

№ 318

МИСиС

Л.М. Симонян
А.И. Кочетов

Экологически чистая металлургия

Курс лекций

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 318

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ СТАЛИ и СПЛАВОВ
Технологический университет



Кафедра электрометаллургии стали и ферросплавов

Л.М. Симонян

А.И. Кочетов

Экологически чистая металлургия

Курс лекций

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям Металлургия черных металлов и Металлургия техногенных и вторичных ресурсов

Москва Издательство «УЧЕБА» 2005

УДК 504.06
С37

Рецензент
канд. техн. наук *А.Г. Фролов*

Симонян Л.М., Кочетов А.И.

С37 Экологически чистая металлургия: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2005. – 130 с.

Курс «Экологически чистая металлургия», который читается студентам специальностей «Металлургия черных металлов» и «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», содержит наиболее важные вопросы, связанные с созданием экологически чистых производств.

Дана характеристика воздействия металлургического производства на окружающую среду, рассмотрены способы экономии материалов и энергии, проведен сравнительный анализ существующих малоотходных и экологически чистых технологий производства стали.

Рассмотрены принципы и процедура создания экологически чистого производства, показаны различные подходы в решении экологических проблем. Рассмотрены методы оценки эколого-экономической эффективности разрабатываемых технологий.

Приведены основные положения систем экологического мониторинга и менеджмента. Рассмотрены основные положения Международного стандарта ИСО 14000.

Предназначен для студентов специальности «Металлургия чистых металлов». Может быть полезен студентам специальностей «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Стандартизация и сертификация».

© Московский государственный институт
стали и сплавов (технологический
университет) (МИСиС), 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Воздействие черной металлургии на окружающую среду.....	7
1.1. Состояние черной металлургии в мире и России.....	7
1.2. Основные факторы воздействия на окружающую среду.....	10
1.2.1. Загрязнение атмосферы.....	11
1.2.2. Загрязнение водоемов.....	16
1.2.3. Образование твердых отходов.....	20
1.2.4. Загрязнение почвы.....	24
1.3. Потребление ресурсов.....	26
1.3.1. Экономия материалов и энергии.....	28
1.3.2. Потребление вторичных ресурсов.....	30
2. Общие принципы создания экологически чистой металлургии.....	32
2.1. Тенденции развития металлургического производства.....	32
2.2. Общая характеристика различных схем производства стали.....	34
2.3. Основные требования к экологически чистому производству.....	37
2.4. Понятие «промышленная экосистема».....	40
2.5. Системный подход и экологическая стратегия.....	43
3. Создание экологически чистой металлургии.....	48
3.1. Блок 1. Планирование и организация.....	50
3.2. Блок 2. Предварительный анализ.....	52
3.3. Блок 3. Общая экологическая оценка.....	55
3.4. Блок 4. Изучение выполнимости вариантов.....	57
3.5. Блок 5. Реализация и дальнейшее развитие.....	73
4. Современные процессы производства стали.....	74
4.1. Сравнительная характеристика различных способов производства стали.....	74
4.2. Формирование экологической стратегии на заводах полного цикла.....	76
4.2.1. Реструктуризация заводов фирмы «Ниппон стил».....	76
4.2.2. Стратегия охраны окружающей среды на предприятиях VAI.....	80
4.3. Экологическая стратегия при создании новых процессов.....	87
4.3.1. Мини-завод Badische Stahl Werke (BSW).....	88
4.3.2. Полунепрерывный процесс Consteel.....	97
4.3.3. Использование ПЖВ на мини-заводах.....	101

4.3.4. Совмещенные агрегаты	103
4.4. Перспективы создания ЭЧМП	106
5. Система экологического мониторинга	108
5.1. Основные задачи экологического мониторинга	108
5.2. Классификация экологического мониторинга	109
5.3. Объекты и методики мониторинга	113
6. Система экологического менеджмента	117
6.1. Экологическая сертификация	117
6.2. Основные положения серии стандартов ISO 14000	117
6.3. Сертификация на соответствие стандартам ISO 14000	123
Библиографический список	125
Приложения	127

ВВЕДЕНИЕ

Основным содержанием концепции устойчивого развития применительно к промышленности является модель устойчивого экологически безопасного промышленного развития, разработанная ЮНИДО и утвержденная резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН в 1992 г. Ecologically Sustainable Industrial Development (ESID). Это модель промышленного развития с целью удовлетворения роста потребностей современного и будущих поколений без нарушения основных природных процессов (устойчивости биосферы). Ключевые положения этого направления:

- цель – удовлетворение потребностей человека и будущих поколений;
- средство достижения цели – промышленное развитие;
- граничное условие – сохранение устойчивости биосферы.

