выбросы на участках сталь ковша, ковша-печи, конвертера и другого оборудования внепечной обработки стали

Количество пыли, выделяемой в различных процессах, достигает 1-275 г/т стали [EUROFER BOF, 1997]. Выбросы в атмосферу после уменьшения степени их загрязненности составляют 0,1-10 г/т стали (см. табл.8.3).

Что касается производства свинецсодержащей стали (см. 1.1.5), то выбросы происходят во время присадки свинца в сталь ковш. Образующийся газ отсасывается и обычно обрабатывается в фильтре мокрой очистки, специально с целью достижения низкого остаточного содержания пыли в таком отходящем газе ($<5 \text{ мг/м}^3$). Однако сам ковш не является герметичным и, таким образом, образуются отходящие газы, которые не улавливаются, хотя объемы их выбросов могут быть значительными. Данные о расходах и выбросах свинца отсутствуют.

8.2.2.1.2. Вторичные отходящие газы

Вторичные отходящие газы включают выбросы от следующих операций:

- Перелив чугуна и скачивание шлака,
- Завалка кислородного конвертера (подача чугуна и лома),
- Выпуск стали и шлака из кислородного конвертера и сталь ковша,
- Операции внепечной обработки стали и выпуск,
- Обработка присадками,
- Непрерывная разливка стали.

Выбросы в атмосферу от всех процессов/источников выделений обобщены в табл.8.3.

Стоит отметить выбросы при загрузке и выпуске из кислородного конвертера и описать их более подробно.

Как при завалке лома и чугуна, так и при выпуске металла из конвертера происходит выделение пыли. Во время операций завалки и выпуска конвертер наклоняют. Для сокращения объемов выделяющейся пыли часто устанавливают так называемую систему вторичной вентиляции. Система вторичной вентиляции обычно состоит из вытяжного зонта непосредственно над конвертером в наклонной позиции и укрытия вокруг оставшихся трех четвертей конвертера. Последующая обработка отводимых газов обычно выполняется посредством рукавного фильтра или электрофильтра.

Во время завалки и выпуска не все твердые частицы улавливаются системой вторичной очистки. Поэтому небольшое количество пыли выходит через свод здания цеха (25-100 г/т стали). На практике выбросы зависят в основном от производительности системы аспирации и порядка завалки лома и чугуна.

8.3. Приемы, учитываемые при определении НДТМ

Комплекс технологических решений

ТР.1. Утилизация энергии конвертерного газа

ТР.2. Снижение содержания цинка в ломе

ТР.3. Отбор проб в потоке и анализ стали

Известные технические средства, применяемые на "конце трубы"

КТ.1. Первичное удаление пыли

КТ.2. Уменьшение содержания твердых примесей в выбросах при предварительной обработке чугуна

КТ.3. Вторичное удаление пыли

КТ.4. Горячее брикетирование пыли и повторное ее использование

КТ.5. Очистка сточных вод после мокрой пылеочистки

КТ.6. Очистка сточных вод непрерывной разливки стали

8.4. Выводы

Внимание читателя, пытающегося понять данную статью и ее содержание, адресуем к введению настоящего документа и, особенно, к пятому его разделу «Как понимать настоящий документ и как им пользоваться». Представленные в этой главе технологии и соответствующие им уровни выбросов и/или сбросов, а также значения этих показателей, оцениваются путем итеративного процесса, предусматривающего следующие этапы:

- определение ключевых экологических проблем передела; для кислородно-конвертерного производства и разливки – это улавливание и очистка дымовых газов, утилизация и очистка конвертерного газа, а также извлечение цинка из уловленных газов;
- анализ наиболее подходящих способов для решения этих ключевых проблем;
- определение показателей экологической результативности на базе имеющихся данных по странам ЕС и всего мира;
- анализ условий, при которых достигаются эти показатели работы, включая потери, перекрестное влияние, основные стимулы, способствующие внедрению этих методов;
- выбор наилучших доступных технических методов (НДТМ) и соответствующих уровней выбросов и сбросов для этого передела в общем и целом в соответствии со Статьей 2(11) и Приложением IV Директивы.

Ключевую роль на каждом таком этапе и в способе изложения представленной здесь информации играет экспертная оценка, данная Европейским бюро IPPC и соответствующей Технической рабочей группы (ТРГ).

На основании этой оценки в данной главе представлены технологии и, насколько это возможно, уровни выбросов и сбросов, связанные с использованием НДТМ, которые считаются приемлемыми для данного передела в общем и во многих случаях отражают текущую практику работы некоторых агрегатов в рамках этого передела. Там, где представлены уровни выбросов и потребления ресурсов, «связанные с лучшими имеющимися технологиями», это следует понимать как то, что эти уровни представляют показатели экологической результативности, которые можно ожидать в результате применения в данном переделе описанных методов, с учетом баланса издержек и преимуществ, свойственного определению НДТМ. Однако они не являются предельными величинами выбросов или сбросов и не должны пониматься как таковые. В некоторых случаях может иметься техническая возможность достижения лучших показателей по уровню выбросов или сбросов, но в связи с сопутствующими издержками или перекрестным эффектом они не считаются подходящими в качестве НДТМ для передела в целом. Однако такие уровни могут считаться оправданными в более конкретных случаях при наличии особых условий.

Уровни выбросов загрязняющих веществ и сбросов, а также потребление сырья и материалов, связанные с использованием НДТМ, необходимо рассматривать вместе с оговоренными справочными условиями (например, усредненные периоды).

Концепцию описанных выше «связанных с НДТМ уровней» следует отличать от термина «достижимый уровень», используемого в других разделах настоящего документа. Если уровень описывается как «достижимый» при применении конкретной технологии или сочетания технологий, то это следует понимать как то, что данный уровень можно рассчитывать достигнуть и поддерживать в течение значительного периода времени на хорошо работающей и хорошо обслуживаемой установке или в аналогичном процессе с использованием этих технологий.

Приведены данные (там, где они имеются) относительно размера издержек вместе с описанием технологий, представленных в предыдущей главе. Они дают примерное представление о величине требуемых затрат. Однако фактическая стоимость применения технологии будет в большей степени зависеть от конкретного положения в отношении, например, налогов, сборов, и технических характеристик установки. В настоящем документе нет возможности полностью оценить такие факторы, специфические для каждого завода. В отсутствие данных относительно затрат выводы по экономической целесообразности технологий основываются на данных наблюдения за действующими установками.

Планируется использование общих НДТМ, рекомендованных в данной главе для оценки текущих эксплуатационных характеристик действующей установки или для оценки предложений по новым установкам и, таким образом, содействовать в определении надлежащих основанных на НДТМ условий для такой установки. Предполагается, что новые установки будут конструироваться для эксплуатации на общих уровнях представленных здесь НДТМ или даже более высоких. Считают также, что с течением времени многие из действующих установок смогут продвинуться по направлению к общим уровням НДТМ или превзойти их.

Хотя справочники по НДТМ и не устанавливают юридически обязательных стандартов, их назначение выдавать руководящую информацию для отрасли, стран-членов ЕС и общественности относительно достигаемых уровней выбросов загрязняющих веществ и потребления материалов при использовании конкретных технологий. Надлежащие предельные величины для каждого конкретного случая необходимо определять с учетом целей Директивы IPPC и местных условий.

Для предварительной обработки чугуна, кислородно-конвертерного производства и непрерывной разливки стали лучшими имеющимися технологиями (НДТМ) считаются следующие методы или их сочетание. Приоритета и выбор методов варьируется в зависимости от местных условий. Можно также рассматривать любой другой метод или сочетание методов, позволяющие достигать такой же или лучший уровень эксплуатационных характеристик или эффективности; такие методы могут быть в стадии разработки, быть только что созданными, уже эксплуатироваться, но не быть упомянутыми или описанными в данном документе.

1. Уменьшение загрязнения воздуха твердыми частицами от процесса предварительной обработки чугуна (включая операции транспортировки чугуна, десульфурации и скачивания шлака) посредством:

- Эффективного отвода,
- Последующей очистки с помощью рукавного или электрофильтров.

При использовании рукавных фильтров достигают концентрации выбросов 5-15, а при использовании электрофильтров – 20-30 мг/м³.

2. Утилизация конвертерного газа и первичная очистка от пыли с применением:

- Ограниченного дожигания и
- Сухих электрофильтров (на новых и действующих установках) или
- Мокрой очистки в скрубберах (на действующих установках).

Улавливаемый конвертерный газ очищают и хранят для последующего использования в качестве топлива. В некоторых случаях может быть неэкономично или, с учетом надлежащего управления энергопотреблением, нецелесообразно утилизировать конвертерный газ. В таких случаях

конвертерный газ можно дожигать с образованием пара. Тип дожигания (полное или ограниченное) зависит от местных условий.

Улавливаемые газы и/или шламы следует повторно использовать в максимально возможной степени. Следует отметить обычно высокое содержание цинка в пыли/шламе. Особое внимание следует обратить на выбросы пыли в зоне фурм. Эту зону необходимо укрывать во время продувки кислородом и, в случае необходимости, вдувать в фурменное отверстие инертный газ для рассеивания твердых примесей.

3. Вторичное удаление пыли с применением:

- Эффективного отвода во время завалки и выпуска с последующей очисткой посредством рукавного или электрофильтров или же любым другим способом при такой же эффективности удаления. Эффективность улавливания может достигать примерно 90 %. Достигаемое остаточное содержание пыли может составить 5-15 и 20-30 мг/м³ для рукавных и электрофильтров, соответственно. Следует отметить обычно высокое содержание цинка в пыли.
- Эффективного отвода во время обработки чугуна (перелив из ковша в ковш), скачивании шлака и в процессе внепечной обработки стали с последующей очисткой посредством рукавных фильтров или любым другим способом с той же эффективностью удаления. Для этих операций достигается уровень менее 5 г/т стали.

