

Л.Г.Тубольцев, В.А.Горохова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ В ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ УКРАИНЫ

Рассмотрены основные проблемы экологической обстановки в чёрной металлургии Украины, основные источники загрязнения и конкретные виды выбросов и сбросов. Описаны эффективные методы и технологии улучшения экологического состояния окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, в первую очередь топливных, сырьевых и энергетических, распространения передовых безотходных технологических процессов.

Современное состояние вопроса. Бурное развитие промышленного производства и связанное с ним растущее использование природных ресурсов в значительной степени влияют на биогеохимический круговорот в природе и уровень её антропогенного загрязнения. В современных условиях энергетические мощности в мире удваиваются каждые 12 лет, а объём промышленной продукции – каждые 15 лет. При ведении горных работ перемещается более 4 км³ грунтов в год, извлекается из недр Земли ежегодно 1000 млрд.т руды, сжигается 7 млрд.т условного топлива, выплавляется более 800 млн.т различных металлов. Рост промышленного производства сопровождается образованием значительного количества отходов, так как на получение промышленной продукции расходуется лишь 1/3 потребляемых сырьевых ресурсов, а 2/3 в виде отходов, иногда весьма токсичных поступают в окружающую среду.

Постоянное увеличение выбросов вредных веществ и газов в атмосферу, создание отвалов из отходов производства ведут к нарушению экологической обстановки, изменению климата, росту числа тяжёлых заболеваний и сокращению продолжительности жизни людей, что вынуждает человечество всё активнее проявлять тревогу о чистоте среды своего обитания, рассматривая её как первостепенную проблему. Главными источниками загрязнения атмосферы являются энергетика, автотранспорт и промышленность, при этом наибольшие по объемам выбросы распределяются между ними следующим образом:

- оксид углерода: автотранспорт – 90%, промышленность – 10%;
- окислы азота : энергетика – 60%, автотранспорт – 35%, промышленность – 5%;
- углеводороды: автотранспорт – 27%, промышленность – 73%.

И хотя чёрная металлургия в мире не является главным источником выбросов в окружающую среду, для условий Украины в настоящее время ее вклад в загрязнение окружающей среды достаточно весом, что обусловлено рядом факторов, таких как:

- потреблением металлургическими предприятиями большого количества (около 20%) углеводородных ресурсов, превращаемых в углекислый газ;

- использованием устаревших оборудования и технологий (так при износе основных производственных фондов в среднем по отрасли 65%, сверхнормативно эксплуатируются 54% коксовых батарей, 89% доменных печей, 87% мартеновских печей и 26% конвертеров, 90% прокатных станков, к тому же, бесспорное мировое лидерство по стали, выплавляемой в мартенах, и только 34,3% стали разлито на МНЛЗ); [1]

- низкой оснащённостью металлургических предприятий очистными сооружениями;

- недостаточным контролем и финансированием природоохранной деятельности предприятий,

Согласно данным Министерства экологии природных ресурсов Украины, основанных на статистической отчётности предприятий (поскольку независимые систематические замеры в постсоветской Украине не производятся) [2], выбросы предприятий Донецко – Приднепровского региона составляют 86,3% всех выбросов в атмосферу, производимых украинскими предприятиями [3]. Однако, перспективы устойчивого развития экономики Украины должны предполагать рост производства без опасностей для окружающей среды в условиях сохранения или увеличения объемов производства металлургической продукции. Уменьшить существующую нагрузку на окружающую среду может лишь применение современных схем металлургического производства, снижение расхода энергоресурсов и расширение использования техногенного сырья. Это показывает, что развитие металлургии в XXI веке будет происходить в новых условиях, вопросы экологической безопасности будут выходить на первое место, будут резко возрастать требования к экологической чистоте металлургических процессов. Жесткий контроль состава шихтовых материалов для всех производств черной металлургии, особенно для агрегатов аглодомного и сталеплавильного производства, должен стать обязательным.

Подсчитано, что затраты на ликвидацию последствий экологических катастроф в 30–35 раз превышают затраты на мероприятия, направленные на защиту окружающей среды [4]. В сложившейся ситуации мероприятия по снижению выбросов газов, создающих парниковый эффект, прежде всего CO₂, всё в большей степени становится приоритетным направлением развития чёрной металлургии. В условиях рыночных отношений неудовлетворительные экологические показатели ведут к снижению конкурентоспособности выпускаемой металлопродукции и применению штрафных санкций к предприятиям. В то же время, требования к качеству металлопродукции, экологии – это не пожелания, а жёсткие требования международных стандартов (ISO–9000– системы управления качеством продукции; ISO–14000– охрана окружающей среды), которые должны вы-

полняться, учитывая вступление Украины в ВТО и подготовку к вступлению в ЕС. Всё это заставляет предпринимателей идти на немалые затраты для приобретения средств по защите окружающей среды от техногенных выбросов (например, стоимость газоочистных сооружений сопоставима со стоимостью дуговой электропечи). Однако и они не позволяют в полной мере решить проблему. Единственным надёжным путём защиты окружающей среды является внедрение безотходных, экологически безопасных ресурсосберегающих технологий и вовлечение в повторный цикл производства отходов и металлолома.