Одним из основных принципов ESID является анализ жизненного цикла изделия (Life Cycle Analysis). Он заключается в учете суммарного расхода потребляемых ресурсов и выбросов в окружающую среду: от добычи сырья и источников энергии до переработки изделия, вышедшего из потребления. Технология, не прошедшая комплексной экспертизы на соответствие принципам ESID, не получает лицензии и не может быть использована.

К проблеме выработки стратегии устойчивого развития в последние годы во всем мире приковано внимание и политиков, и бизнесменов, и ученых, и широкой общественности, включая представителей «зеленого движения». Очевидно, что технологии должны быть ориентированы на производство «социальных товаров», т.е. продукции лучшего качества, с более продолжительным сроком службы, должны способствовать сохранению и укреплению ресурсной базы, исключению из технологической цепочки опасных веществ. При этом общество должно быть готово платить за ущерб, который может быть нанесен будущим поколениям.

Международной организацией по стандартизации International Standard Organization for Standartization (ISO) разработана серия экологических стандартов ISO 14000*, содержащих основные тре-

* ИСО 14000 принят и введен в действие постановлением Госстандарта России от 21 октября 1998 г. № 378.

бования к системе экологического менеджмента (управления окружающей средой), призванная помочь предприятиям в постановке и решении экологических проблем.

В процессе принятия решений предприятия должны учитывать критерии экономического, экологического и социального характера. Необходимы новые принципы планирования, материального и законодательного стимулирования, мониторинга и оценки эффективности результатов любых хозяйственных и социальных мероприятий.

1. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1.1. Состояние черной металлургии в мире и России

Черная металлургия в последние годы развивается достаточно высокими темпами.

Мировая добыча товарной руды достигла 1 млрд т в год, коксующихся углей 600 млн т, производство кокса 370, чугуна 540, окатышей 240. Динамика изменения производства стали в мире показана на рис. 1.1

Объем
производства,
млн т

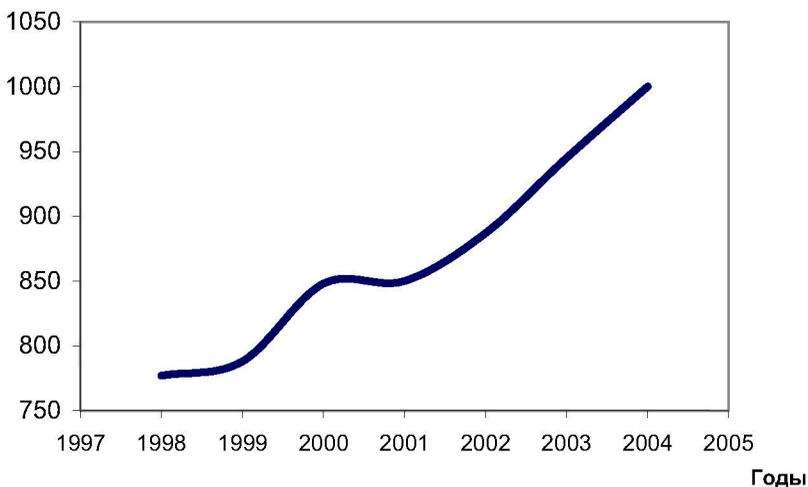


Рис. 1.1. Мировое производство стали

Основными производителями стали являются страны ЕС, Северная Америка, Китай и Япония. В конце декабря 2004 г. черная металлургия перешагнула рубеж в 1 млрд т стали в год. По сравнению с 2003 г. рост производства в мировой металлургии (+9,1 %) более чем вдвое обгоняет темпы мирового экономического развития (+4%).

Распределение производства стали по странам представлено на рис. 1.2.

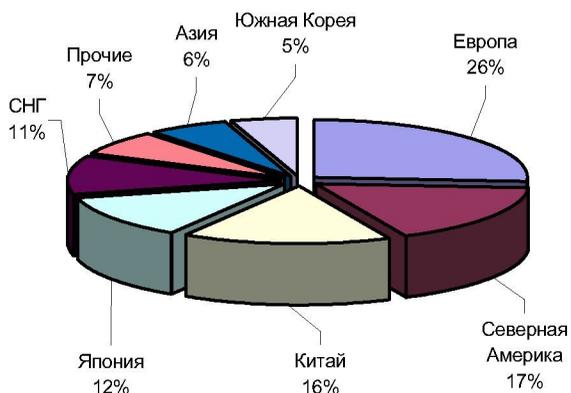


Рис. 1.2. Распределение производства стали по странам (2003 г.)