Подавление дымовых газов (пылеподавление) инертным газом при переливе чугуна из чугуновозного ковша (или миксера) в заливочный ковш с целью максимального снижения образования дымовых газов/пыли.

4. Снижение до минимума/уменьшение степени загрязненности сточных вод при их сбросе в водный бассейн от первичной мокрой очистки конвертерного газа с применением следующих мер:

- Возможное применение (если позволяют имеющиеся площади) сухой очистки конвертерного газа,
- Повторное использование воды в скруббере в максимально возможной степени (например, посредством вдувания CO₂ в случае ограниченного сжигания),
- Коагуляция и осаждение взвешенных твердых частиц, возможно достижение остаточной концентрации 20 мг/л.

5. Уменьшение степени загрязненности сбрасываемых в водный бассейн сточных вод от непосредственного охлаждения на установках непрерывной разливки стали с помощью:

- Вторичного использования технологической и охлаждающей воды в максимально возможной степени,
- Коагуляции и осаждения взвешенных твердых частиц,
- Удаления масел с применением скребковых сборников или любых других эффективных устройств.

6. Сокращение до минимума твердых отходов.

При образовании твердых отходов следующие технологии считаются лучшими (в порядке убывания приоритета):

- Максимально возможное снижение образования отходов,
- Эффективная утилизация (вторичное использование) твердых отходов/побочных продуктов, особенно вторичное использование конвертерного шлака и мелкой пыли от очистки конвертерного газа,
- Контролируемое удаление неизбежных отходов.

В принципе технологии, указанные в п.1-6, применимы как к новым, так и к действующим установкам (если отсутствуют другие указания и удовлетворены упомянутые предпосылки) при соответствующем учете информации, приведенной в предисловии.

8.5. Новейшие технологии и будущие разработки

В качестве новейших технологий обозначены следующие:

- Непрерывная разливка стали «плавка на плавку» и горизонтальная разливка,
- Переработка богатых цинком шламов/пыли,
- Новые реагенты для процесса десульфурации,
- Применение технологии вспенивания при предварительной обработке чугуна и рафинировании стали,
- Замена воздуха в зоне над чугуном инертными газами (CO₂, N₂).

Разливка «плавка на плавку» и горизонтальная разливка

Описание. Продолжается появление новых технологий в непрерывной разливке. Перспективными для промышленности представляются разливка «плавка на плавку» и горизонтальная разливка. Возможно прямое соединение этих процессов с последующей горячей прокаткой, что означает наличие определенных преимуществ у этих процессов по сравнению с обычной непрерывной разливкой стальных слабов и заготовок.

Состояние. Уже применяются в промышленном масштабе на нескольких заводах разных стран. Следовательно, эти технологии следует считать при будущем упоминании уже имеющимися.

Основные достижения. Эти современные способы непрерывной разливки отличаются снижением капитальных затрат, упрощенным производственным процессом, сокращением энергопотребления и трудозатрат. Кроме того, горизонтальная разливка не нуждается в сооружении высоких зданий, необходимых в настоящее время для обычных процессов непрерывной разливки.

Литература: UBA Comments, 1997.

Переработка богатых цинком шламов/пыли

Описание. При очистке конвертерного и доменного газов образуются богатые цинком шламы и пыль. Однако содержание цинка не достаточно высоко для обеспечения экономичности вторичного использования этих отходов. Лишь некоторая часть этих шламов и пыли может быть утилизирована, так что почти все металлургические предприятия имеют большие запасы богатых цинком шламов и отходов. В п.ЕР.4 упоминаются горячее брикетирование и производство окатышей с высоким содержанием цинка для повторного использования в других производственных процессах. Технически возможно извлечение из этих шламов и пыли цветных металлов, после чего ценные железосодержащие очищенные твердые материалы могут быть повторно использованы в производстве чугуна. Извлеченные цветные металлы могут быть подвергнуты дальнейшей переработке в цветной металлургии. Причиной отсутствия до настоящего времени промышленного внедрения этого способа является высокая себестоимость переработки такого шлама/пыли.

Здесь можно применять различные методы (находящиеся на разной стадии разработки):

- Процесс в печи с вращающимся подом (Inmetco),
- Процесс для обработки в кипящем слое (Thyssen),
- Циркуляционный реактор с кипящим слоем,
- Синергетический миксерный процесс,
- Плазменный процесс (Siromelt, Plasmelt),

- Универсальная кислородная вагранка.

Состояние. Существуют промышленные способы обработки богатых цинком шламов/пыли в других отраслях (UBA Comments, 1997).

Литература. Koller, 1995; UN-CE, 1996; Reintz, 1996; EUROFER BOF, 1997.

Новые реагенты процесса десульфурации

Описание. Применение новых реагентов для десульфурации может привести к сокращению выбросов твердых примесей и другому (более приемлемому) составу образуемой пыли.

Состояние. В процессе разработки.

Литература. EC BOF, 1995.

Применение технологии вспенивания при предварительной обработке чугуна и рафинировании стали

Описание. Технология вспенивания предпочтительна к применению в процессе предварительной обработки чугуна, потому что пена поглощает твердые примеси, образующиеся из-за обработки чугуна.

Состояние. Уже имеются в наличии несколько методов вспенивания.

Литература. EC BOF, 1995.

Замена воздуха инертными газами (Ar, N₂)

Описание. Снижение концентрации O₂ в зоне над чугуном в процессе предварительной обработки чугуна уменьшает образование оксидов и за счет этого твердых примесей. O₂ может быть рассеян с помощью инертного газа, например, CO₂ или N₂.

Состояние. Были проведены промышленные испытания с использованием CO₂ в качестве инертного газа при выпуске чугуна из чугуновозного ковша в сталь ковш (Люксембург) и при заливке чугуна в конвертер (Франция). В Германии были проведены испытания с использованием в качестве инертного газа N₂.

Побочный эффект. Применение N₂ может привести к выделению NO_x.

Литература. EC BOF, 1995.

9. ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ В ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

9.3. Методы для выбора наилучших доступных технических методов

Комплекс технологических решений

- ТР.1 Оптимизация процесса плавки в дуговой электропечи (ДСП)
- ТР.2 Предварительный прогрев скрапа
- ТР.3 Система водяного охлаждения с замкнутым циклом

Методы "на конце трубы"

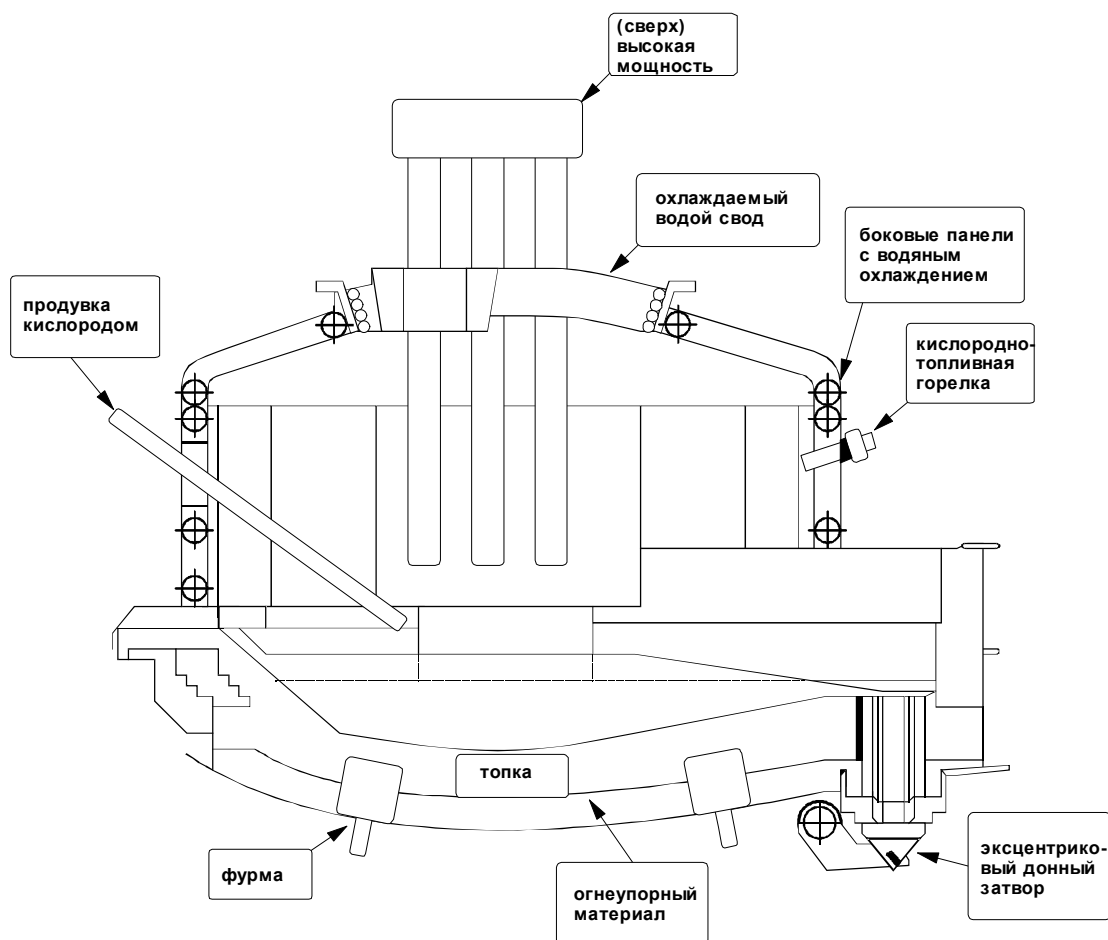
- КТ.1 Современные системы улавливания выбросов в атмосферу
- КТ.2 Эффективный дожиг в сочетании с современными методами очистки отходящих газов
- КТ.3 Впрыскивание порошка лигнитового кокса для обработки отходящих газов
- КТ.4 Утилизация шлаков дуговых электропечей
- КТ.5 Утилизация пыли дуговых электропечей

ТР.1 Оптимизация процесса плавки в дуговой электропечи

Описание: Процесс дуговой электроплавки постоянно совершенствовался с целью его оптимизации и увеличения производительности за счет снижения удельного потребления энергии. На Рис. 9.14 показаны наиболее важные технические решения/методы, подробно описанные ниже.