В современных условиях эффективность мирового металлургического производства определяется не только общим объёмом произведённой продукции, но и, в первую очередь, энерго – и ресурсозатратами на единицу выпускаемой металлопродукции, уровнем использования новых технологий и воздействием на экологическую сферу. Другим важным аспектом проблемы создания современных технологий является сохранение уже достаточно истощённых запасов сырьевых ресурсов, которых человечеству хватит не на такой уж и отдаленный период при нынешнем уровне их использования. Поэтому важнейшей задачей металлургического производства является экономное использование имеющихся железорудных и энергетических ресурсов, легирующих элементов, выбором эффективных технологий производства и термической обработки металла, вовлечение в повторный производственный цикл отходов и металлолома на всех этапах технологической цепи. Эта задача напрямую связана и с улучшением экологической обстановки на металлургических предприятиях. В период 2000–2007 гг. в черной металлургии Украины проведен ряд реконструктивных мероприятий, в т.ч. направленных на улучшение экологической обстановки. Это позволило снизить общее количество выбросов вредных веществ в атмосферу (рис.1).



Рис.1. Снижение вредных выбросов в атмосферу в ГМК за период 2000-2007 гг.

Изложение основных материалов исследования. Современное металлургическое производство основано на использовании углерода, как основного восстановителя и продукта для получения тепла. Продукты взаимодействия с углеродом является и основной причиной загрязнения окружающей среды. Основными загрязнителями в металлургическом производстве являются монооксид и диоксид углерода, которые образуются при сгорании углерода в условиях недостатка или избытка кислорода по реакциям:



Помимо этого, на различных этапах технологического передела в атмосферу выбрасываются при агломерации: кислород (12–16%); азот (78%); сернистый ангидрид (0,2–3 мг/м³); углеводороды (0,02–0,22 кг/т). Также в отходящих продуктах содержатся пылевидные загрязнения и дисперсные частицы (рис.2).

В процессе коксования углей в камерных печах идёт пиролиз угольной смеси, сопровождающийся выделением гидрированных ароматических соединений, парафинов, олефинов, фенольных соединений, соединений азота. Основным источником загрязнения воздуха пылью являются процессы углеподготовки, загрузки шихты в коксовую печь и выдача кокса.

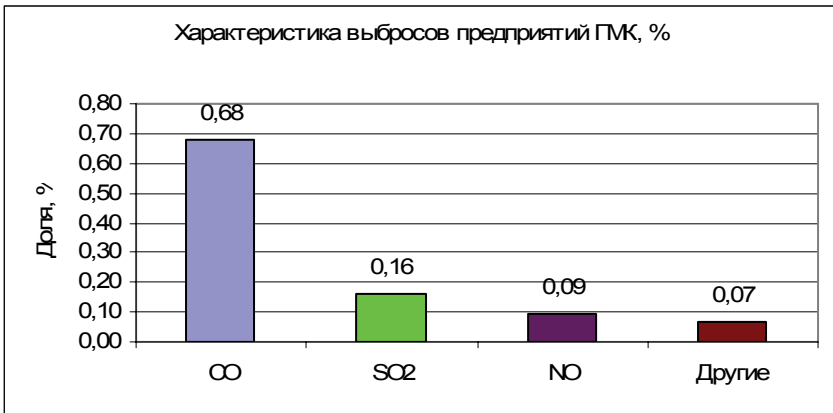
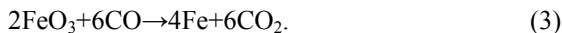


Рис.2. Характеристика вредных выбросов в атмосферу предприятий ГМК (2007 г)

Доменное производство характеризуется наличием организованных и неорганизованных выбросов вредных газов и пыли в атмосферу. При сжигании кокса в доменной печи, образуется CO, который вступает в реакцию с оксидами железа:



Но реакция идёт не полностью и не прореагировавшая часть CO вместе с пылью и другими компонентами должна быть утилизирована на установках очистки колошниковых газов. Анализ колошниковых газов доменной печи показывает на наличие в них 23–40% CO, 15–22% CO₂, 1,5–6% H₂. Общее количество отходящих колошниковых газов составляет 1100–1200 м³/т железа. Фундаментальными, прикладными и экспериментальными исследованиями, проведенными в том числе и учеными Института черной металлургии НАН Украины, доказано неоспоримое превосходство доменного производства над альтернативными процессами производства первичного металла. Использование научных и технологических разработок, современных очистительных установок и средств утилизации позволяет полностью решить экологические проблемы эксплуатации доменных печей.