Крупными производителями металлургической продукции являются Китай, США и Япония, которые выплавляют в среднем по 100 млн т стали в год. Доля электростали составляет около 40 %, в некоторых странах она достигла 70 %.

Коэффициент использования производственных мощностей в мире составляет 63...75 %. Исключением является Китай, у которого этот показатель близок к 100 %.

В настоящее время черная металлургия России также развивается достаточно высокими темпами (рис. 1.3).

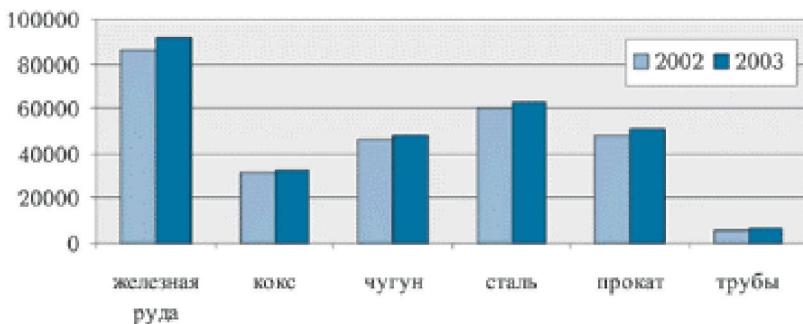


Рис. 1.3. Производство основных видов продукции черной металлургии в России, тыс. т

В начале 90-х годов добыча товарной руды в России составляла примерно 100 млн т, коксующихся углей 40, производство чугуна 65, стали 90 (мартеновской 47,8, конвертерной 28,4, электростали 13,4 млн т).

После спада металлургического производства в середине 90-х годов на 40 % вновь начался динамичный рост производства стали и к 2000 г. оно достигло уровня 60 млн т в год. Мартеновский процесс сократился до 30 % (в мире используется только в Китае и Украине), доля электростали составила 13...14 % (в три раза ниже, чем в США), непрерывной разливки 50 % (в мире > 80 %). Увеличилась доля производства конвертерной стали. По мнению специалистов, 35 % мощностей устарели, подлежат ликвидации, 55 – реконструкции.

Вследствие этого потребление сырья в черной металлургии России выше, чем в странах Запада на 10 %, энергоемкость – в 1,2 – 1,5 раза. Потребление электроэнергии на 14 % выше, чем в Японии и Германии.

В среднем удельные вложения в производство 1 т стали в России составляют 13...15 долл., в США – более, 25 Японии 37, в странах ЕС 30 долл. Доля средств, затрачиваемых на отечественных предприятиях на защиту природы, в лучшие годы составляла 8...10 %, тогда как в странах Запада она составляет 20%, а в Японии – 50 % от общих затрат.

В России ущерб, причиняемый вредными антропогенными выбросами здоровью людей, сельскому и лесному хозяйству, а также промышленным и коммунальным объектам, составляет 10...20 % от внутреннего национального продукта. Эта цифра была бы ниже, если бы принимались меры по устранению причин, а не последствий от ущерба.

На передовых зарубежных заводах с полным металлургическим циклом удельные выбросы пыли не превышают 1 кг/т стали, тогда как на металлургических комбинатах России они колеблются от 4,5 до 11 кг, т.е. в 4–10 раз больше. Удельное энергопотребление на отечественных предприятиях также выше (в среднем в 1,5 раза). Соответственно возрастают и выбросы вредных веществ, образующихся при сжигании «излишнего» топлива.

Использование на передовых зарубежных предприятиях новейших маловодных технологий производства металла, очистка отработанной воды, внедрение системы оборотного водоснабжения, охлаж-

дение воды до требуемых нормативов, переход на сухие способы очистки газов и другие мероприятия позволили существенно снизить потребление свежей воды (доля оборотного водоснабжения 96 %) и свести к минимуму загрязнение водоемов.

В области охраны атмосферного воздуха и водных объектов Россия находится в таком состоянии, в котором зарубежные фирмы находились в 70-х годах XX в. Разрыв составляет более 20 лет. Российские предприятия (ОЭМК, «Северсталь», НЛМК и др.) осуществляют переоснащение оборудования и переход на новые технологические процессы. Несмотря на то что намечаются сдвиги в сторону улучшения ситуации, быстро преодолеть отставание без планомерных мер по защите окружающей среды не удастся. Необходимо одновременно осуществлять техническое перевооружение, ориентируясь как на передовую металлургическую технологию, так и на передовую экологическую стратегию.