- Операции в режиме (сверх) высокой мощности
- Водяное охлаждение боковых стен и свода печи
- Кислородно-топливные горелки и продувка кислородом
- Система донного выпуска металла
- Вспенивание шлаков
- Внепечная обработка стали или обработка в ковше
- Автоматизация

Рис. 9.14. Схема дуговой электропечи, на которой указаны технологические решения по оптимизации – [Д. Рентц, 1996]



Режим (сверх) высокой мощности (СВМ): Попытки снизить время выплавки металла привели к установке более мощных трансформаторов. Отличительными признаками СВМ печей являются установленное удельное энергопотребление, средний КПД по энергии (≥ 0.7) и повременная эксплуатация трансформатора (≥ 0.7). Работа в режиме СВМ может привести к росту производительности, снижению удельного расхода электродов и уменьшению удельного объема отходящих газов, но при этом может ускорить износ футеровки электропечи [Хайнен, 1997].

Водяное охлаждение боковых стен и свода печи: Последние два десятилетия боковые стены и свод дуговых электропечей облицовывают водоохлаждаемыми панелями с целью экономии огнеупорных материалов, применения технологии (сверх) мощных печей, а также повторного использования вторичного тепла с помощью энергосберегающих методов. Однако, экономическая жизнеспособность методов возврата энергии в производственный цикл должна быть проверена опытным путем от предприятия к предприятию. В принципе, можно выделить две системы охлаждения. При так называемом холодном или теплом охлаждении потери энергии снижаются за счет нагревания воды, проходящей по спиральным трубам. В испарительной системе охлаждения тепло, создаваемое электродуговым процессом, передается испаряющейся воде. При защите охлаждающих панелей от тепловой деформации, особенно когда вспенивание шлаков невозможно (см. ниже), компьютерное управление процессом плавки способствует предупреждению образования трещин в панелях, вызванных механическим напряжением, а также экономии огнеупорного материала [Кнуп, 1997].

Кислородно-топливные горелки и продувка кислородом: Кислородно-топливные горелки обеспечивают однородную плавку скрапа. Они также позволяют частично корректировать максимальную нагрузку подачи электроэнергии. Обычно, дополнительный подвод тепла,

обеспечиваемый кислородно-топливными горелками и продувкой кислородом, приводит к уменьшению общего потребляемого количества энергии.

Донный выпуск металла: В настоящее время практика донного выпуска металла широко распространена, так как она делает возможным снизить количество шлака, переносимого в ковш при выпуске металла. Она также позволяет снизить выбросы за счет уменьшения количества необходимого огнеупорного материала в результате более быстрого выпуска металла и снижения энергетических потерь. Более того, эта технология упрощает улавливание выбросов. В то время как некоторые старые печи все еще оснащены выпускными желобами, в современных дуговых электропечах обычно используются системы донного выпуска металла.

Вспенивание шлаков: Образование пенистого шлака внутри печи улучшает теплопередачу к загружаемому составу, а также защищает огнеупорный материал внутри печи. Благодаря лучшей стабильности горения дуги и меньшему излучающему эффекту, вспенивание шлаков ведет к снижению расхода энергии и электродов, уровня шума и к росту производительности. Оно также может оказывать положительное воздействие на некоторые металлургические реакции (например, между шлаком и расплавом). Плотность пенистого шлака меньше, чем у обычного, содержащего FeO, шлака дуговых электропечей (1,15-1,5 т/м³ по сравнению с 2,3 т/м³). По этой причине, объем шлака, образующегося в процессе плавки стали, увеличивается и требует более крупных ковшей. После выпуска металла шлак снова частично дегазируется. У нас нет информации о неблагоприятных воздействиях пенистого шлака на возможности его использования. Необходимо заметить, что применение пенистых шлаков зачастую невозможно при выплавке высокосортной стали.

Внепечная обработка стали или обработка в ковше: Некоторые стадии производства необязательно проводить непосредственно в дуговой электропечи. Они могут быть осуществлены более эффективно в других агрегатах (десульфурация, легирование, температурная и химическая доводки). Сегодня эти операции чаще производятся не в дуговых электропечах, а в ковшах, ковшовых печах или других агрегатах [EPRI, 1992; Хайнен, 1997]. Опубликованные материалы по преимуществам этой разработки свидетельствуют об экономии электроэнергии (чистая экономия 10-30 кВт/т), снижении длительности плавки от выпуска до выпуска на 5-20 минут, росте производительности, лучшем контроле температуры стали и тепла в процессе непрерывной разливки, возможном снижении расхода электродов (до 0.1-0.74 кг/т), экономии легирующих добавок и снижении выбросов из самой печи [EPRI, 1992]. Возможный недостаток ковшей или других агрегатов с точки зрения контроля за загрязнением воздушного бассейна – это увеличение числа источников выбросов в атмосферу, влекущее за собой рост капиталовложений на оборудование для контроля загрязнения воздуха, поскольку требуется установка дополнительных устройств для улавливания выбросов, например, вытяжных зонтов.

Автоматизация: В последние годы в связи с увеличением объемов выпускаемой продукции стало необходимым введение систем автоматизированного контроля на электрометаллургических заводах. Они нужны, чтобы управлять растущим потоком материалов и информации в связи с подбором сырья, внедрением дуговых электропечей, внепечной обработки и машин непрерывной разливки. Эффективные системы контроля позволяют увеличить производительность, снизить потребление энергии, а также уменьшить выбросы пыли [Линнингер, 1995].

Основные достигнутые уровни выбросов: Приведены выше (описание).

Возможность применения: Описанные методы применимы как на новых, так и на уже существующих установках, но они должны быть проверены опытным путем, от предприятия к предприятию.

Сопутствующие эффекты: Кислородно-топливные горелки увеличивают объем отходящих газов, но, с другой стороны, уменьшают валовые энергетические затраты.

Водоохлаждаемые боковые стены и свод требуют дополнительных энергозатрат около 10-20 кВт/т, однако их можно компенсировать за счет лучшей работы и технического обслуживания. Применение охлаждаемых водой стен и свода, помимо прочего, дало возможность использовать такие современные технологии, как мощные и сверхмощные печи.

Примеры заводов: Многие установки в ЕС оборудованы данными технологиями и эксплуатируются в оптимизированном режиме. В таблице 9.8 сведены соответствующие данные по девяти заводам Германии, оснащенных дуговыми электропечами, работающими в оптимизированных условиях.

Таблица 9.8. Информация по 9 немецким заводам с действующими оптимизированными дуговыми электропечами - [Д. Рентц, 1997]

	ДСП 1	ДСП 2	ДСП 3	ДСП 4	ДСП 5	ДСП 6	ДСП 7	ДСП 8	ДСП 9
Введена в строй	1979	1968/1976	1995	1994	1995	1978	1981	1995	1982
Тип печи	АС, УВМ	АС, УВМ	ДС, УВМ печь	ДС, УВМ печь	ДС, УВМ печь	АС, УВМ	АС печь	АС печь	АС, УВМ
Производимые сорта стали	Углеродистая сталь	Углеродистая сталь	Углеродистая сталь	Углеродистая сталь	Углеродистая сталь	Углеродистая сталь	Высоколегированная сталь	Высоколегированная сталь	Высоколегированная сталь
Вес плавки, т	135	85 каждый	100	125	120	115	110	100	145
Номинальная мощность трансформатора	711	800 каждый	140	130	120	910	682	570	724
Сырье	Скрап	Скрап	Скрап	Скрап	Скрап	Скрап, железо, полученное прямым восстановлением	Скрап	Скрап	Скрап
Система охлаждения	Водоохлаждаемые стены и свод	Водоохлаждаемые стены и свод	Водоохлаждаемые стены и свод	Водоохлаждаемые стены и свод	Водоохлаждаемые стены и свод	Водоохлаждаемые стены и своды	Водоохлаждаемые стены и своды	Водоохлаждаемые стены и своды	Водоохлаждаемые стены и своды
Система выпуска металла из печи	Эксцентриковый затвор	Овальный затвор	Эксцентриковый затвор	Эксцентриковый затвор	Эксцентриковый затвор	Эксцентриковый донный затвор	Эксцентриковый донный затвор	Эксцентриковый донный затвор	Выпуск металла в желоб
Производительность, т/год	600000	600000 каждый	750000	600000	600000	950000	550000 каждый	400000	600000
Дополнительные горелки	Продувка кислородом (боковые стены)	Топливные горелки (боковые стены и затвор)	Газовые горелки	Кислородно-топливные горелки	Горелки на кислороде/природном газе (7)	Продувка кислородом и углекислым газом, газовые горелки	Топливные горелки (боковые стены и затвор)	Продувка кислородом (затвор)	Продувка кислородом (боковые стены)
Дополнительное топливо	-	-	уголь	уголь	уголь	-	-	-	-
Меры по улавливанию выбросов	Прямой отсос (4-ое отверстие), навесная вытяжка	Прямой отсос (4-ое отверстие)	2-ое отверстие, вытяжка	2-ое отверстие, вытяжка на своде печи	2-ое отверстие, обеспыливание ковшовой печи, кожух большой печи	Прямой отсос (4-ое отверстие), навесная вытяжка	Прямой отсос (4-ое отверстие), навесная вытяжка	Прямой отсос (4-ое отверстие), навесная вытяжка	Прямой отсос (4-ое отверстие), кожух печи
Система очистки	Дожиг,	Камера	Камера дожига	Камера дожига	Дожиг, рукавный	Камера	Электро-	Рукавный	Дожиг,

отходящих газов	электро- фильтр	дожиг, рукавный фильтр	с дополнительны ми горелками, тушение (воздушное), рукавный фильтр	с дополните- льными горелками, тушение (водяное), рукавный фильтр	фильтр	дожиг, рукавный фильтр	фильтр	фильтр	рукавные фильтры для организованн ых и неорганизован ных выбросов
Энергетический аспект	Возврат теплоты печи и отходящих газов (образование пара)	Нет данных	Возврат теплоты отходящих газов	Возврат теплоты отходящих газов	Водоохлаждаемы е трубы	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Возврат тепла печи и отходящих газов (образование пара)
Внепечная обработка стали	Печь-ковш, десульфурация	Печь-ковш	Печь-ковш, вакуумная дегазация	Печь-ковш, вакуумная дегазация	Печь-ковш	Печь-ковш	Печь-ковш, вакуумная дегазация	Печь-ковш, вакуумная дегазация	Печь-ковш

Стимулы для внедрения: Высокая конкуренция на рынке, а также необходимость увеличения производительности и снижения затрат стимулировали внедрение указанных технологий.

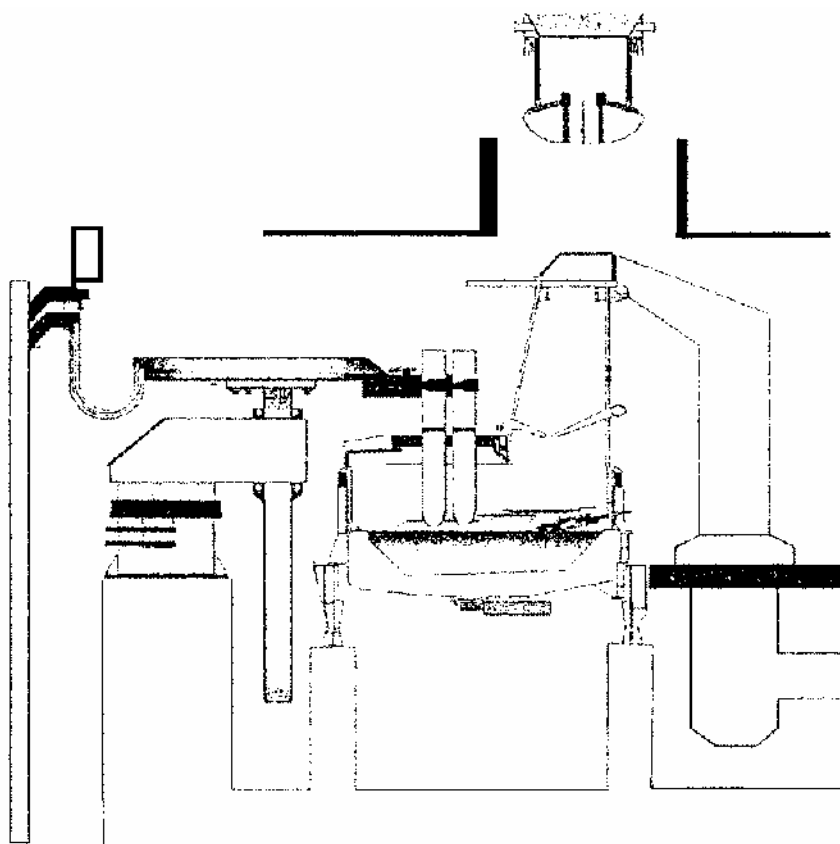
Эксплуатационные и экономические данные: Эксплуатационные данные даны в Таблице 9.8. Экономические данные отсутствуют.

Справочная литература: [Рентц, 1997]

ТР.2 Предварительный прогрев скрапа

Описание: Использование тепла отходящих газов является общепризнанным методом. В семидесятых годах было построено примерно двадцать заводов, на которых был предусмотрен прогрев скрапа в корзине перед загрузкой в печь. Однако, все они были выведены из эксплуатации в связи с техническими и экологическими проблемами. Конструкция новой печи предусматривает встроенную шахтную систему предварительного прогрева скрапа. В одношахтной печи может быть прогрето не менее 50% скрапа [Смит, 1992], в то время как шахтная печь, снабженная "пальцами" (Рис. 9.15), позволяет прогреть всю подачу скрапа [Восс-Спилкер, 1996].

Рис. 9.15. Схема дуговой электропечи с шахтой, оборудованной "пальцами" для удержания скрапа ("пальцевая" шахтная печь) при предварительном прогреве – [Восс-Спилкер, 1996]



Применение "пальцевой" шахтной печи позволило сократить время плавки в дуговой электропечи от выпуска до выпуска до 35 минут, что на 10-15 минут меньше по сравнению с электропечью, не оборудованной эффективным прогревом скрапа. Это позволяет быстро – приблизительно за один год – окупить расходы на переоснащение.

Другим доступным методом предварительного прогрева скрапа является процесс "констил" [МакМанус, 1995], но эта система пока не является общепризнанной проверенной технологией.

Рис. 9.16. Схема процесса "констил" – [Валломи, 1992]



Основные достигнутые уровни выбросов: Одношахтная печь может дать экономию вплоть до 70 кВт/т жидкой стали (ЖС). В пересчете на первичный источник энергии, экономия оказывается в три раза выше, что связано с низкой эффективности электроснабжения. К тому же, предварительный прогрев скрапа заметно уменьшает время плавки от выпуска до выпуска, что означает значительный рост производительности.

Шахтная печь, снабженная "пальцами", позволяет сэкономить до 100 кВт/т, что составляет четвертую часть суммарного расхода электроэнергии. В сочетании с современными методами обработки отходящих газов (см. КТ.2) предварительный прогрев скрапа может играть значительную роль в оптимизации электроплавки стали не только в свете увеличения производительности, но и снижения выбросов.

Побочным эффектом предварительного прогрева скрапа является снижение выбросов пыли на 20% благодаря тому, что отходящий газ пропускают через скрап, который действует как фильтр. Это уменьшение соотносится с увеличением содержания цинка в пыли, что способствует ее повторному использованию.

Возможность применения: Данная технология применима как на новых, так и на действующих установках. При ее внедрении на действующих установках для каждого отдельного случая должны быть рассмотрены такие обстоятельства, как наличие свободного места или совместимость с конструкцией печи.

Сопутствующие эффекты: Предварительный прогрев скрапа в шахте может повлечь за собой увеличение образования органических загрязняющих веществ, таких как дибензодиоксины и дибензофураны, и появление специфического запаха. Этого можно избежать при соответствующей тепловой обработке отходящих газов. Дополнительная очистка отходящих газов может оказаться необходимой, что потребует дополнительных затрат энергии. Но в связи с объемами энергосбережения, обеспеченными применением предварительного прогрева скрапа, дополнительное потребление энергии становится вполне приемлемым и оправданным, особенно если принять во внимание то, что экономия электроэнергии за счет использования тепловой энергии составляет около 35%, а для дожигаания используется природный газ.

Примеры заводов: Дуговая электропечь с одной шахтой: Ко-Стил Ширнесс, Ширнесс, Великобритания;

Дуговая электропечь с шахтой, оборудованной "пальцами": Кокерил-Сэмбр, Шарлеруа, Бельгия; Герлафинген Шталь АГ, Герлафинген, Чехия (эта печь была переоснащена шахтой, оборудованной "пальцами");

Печь с двойной оболочкой и встроенным процессом предварительного прогрева в шахте: АРЕС, Скиффланге, Люксембург; АСВ, Монтеро, Франция; Нервасеро, Испания.

Стимулы для внедрения: Основным стимулом к внедрению этой технологии является повышение производительности. В некоторых случаях предварительный прогрев скрапа (шахтные печи, оборудованные "пальцами"), сочетается с усовершенствованной обработкой отходящих газов.

Эксплуатационные и экономические данные: Отсутствуют.

Справочная литература: [Восс-Спилкер, 1996; Хайссиг, 1997; Смит, 1992; МакМанус, 1995]

ТР.3 Система водяного охлаждения с замкнутым циклом

Описание: В основном в процессе электроплавки стали вода используется в бесконтактном охлаждении, а также при мокрой очистке отходящих газов. Так как мокрая очистка отходящих газов применяется довольно редко, то далее она рассматриваться не будет. Процесс охлаждения элементов печи характеризуется наиболее высоким потреблением воды среди обсуждаемых здесь процессов. Кроме того, некоторое количество воды может быть использовано для охлаждения отходящих газов в процессе внепечной обработки стали. Для нужд системы охлаждения вода необходима в объеме до 5-12 м³/(м²·час) [Д. Рентц, 1997].

Современные заводы оборудованы системами охлаждения с замкнутым циклом и в дуговых электропечах, и при внепечной обработке стали.

Основные достигнутые уровни выбросов: Нет сбросов сточных вод.

Возможность применения: Система применима как на новых, так и на существующих установках.

Сопутствующие эффекты: Водяное охлаждение с замкнутым циклом требует дополнительной энергии для нагнетания воды и ее повторного охлаждения.

Примеры заводов: Преуссаг Шталь АГ, Пайне, Германия; БСВ, Кель, Германия, и многие другие заводы в ЕС.