1.2. Основные факторы воздействия на окружающую среду

Современное металлургическое предприятие по производству черных металлов имеет следующие основные переделы: производство окатышей и агломератов, коксохимическое, доменное, сталеплавильное и прокатное производства. В состав предприятий могут входить также ферросплавное, огнеупорное и литейное производства. Все они являются потребителями природных ресурсов, а также источниками загрязнения атмосферы, водоемов и почвы. Кроме того, металлургические предприятия занимают большие производственные площади и имеют полигоны для отвалов, что предполагает отчуждение земель.

Неблагоприятная экологическая обстановка наблюдается в таких металлургических городах России, как Липецк, Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Челябинск, Череповец и др. Концентрация вредных веществ в атмосфере и водной среде крупных металлургических центров значительно превышает нормы.

Те страны, которые своевременно и объективно оценили надвигающуюся экологическую опасность, в последние три десятилетия смогли выработать и реализовать определенную систему мер по охране окружающей среды и получить ощутимые результаты.

В это же время на территории бывшего СССР наращивание мощностей на действующих предприятиях без достаточных мер по предотвращению загрязнения окружающей среды усугубило и без того неудовлетворительную экологическую обстановку в крупных металлургических центрах.

В 80-е годы экологическим вопросам в металлургии начали уделять серьезное внимание, в результате чего значительно сократились выбросы вредных веществ. Была создана система экологических служб, которая включала следующие элементы:

- охрана природы – на предприятиях введены должности руководителей этих служб в ранге заместителя главного инженера, организованы специальные отделы и лаборатории по защите окружающей среды;
- централизованная система капитальных ремонтов и модернизации природоохранного оборудования;
- разработка и изготовление нового газо-водоочистного оборудования;
- увеличение капитальных вложений в охрану природы (в отдельные годы они достигали 8...10 % общих капитальных вложений по отрасли).

В 1987–1988 гг. была разработана долгосрочная программа по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов в металлургии на период до 2005 г. Эта программа основывалась на техническом перевооружении отрасли, и ее реализация должна была обеспечить нормализацию экологической обстановки на всех предприятиях. Предусматривалось дальнейшее увеличение доли инвестиций на природоохранные цели до 20 %.

Спад производства, начавшийся в 1991 г., отрицательно сказался на вопросах охраны природы. Улучшение экологических показателей достигалось не за счет выполнения природоохранных мероприятий, а в основном в результате сокращения объемов производства.

1.2.1. Загрязнение атмосферы

Все металлургические переделы являются источниками загрязнения атмосферы пылью, оксидами углерода, азота и серы (табл. 1.1).

**Удельное образование выбросов (до очистки) основных переделов
металлургического производства, кг/т**

Вредные вещества	Производство		
	Агломерационное	Доменное	Сталеплавильное
Пыль	20...25	10...20	13...25
Оксид углерода	20...50	600...605	0,4...1,6
Оксиды азота	–	–	0,3...3
Оксиды серы	3...25	0,2...0,3	0,02
Сероводород	–	10...60	–

В доменном производстве выделяется, кроме того, сероводород, в прокатном – аэрозоли травильных растворов, пары эмульсий. Наибольшее количество выбросов образуется в коксохимическом производстве. Здесь кроме перечисленных загрязнителей, можно отметить ароматические углеводороды, фенолы, аммиак, 3,4-бенз(а)пирен, синильную кислоту и др. При переплаве амортизационного лома в сталеплавильном производстве возможно образование сильных токсичных веществ – диоксинов и фуранов.

Аналитический обзор выбросов вредных веществ в атмосферу по металлургическим переделам (после очистки) с учетом уровня прогрессивности технологий, проведенный НПО «Энергосталь», приведен в табл. 1.2.

Наибольшие удельные выбросы по среднеотраслевым показателям приходятся на агломерационное производство (39,9 кг/т агломерата), затем идет доменное (10,5 кг/т чугуна) и сталеплавильное (7,8 кг/т стали) производство.

С учетом смежных отраслей вредные выбросы, связанные с производством металлов, существенно возрастают. Значительные выбросы связаны также с транспортировкой сырья и металлургической продукции.

На долю предприятий черной металлургии приходится 15...20 % общего загрязнения атмосферы промышленностью, что составляет более 10 млн т вредных веществ в год. В районах расположения крупных металлургических комбинатов доля загрязнения металлургическими предприятиями достигает 50 %.