Стимулы для внедрения: Нормативные требования и ограниченная доступность воды для охлаждения.

Эксплуатационные и экономические данные: Данные отсутствуют.

Справочная литература: [Д. Рентц, 1997]

КТ.1 Современные системы улавливания выбросов в атмосферу

Описание: Организованные и неорганизованные выбросы в атмосферу имеют большое значение (см. 9.2.2.1). Доступные методы сокращения выбросов должны максимально распространяться на неорганизованные выбросы. Таким образом, улавливание выбросов очень важно. Наиболее предпочтительными системами являются: сочетание прямого отсоса через 4-ое отверстие (в случае трех электродов) и 2-ое отверстие (в случае одного электрода), соответственно, и системы навесных зонтов (или помещение печи в кожух) или полная откачка воздуха из помещения.

4-ое или 2-ое отверстия (см. Рис. 9.6) должны улавливать практически все организованные выбросы, образующиеся в процессе плавки и рафинирования. Этот тип прямого отсоса для улавливания организованных выбросов является наиболее прогрессивным в современном электросталеплавильном производстве. Он может применяться и при внепечной обработке стали.

В системе навесных вытяжек один или несколько зонтов над печью опосредованно улавливают дымы, выходящие из печи на стадиях загрузки, выгрузки, скачивания шлака и выпуска металла (до 90% организованных выбросов, а также неорганизованные выбросы [ЕС ДСП, 1994]). Системы вытяжек широко распространены в практике электроплавки. При сочетании с системами прямой экстракции эффективность улавливания организованных и неорганизованных выбросов увеличивается до 98%. Зонты также устанавливаются для улавливания выбросов, возникающих в установках внепечной обработки стали, загрузочных ковшах и конвейерах.

Кожухи печи, также называемые "собачьими будками" (см. Рис. 9.6), обычно включают в себя печь и ее поворачивающийся свод, а также оставляют некоторое рабочее пространство перед загрузочным окном. Обычно отходящие газы отделяются наверху одной из стен кожуха печи, а кондиционированный воздух вводится через отверстия в рабочем полу [ЕПРИ, 1992]. Более сложные технологические этапы, приводящие к потерям времени и возможно требующие больших вложений (например, необходимость дополнительного механизма для открывания и закрывания затвора и дополнительных действий по завалке и разгрузке печи), являются недостатками этого типа технологий улавливания. Эффективность улавливания выбросов "собачьими будками" аналогична эффективности, достигаемой с помощью системы вытяжных зонтов и газоотводящих отверстий, или обычно немного выше. Положительный эффект кожуха печи, если он правильно сконструирован, выражается в снижении уровня шума. Снижение уровня шума дуговых электропечей звукоизоляционными кожухами может привести к уменьшению среднего уровня звукового давления до 10-20 дБ(А) [Кухнер, 1996]. Кожухи печей можно применять и в процессах внепечной обработки стали [ЕС ЭДП, 1994], но во избежание реверберации необходима обработка стен цеха.

Другим способом сбора неорганизованных выбросов от дуговых электропечей, так же как от установок предшествующих и последующих процессов, является полное заключение всех установок в одно герметичное здание, которое можно, грубо говоря, тоже рассматривать как кожух, только больших размеров, включающий в себя большее количество технологических стадий.

Возведение подобных зданий и дополнительных крупных пылеулавливающих установок для достижения полного пылеудаления влечет за собой значительные расходы. По этой причине, при рассмотрении этого варианта все плюсы и минусы (затраты и выгоды) должны быть тщательно взвешены для каждого конкретного предприятия. Положительным эффектом от этого технологического решения является снижение уровня шума, проникающего наружу. Обычно давление внутри герметичных зданий ниже атмосферного, что предотвращает утечку дымов в результате открывания двери.

Основные достигаемые уровни выбросов: Комбинация прямого отсоса дымов и системы вытяжных зонтов используется довольно часто. Это сочетание позволяет улавливать около 98% организованных выбросов. К тому же, таким же образом можно уловить значительную часть неорганизованных выбросов – при завалке и выпуске металла, хотя это и зависит от типа и числа зонтов [ЕС ЭДП, 1994]. При комбинации установок прямой экстракции с кожухом печи уровень улавливаемых выбросов достигает от 97 до 100% от суммарной эмиссии [Хайнен, 1997]. Полная откачка воздуха из здания также позволяет обеспечить почти 100%-ое улавливание выбросов.

Возможность применения: Может применяться как на новых, так и на существующих установках.

Сопутствующие эффекты: Системы улавливания выбросов потребляют энергию, особенно для дымососов.

Примеры заводов: Многие заводы в Европе используют сочетание прямой экстракции отходящих газов и вытяжных зонтов.

Следующие заводы в Германии оборудованы только кожухами печей или комбинацией кожухов печей и газоотводных отверстий (прямая экстракция): Бентелер АГ, Крупп Тиссен Нироста, Бокхум, Германия; Крупп Тиссен Нироста, Крефельд, Германия; Маннесманнрор ГмбХ, Боус/Саар, Германия; Мозельштаальверк, Трир, Германия; Штальверке Тюринген ГмбХ, Унтервелленборн, Германия.

Полная откачка воздуха: АРЕС, Шиффланге, Люксембург; ПрофильАРБЕД, Дифферданге и Бельваль, Люксембург.

Стимулы для внедрения: Основным стимулом для внедрения являются нормативные требования.

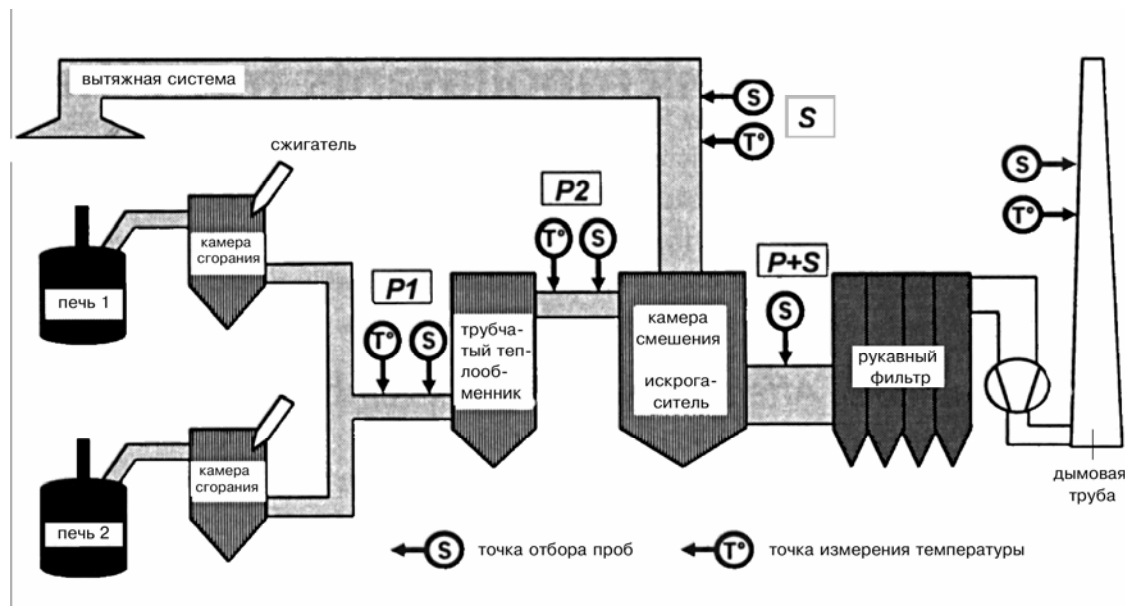
Эксплуатационные и экономические данные: Отсутствуют.

Справочная литература: [Хайнен, 1997; ЕС ЭДП, 1994; Д Рентц, 1997].

КТ.2 Эффективное дожигание в сочетании с современными методами очистки отходящих газов

Описание: Оптимизация процесса электроплавки стали, особенно возрастание объемов использования кислорода и топлива, привела к увеличению количества химических соединений в организованных выбросах (содержание СО и H_2) [Эвенсон, 1996]. Для того, чтобы использовать эти компоненты, в середине восьмидесятых годов были проведены испытания технологии дожигания в электросталеплавильном производстве. В этом направлении достигнут заметный прогресс. Дожигание в печи разработано в целях максимального использования СО в печи и улучшения энергетического баланса. Однако, СО и H_2 никогда не окисляются в печи полностью, поэтому необходимо дополнительное дожигание. В первую очередь, дожигание в камере сгорания направлено на полное сжигание СО и H_2 , присутствующих в отходящих газах, чтобы избежать неуправляемых реакций в оборудовании газоочистки. Во-вторых, это дожигание, если оно достаточно оптимизировано, уменьшает выбросы органических соединений. Тепло, образующееся в процессе такого дожигания, обычно не возвращается в производственный цикл, если невозможно осуществить возврат тепла от охлаждающей воды. В настоящее время оптимизация камер дожигания может привести к снижению выбросов органических веществ в микроколичествах. На схеме (Рис. 9.17) показан цех, изначально оборудованный камерами дожигания. В связи с повторным образованием полихлордибензодиоксинов и дибензофуранов теплообменник был заменен на охлаждающую башню для быстрого охлаждения отходящих газов.

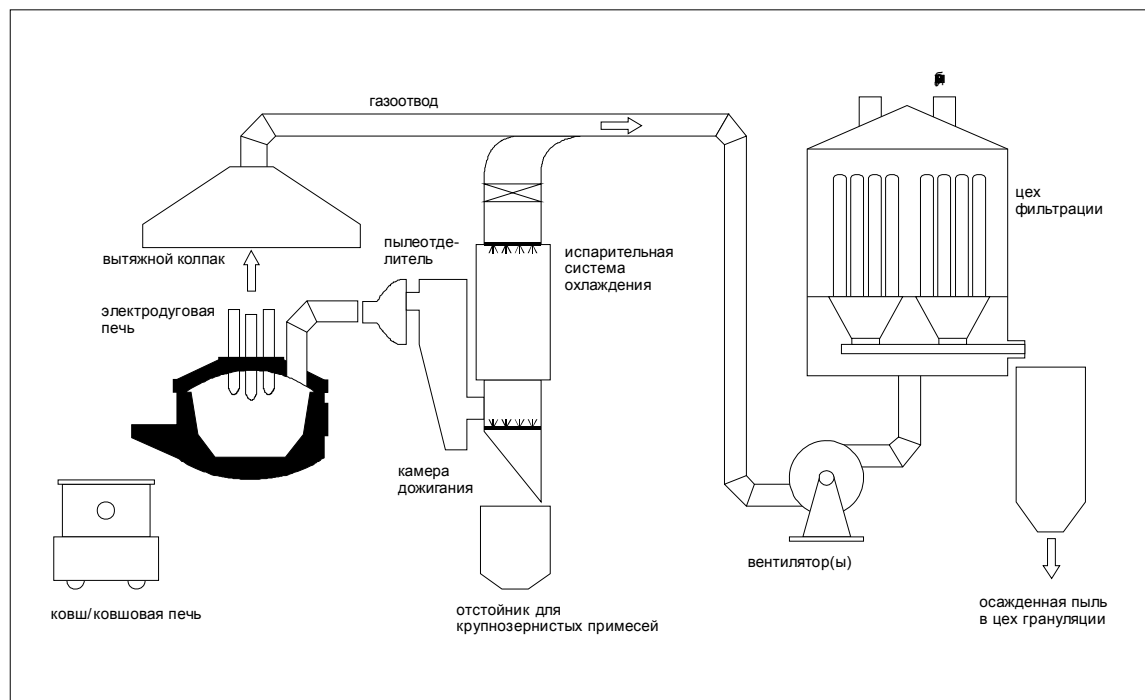
Рис. 9.17. Схема обработки организованных выбросов от дуговой электропечи – [Вернер, 1997]



В связи с повторным синтезом полихлордибензодиоксинов и дибензофуранов, теплообменник был заменен на охлаждающую башню для быстрого охлаждения отходящих газов.

Дожигание, имеющее дополнительной целью снижение количества органических микропримесей, требует обязательного времени выдержки, перемешивания и температуры (3 Т). Если невозможна установка отдельной камеры сгорания, необходимая степень дожига может быть достигнута в системе газоотводящего тракта (Рис. 9.18).

Рис. 9.18. Дожиг организованных выбросов в существующей системе газоотводящего тракта от ДСП с последующим быстрым охлаждением [Д Рентц,1997]



Последние разработки предусматривают отдельные камеры дожига с дополнительными горелками для выполнения трех необходимых требований: времени выдержки, перемешивания и температуры. Чтобы избежать образования ПХДД/Ф, необходимо быстро охладить дымы перед очисткой в рукавном фильтре. В некоторых случаях это достигается разбавлением газа; в других случаях, как показано на Рис. 9.17, решением может быть башня с водяным охлаждением.

Основные достигаемые уровни выбросов: С надлежащим дожигом, сопровождаемым быстрым охлаждением (разбавлением или охлаждением водой), концентрация ПХДД/Ф в выбросах не превышает $0,5 \text{ нг ДЭ м}^3$ (Таблица 9.9).

Таблица 9.9. Эффективность дожигания на четырех заводах в Германии [Д Рентц, 1995]

Завод	ДСП 1			ДСП 2			ДСП 3			ДСП 4		
Характеристики печи:												
Вес плавки, т	105			138			85/85			140		
Энергоснабжение	105			96			57/69			105		
Улавливание выбросов	4-ое отверстие, вытяжка			4-ое отверстие, вытяжка			4-ое отверстие, вытяжка			4-ое отверстие, заключение печи в кожух		
Дожигание	Камера дожига (воздух)			Дожиг в системе отвода газов			Камера дожига (воздух)			Дожиг в системе отвода газов		
Охлаждение отходящих газов	Впрыскивание воды			Водяное кондиционирование отработанных газов			Аэрозольная система охлаждения (водой)			Охлаждение воздухом теплообменников		
Система очистки отходящих газов	Рукавный фильтр			Электро-фильтр			Рукавный фильтр (1 на обе печи)			Два рукавных фильтров для пылеочистки организованных и неорганизованных выбросов		
Концентрации газов*:	M1*	M2	M1	M2	M3	M1	M2	M1	M2	M3	M4	
Пыль в неочищенном газе (п.)	3398	14246	4200	125000	3600	-	-	-	-	-	-	-
Пыль в неочищенном газе (вт.)	148	273	(п.) и (вт.) вместе			-	-	-	-	-	-	-
Пыль в очищенном газе (п.)	0,76	1,05	15	15	18	1,45	1,1	<1	<1	<1	<1	<1
Пыль в очищенном газе (вт.)	среднее ^о		-	-	-	среднее		<1	7	3	<1	<1
ПХДД/Ф (п.)	-	-	-	-	-	-	-	0,252	0,201	0,240	0,810	0,810
ПХДД/Ф (вт.)	-	-	-	-	-	-	-	0,027	0,010	0,023	0,057	0,057
ПХДД/Ф (смесь, п. и вт.)	0,016	0,021	0,01	0,02	0,01	0,13	0,1	0,087	0,061	0,081	0,259	0,259
*: концентрации пыли в неочищенных газах и очищенных газах, дана в мг/м³ ; концентрации ПХДД/Ф даны в мкг ДЭ/м³ ** : номер пробы на заводе (п.): концентрации после прохождения через систему пылеочистки для организованных выбросов (вт.): концентрация после прохождения через систему пылеочистки для неорганизованных выбросов ^о: среднее для проб, взятых в двух точках, -: концентрация незначительна, или нет данных												

В отдельных камерах дожигания с дополнительными горелками можно добиться уровня концентраций ПХДД/Ф $\leq 0,1$ нг ДЭ/м³. На практике постоянное поддержание такого уровня вызывает трудности.

Снижение выбросов ПХДД/Ф может считаться основным параметром. Таким образом, можно ожидать, что другие органические загрязнения также будут уничтожены.

Однако, стоит заметить, что ПХДД/Ф в неорганизованных выбросах (которые не сжигаются, а просто смешиваются с организованными – см. Рис. 9.18) способны существенно повысить концентрации ПХДД/Ф на выходе [Герлафинген, 1998].

Возможность применения: В принципе дожигание может быть внедрено как на новых, так и на уже существующих установках, но в случае применения этой технологии на действующих установках такие обстоятельства, как наличие свободного места, системы отвода газов и т.д. должны быть рассмотрены для каждой конкретной установки.

Сопутствующие эффекты: Дожигание с дополнительными горелками требует значительного количества энергии (порядка 30 кВт/т) или препятствует возврату теплоты в производственный цикл (см. Рис. 9.17). При применении дожигания в сочетании с эффективным предварительным прогревом скрапа (см. ТР.2) можно достичь сбалансированного решения в области энергосбережения и потребления ресурсов.

Примеры заводов: ПрофильАРБЕД, Дифферданге, Германия; БСВ, Кель, Германия; Герлафинген Шталь АГ, Герлафинген, Чехия.

Стимулы для внедрения: Основным стимулом к внедрению дожигания являются строгие предельно допустимые значения концентрации ПХДД/Ф в выбросах - $<0,5 \text{ нг ДЭ/м}^3$.

Эксплуатационные и экономические данные: Установки дожигания на ПрофильАРБЕД в Дифферданге, Люксембург, и на БСВ в Келе, Германия, работают без особых проблем.

Инвестиции для установки охлаждающей башни составляют около 1,2 млн. Экю₁₉₉₇. Другие экономические данные отсутствуют.

Справочная литература: [Карчер, 1996; Вернер, 1997; Кнапп, 1996]

КТ.3. Впрыскивание порошка лигнитового кокса для обработки отходящих газов

Описание: Для того, чтобы снизить количество органических загрязняющих веществ в суммарном выходе отходящих газов (организованные и неорганизованные выбросы), особенно ПХДД/Ф, можно дозированно впрыскивать порошок лигнитового кокса в газоотводящий тракт перед рукавными фильтрами. Необходимое количество составляет порядка 100 мг порошка лигнитового кокса/м³ отходящих газов (см. также КТ.3 в 4.3). Порошок кокса затем отделяется в газовой фазе в рукавных фильтрах. Следует обратить внимание на искрение и принципиальную возможность возникновения тлеющего огня. Взрывоопасность оценивается как низкая.

Основные достигнутые уровни выбросов: Концентрации выбросов остаточных ПХДД/Ф, составляющие $<0,5 \text{ нг ДЭ/м}^3$, практически достижимы; некоторые замеры дают значения $<0,1 \text{ нг ДЭ/м}^3$.

Возможность применения: Могут использоваться как на новых, так и на действующих установках.

Сопутствующие эффекты: Количество энергии, потребляемое при дозированном впрыске порошка лигнитового кокса, незначительно. Пыль в фильтрах содержит порошок лигнитового кокса и несколько большее количество ПХДД/Ф, но это не препятствует обработке пыли.

Следует обратить внимание на содержание сажи в газовой смеси, снижаемое в рукавном фильтре и составляющее в среднем около 3%, однако в некоторых областях фильтра локальные концентрации могут достигать 5%, что представляет опасность возгорания.

Примеры заводов: АРЕС, Л-Шиффланж, Герлафинген Шталь АГ, Ч-Герлафинген (дозированный впрыск порошка лигнитового кокса была введена в эксплуатацию в сентябре 1998 г. в дополнение к дожиганию).

Стимулы для внедрения: Основными стимулами к внедрению этого метода явились строгие нормативы по допустимому содержанию ПХДД/Ф в выбросах, а именно $<0,5 \text{ ДЭ/м}^3$.

Эксплуатационные и экономические данные: Капиталовложения по общему потоку отходящих газов (первичные и вторичные выбросы) от одной дуговой электропечи мощностью 1 мт стали/год составляют около 300000 ЭКЮ₁₉₉₇.

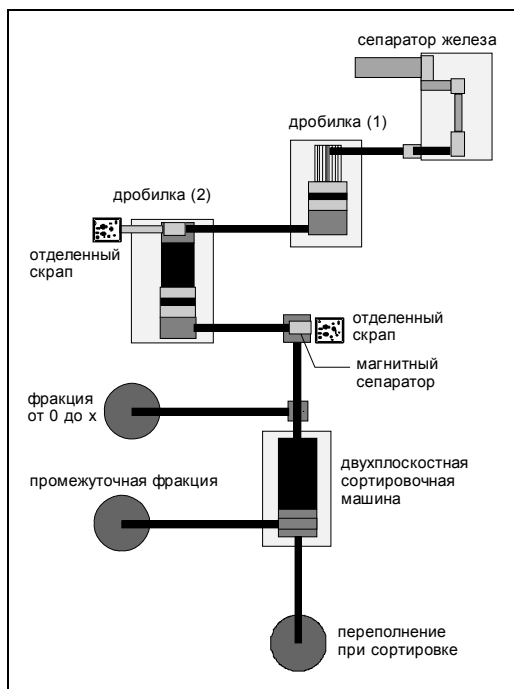
Справочная литература: отсутствует.

КТ.4. Утилизация шлака дуговой электропечи

Описание: Выход шлака в ДСП составляет около 100 – 150 кг на тонну стали (см. таблицу 9.1). Шлаки, образующиеся в ДСП, можно рассматривать как искусственную горную породу, схожую с природной, состоящую из оксидов железа (FeO), извести (CaO), оксида кремния (SiO₂) и других оксидов (MgO, Al₂O₃, MnO) (см. таблицу 9.4). Шлаки ДСП характеризуются высокой прочностью, хорошей стойкостью по отношению к выветриванию, а также высоким сопротивлением механической обработке. Они также обладают свойствами, которые делают их пригодными к использованию в гидротехнике [Хайнен, 1997]. Важным критерием использования шлаков ДСП в целом является стабильность объема, который зависит от наличия свободной извести.

Большинство шлаков при выплавке марок стали с низким содержанием углерода имеют относительно низкое содержание свободной извести (см. таблицу 9.4) и находят применение в таких областях, как строительство дорог, насыпных и гидротехнических сооружений. Решающими факторами для возможности использования этих шлаков являются их экологическая приемлемость и соответствующая структура. Если шлаки дуговых электропечей соответствуют нормативным требованиям по использованию в строительстве, они подвергаются дроблению, просеиванию и сортировке по размеру. Железосодержащие компоненты шлаков отделяются на магнитных сепараторах. Обработанный шлак может иметь различное назначение в строительстве в зависимости от размера зерен. На Рис. 9.19 дана схема германской установки для обработки шлаков. В 1994 г. было использовано почти 90% шлаков ДСП, образующихся при производстве нелегированной и среднелегированной стали в некоторых типах дуговых электропечей [Хайнен, 1997]. Что касается шлаков, образующихся при производстве высококачественной стали, то они пока находят ограниченное применение. Существует возможность их использования в дорожном строительстве, но после соответствующей обработки.

Рис. 9.19. Схема работы установки для обработки шлака – [Д. Ренц, 1997]



Варианты использования широкого спектра шлаков внепечной металлургии немногочисленны. Размер зерен и постоянный объем являются решающими факторами в вопросах применения шлаков внепечной металлургии. В некоторых случаях, они могут использоваться в строительстве, но значительная часть образующихся шлаков подлежит размещению на полигонах отходов, поскольку в настоящее время практически не существует возможности предотвращения или сокращения их образования, а также повторного использования.

Основные достигнутые уровни выбросов: Шлаки от ДСП, выплавляющих углеродистую или низколегированную сталь, могут быть обработаны с последующим повторным использованием в дорожном строительстве.

Возможность применения: Данная технология может применяться как на новых, так и на действующих установках.

Сопутствующие эффекты: Обработка шлака требует энергозатрат. Необходимо обратить внимание на выбросы с высоким содержанием СаО, если шлак содержит свободную известь (9.2.2.1.3).

Примеры заводов: БСВ, Кель, Германия (очистка шлака с последующим использованием в строительстве);

Георгсмариненте ГмбХ, Георгсмариненте, Германия (продажа шлака другим компаниям, где производится его обработка, с последующим использованием в дорожном строительстве – смесь шлака от дуговых электропечей и внепечной металлургии);

Преуссаг Шталь АГ, Пайне, Германия (обработка шлака и использование в строительстве);

АРЕС, Шиффланж, Люксембург; ПрофильАРБЕД, Дифферданж, Люксембург; ПрофильАРБЕД, Бельваль, Люксембург (эффективные дорожные покрытия, гидросооружения и другие виды применения).

Стимулы для внедрения: Основными стимулами к внедрению являются ограничения по площадям полигонов и такие экономические факторы, как плата за размещение отходов.

Эксплуатационные и экономические данные: отсутствуют.

Справочная литература: [Д. Ренц, 1997]

КТ.5 Утилизация пыли дуговых электропечей

Описание: В зависимости от сорта производимой стали, около 10-20 кг пыли на т стали улавливают из отходящих газов (см. Таб. 9.1). В случае очень низкосортного скрапа количество пыли на т стали может достигать 25 кг.

Обычно пыль, собранная в системе газоочистки, содержит высокий процент тяжелых металлов (см. Табл. 9.6). Они являются токсичными соединениями и могут выщелачиваться, что требует особой осторожности при дальнейшей переработке и возможном размещении пыли на полигоне.

В целом, существует несколько методов обращения с пылью от ДСП, которые можно, приблизительно, разделить на три категории [Кемени, 1994]:

- химическая стабилизация или жидкофазное спекание (не может рассматриваться как наилучшая технология, поскольку существуют другие рациональные методы),
- утилизация пыли путем возвращения в электросталеплавильный процесс,
- гидрометаллургические и пирометаллургические процессы для восстановления цинка и восстановления или удаления других тяжелых металлов.

Эти методы имеют разную степень применимости с точки зрения их потенциала по удовлетворению целей предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды. Повторное использование железа и тяжелых металлов, содержащихся в пыли, предпочтительно по сравнению с размещением на полигоне.

Утилизация осажженной пыли: Утилизация осажженной пыли ДСП при обогащении цинка путем возврата пыли в ДСП определенным образом влияет на процесс производства стали. С одной стороны, утилизация снижает объем размещения пылевых отходов и увеличивает в них содержание цинка (до 30-40%), при этом железо, содержащееся в пыли, возвращается в электросталеплавильный процесс. С другой стороны, утилизация пыли может привести к снижению эффективности ДСП и увеличению расхода электроэнергии (приблизительно 2-30 кВт/т). Технически, возврат пыли ограничен возможностью использовать определенную часть всей образуемой пыли в зависимости от типа производства. Метод добавки пыли в печь влияет и на производительность печи. Производительность обычно можно повысить за счет предварительного окомкования пыли, типа гранулирования или брикетирования, что снижает долю пыли, вдуваемой в печь. По цифрам, приводимым в литературе, содержание цинка в пыли и нагрузка пыли на фильтр могут варьировать, в зависимости от интенсивности продувки, в пределах 27-32% [Кемени, 1994]. Например, на одном немецком заводе по производству электростали повторно используют 75% пыли ДСП, образующейся в количестве 20-22 кг/т, и, в конечном счете, вынуждены иметь дело с около 50% пыли с 35%-ным содержанием цинка. В общем случае, пыль добавляют в начале каждой фазы плавки. Возможность применения пыли ДСП, в принципе, зависит от многих факторов, которые могут быть различными для каждой печи.

Восстановление цинка и удаление тяжелых металлов: Процессы восстановления цинка и восстановления или удаления других тяжелых металлов являются удобными методами возобновления ценного сырья, которое, по крайней мере, один раз было добыто и переработано. Для восстановления цинка, в принципе, могут использоваться пирометаллургические и гидрометаллургические методы. Существуют и уже апробированы различные методы в отношении пыли, образующейся при производстве углеродистой/низколегированной стали, например, процесс Вёльца (Waelz) (основной метод), процесс ЭСИНЕКС (ESINEX) и другие [Хоффманн, 1997; Ренц, 1996].

Существуют также процессы по утилизации пыли от производства высоколегированной стали (плазменный процесс СканДаст (ScanDust), процесс Б.У.С. (B.U.S) [Хельгесон, 1995; Кола, 1996]).

Основные достигнутые уровни выбросов: Может быть достигнуто полное повторное использование пыли.

Возможность применения: Может использоваться как на новых, так и действующих установках.

Сопутствующие эффекты: Потребление энергии для транспортировки и утилизации. При гранулировании пыли необходим дополнительный расход энергии на гранулирование перед транспортировкой/утилизацией, при этом возможны дополнительные выбросы пыли.

Стимулы для внедрения: Основными факторами, способствующими внедрению являются ограничения по площадям полигона отходов, строгие нормативы по размещению отходов и такие экономические факторы, как плата за размещение отходов на полигоне.

Эксплуатационные и экономические данные: отсутствуют.

Справочная литература: [Д. Ренц, 1997; Ренц, 1996; Кемени, 1994].

9.4. Выводы

При осмыслении содержания этой главы следует еще раз обратиться к предисловию документа и, конкретно, к его части 5: "К пониманию и использованию данного документа". Методы и соответствующие уровни выбросов/сбросов или диапазоны уровней, представленные в данной главе, были проанализированы с помощью итерационного процесса, состоящего из следующих этапов:

- определение ключевых экологических проблем отрасли; для электросталеплавильного производства - это пыль, хлорорганические соединения, эффективное потребление энергии и утилизация твердых отходов;
- изучение методов, которые в наибольшей степени отвечают решению этих проблем;

- определение лучших показателей экологической результативности на основе доступной информации по Европейскому Союзу и мировой практике;
- исследование условий, при которых могут быть достигнуты эти уровни природоохранной деятельности, таких как затраты, побочные эффекты, главные стимулы к внедрению этих методов;
- выбор наилучших доступных технических методов (НДТМ) и соответствующих уровней выбросов и/или сбросов для данной отрасли в целом в полном соответствии со Статьей 2 (11) и Приложением IV к Директивам.

Экспертная оценка Европейского Бюро IPPC и соответствующей Технической рабочей группы (ТРГ) сыграла ключевую роль на каждом этапе анализа, а также в том, как эта информация представлена в данном документе.

На основании этой оценки, методы и, насколько возможно, уровни выбросов и потребления ресурсов, связанные с НДТМ, представленные в этой главе, могут рассматриваться как соответствующие данной отрасли в целом и, во многих случаях, отражают нынешнюю деятельность многих заводов отрасли. Под уровнями выбросов или потребления ресурсов, "связанными с лучшими имеющимися технологиями", следует понимать показатели экологической результативности, которая ожидается в результате применения описанных методов в данной отрасли, учитывая баланс затрат и выгод, заключенных в определении НДТ. Однако они не являются возможно достижимыми значениями выбросов или потребления ресурсов, их не следует понимать как таковые. В некоторых случаях существует техническая возможность достижения лучших уровней выбросов и сбросов, но по соображениям, связанным с затратами и перекрестными эффектами воздействия на другие среды, они не могут рассматриваться в качестве НДТМ для отрасли в целом. Тем не менее, эти уровни могут считаться обоснованными в отдельных случаях, где для этого есть особые стимулы.

Уровни выбросов и сбросов, связанные с использованием НДТМ, должны рассматриваться в совокупности с любыми заданными эталонными условиями эксплуатации (напр., периоды усреднения).

Концепцию "уровней, связанных с НДТМ", описанную выше, не следует смешивать с термином "достижимый уровень", используемым в других местах в документе. Под уровнем, "достижимым" с помощью конкретного метода или комбинации методов, следует понимать уровень, который можно достичь по истечении длительного периода времени при хорошем техническом обслуживании и правильной эксплуатации установки или процесса, где этот метод применяется.

Информация по затратам, где она имеется, приводится вместе с описанием методов, представленных в предыдущей главе. Эти данные дают очень приблизительное представление о величине затрат. Однако, реальная стоимость применения того или иного метода сильно зависит от конкретной ситуации с, например, налогами, выплатами и техническими характеристиками конкретной установки. Такие привязанные к объекту факторы невозможно полностью учесть в данном документе. При отсутствии данных по затратам выводы об экономической жизнеспособности технологий делаются на основе информации по действующим установкам.

Предполагается, что общий термин "НДТМ" в этой главе может быть использован для анализа работы действующей установки или оценки проекта по введению в эксплуатацию новой установки и, тем самым, способствовать определению оптимальных для такой установки условий, основанных на НДТМ. Предусматривается, что конструкция новых установок должна обеспечивать работу на общих уровнях НДТМ, предложенных в данном документе, или на более высоких уровнях. Предполагается также, что от многих ныне действующих установок, со временем, можно ожидать движения в сторону достижения общих уровней НДТМ или более высоких уровней.

Справочники по наилучшим доступным техническим методам не устанавливают стандарты на законодательном уровне. Они предназначены для обеспечения руководства отраслью, государств-членов ЕС и общественности информацией по достижимым уровням выбросов и сбросов при использовании данных технологий. В дальнейшем, необходимо определить предельно допустимые значения для каждого конкретного случая, учитывая цели Директив IPPC и местные факторы.

Ниже приводятся методы или комбинации методов, рассматриваемые в качестве НДТМ, для электросталеплавильного производства. Приоритетность и выбор технологии могут быть различными в зависимости от местных условий. Любой другой метод или комбинация методов, позволяющие достичь такого же или лучшего уровня работы или производительности, могут быть предложены к рассмотрению в качестве НДТМ. Такого рода технологии в настоящий момент могут находиться в процессе разработки, быть новыми или уже применяться на практике, но при этом не упоминаться/обсуждаться в данном документе.

1. Эффективный сбор пыли:

- в сочетании с прямым отсосом отходящих газов (4-ое и 2-ое отверстия) и системы вытяжек *или*
- кожухи ("собачьи будки") и система вытяжных зонтов *или*
- полная откачка воздуха из цеха.

При этом можно добиться 98%-ной и более эффективности сбора организованных и неорганизованных выбросов от ДСП.

2. Очистка отходящих газов от пыли:

- применение рукавного фильтра хорошей конструкции дает снижение концентрации в пыли в выбросах до менее 5 мг/м³ для новых печей и менее 15 мг пыли/м³ для действующих конструкций (оба значения являются среднесуточными).

Уменьшение содержания пыли соотносится с данными по уменьшению содержания тяжелых металлов в выбросах, за исключением случаев присутствия в газовой фазе таких металлов, как ртуть.

3. Снижение содержания хлорорганических соединений, особенно выбросов ПХДД/Ф и ПХВ:

- соответствующий дожиг непосредственно в системе газового тракта или в отдельной камере дожига с последующим быстрым охлаждением, чтобы избежать повторного синтеза этих веществ и/или
- впрыскивание лигнитового порошка в газоотводный канал перед системой пылеочистки в рукавном фильтре.

Концентрации ПХДД/Ф могут быть снижены до 0,1 – 0,5 нг ДЭ/м³.

4. Подогрев скрапа (в сочетании с п. 3) с целью рекуперации тепла от организованных выбросов:

- применение операции по подогреву части скрапа может дать экономию почти 60кВт/т, а при подогреве всего количества скрапа экономия может составить до 100 кВт/т жидкой стали. Возможность применения технологии подогрева скрапа зависит от условий на местах и должна быть обоснована для каждого отдельного предприятия. При использовании технологии подогрева скрапа следует обратить внимание на рост выбросов органических веществ.

5. Уменьшение объемов твердых отходов/побочных продуктов.

Следующие методы предлагаются в качестве НДТМ для уменьшения образования твердых отходов (в порядке убывания значимости):

- снижение образования твердых отходов;
- снижение объемов твердых отходов путем утилизации шлаков ДСП и пыли из фильтров; в зависимости от местных условий, пыль из фильтров можно повторно использовать в ДСП до

увеличения содержания цинка до 30%. Пыль из фильтров с содержанием цинка более 20% можно использовать в цветной металлургии;

- пыль из фильтров, образующаяся при производстве высоколегированной стали, может быть обработана с целью восстановления легирующих элементов;
- необходимо максимально снизить объемы тех твердых отходов, образования которых невозможно избежать, а также тех, которые невозможно повторно использовать. При трудностях с уменьшением объема отходов/повторным использованием единственным вариантом остается контролируемое размещение отходов.

6. Сбросы сточных вод:

- замкнутый оборотный цикл системы водяного охлаждения печей;
- сточные воды от установок непрерывной разливки стали:
 - максимальное оборотное использование охлаждающей воды;
 - осаждение/седиментация взвешенных частиц;
 - удаление масел в нефтеловушках или любых других устройствах с аналогичной эффективностью.

В принципе, методы, перечисленные в пунктах 1 – 6, могут применяться как на новых, так и действующих установках, с учетом содержания вводной главы.

Объем справочника

В настоящем справочнике рассматриваются процессы производства чугуна и стали на металлургических предприятиях полного цикла, а также производство стали в дуговых электропечах.

В справочнике описываются следующие основные производственные операции:

- завалка, выгрузка и перевалка сырья,
- усреднение и перемешивание сырья,
- производство кокса
- агломерация и окомкование железной руды,
- производство жидкого чугуна в доменных печах, включая переработку шлака,
- производство и рафинирование стали с применением кислородно-конвертерного процесса, включая предварительную десульфурацию в ковше, последующие процессы внепечной металлургии и переработку шлака,
- производство стали в дуговых электропечах, включая последующую внепечную металлургию и переработку шлака,
- непрерывная разливка стали.

Нагревательные печи и печи термической обработки, силовые установки, кислородные установки, а также последующие, связанные с производством стали операции, такие как прокатка, травление, нанесение покрытия и т.д. не включены в круг рассматриваемых вопросов и будут рассмотрены в отдельных специально подготовленных справочниках по наилучшим доступным техническим методам.

Существуют и другие факторы воздействия на окружающую среду, не связанные непосредственно с производством чугуна и стали или с производством стали в дуговых электропечах, а именно:

- выбросы взвешенных частиц при хранении и перевалке сырья, присадок, вспомогательных материалов и промежуточных продуктов,

- охрана труда персонала, промышленная безопасность и риски здоровью населения от чрезвычайных ситуаций,
- системы охлаждения,
- системы мониторинга выбросов.

Данные факторы рассматриваются в настоящем документе лишь вкратце. Информация о них будет представлена в других справочных документах.