Применение воды для повышения скорости охлаждения шлаков сопровождается формированием выбросов H₂S. Содержащаяся в шлаках сера, в основном находится в виде сульфида кальция, а после взаимодействия с влажной средой образуется ещё и сероводород.

В практике внедоменной десульфурации чугуна часто используют покрытие поваренной солью гранулы магнезии, которые вводят в металл на определённом этапе технологического передела. При этом 80% вводимой соли переходит в шлак, 20% её общего количества выносятся в воздух рабочей зоны в виде аэрозоля с частицами.

При производстве стали, помимо образующихся частиц аэрозоля в конвертерах с верхним дутьём, выделяется большое количество монооксида и диоксида углерода (CO и CO₂).

Из множества различных видов загрязнений, выделяющихся на каждом из этапов производства металлопродукции, самым распространённым является газ CO₂, занимающий в чёрной металлургии свыше 90% всех выбросов.

Существуют различные методы очистки отходящих газов, такие как циклоны, электрофильтры, фильтры из тканых и нетканых материалов, из стеклянных и металлических волокон, гранулированных твёрдых сред, кожухи, скрубберы–абсорберы, самый известный скруббер Вентури. Используют также химические методы, в основном, при агломерации, различные инженерно–технические средства. Фильтрация, как процесс рафинирования отходящих газов металлургических производств от твёрдых составляющих газовых сред, находит самое широкое применение. Однако все эти мероприятия являются средствами борьбы с последствиями технологического процесса. Они, безусловно, должны использоваться в практике работы металлургических предприятий, но всё же основным средством экологической безопасности производства должны быть технологические мероприятия, непосредственно влияющие на образование вредных примесей.

Одним из прямых источников существенного снижения вредных выбросов является энергосбережение, поскольку выбросы напрямую связаны с количеством используемого углерода. При осуществлении технологических циклов «доменная печь– кислородный конвертер» и «доменная печь– мартеновская печь» до проката включая разливку стали, количество утилизированной теплоты может составить до 20% общего расхода энергии на одну тонну готового проката. При степени утилизации 50% может быть сэкономлено около 10% общего количества энергии в этих технологических операциях. Заметное снижение энергозатрат связано с изобретением непрерывной разливки стали, так как отпадает необходимость в дополнительном нагреве слитков при прокатке. Аналогичные решения возможны и при производстве кокса, агломерата и выплавке чугуна.

Основные потери энергии происходят при транспортировке жидкого чугуна и составляют до 10%. Остальное тепло используется при сталеплавлении переделе. Потери тепла можно уменьшать за счёт использования специальных технологий. При производстве товарного чугуна на разливочных машинах, происходит полная потеря всего тепла чугуна при охлаждении «чущек», что требует принятия мер для её утилизации. При нагреве воздухонагревателей в дымовых боровах можно устроить змеевики, с циркулирующей по ним водой с превращением последней в пар высоких параметров, который применять для нужд доменного цеха. Потери теплоты от спонтанного колебания теплового состояния доменной печи можно уменьшить, применяя анализаторы шихтовых материалов в потоке и используя методы оптимизации для регулирования хода печи. Применение известных приёмов утилизации теплоты позволят 30–50% потерь вернуть в производство, что может составить 1,4–2,3 ГДж на тонну чугуна.

Экономию энергетических ресурсов в доменных печах можно также осуществить за счет использования следующих факторов:

1. Уменьшение затрат энергии на восстановление оксидов за счёт технологических приёмов в доменной печи.
2. Уменьшение потерь за счет разложения карбонатов, перехода серы в шлак и разложения влаги дутьём.
3. Уменьшение теплопотерь через кладку печи.
4. Утилизация части тепла, уносимого чугуном, шлаком и газом.
5. Частичная замена дорогого энергоносителя (кокса) на более дешёвые виды (кокосый и генераторный газы, пылеугольное топливо, гранулированная пластмасса и др.).
6. Стабилизация технологического режима печи во времени.

Чёрная металлургия – одна из наиболее неблагоприятных в экологическом аспекте отраслей промышленности. Производство кокса, более 90% которого используется в доменном производстве, является основным источником загрязнения окружающей среды. Одним из путей решения данной проблемы является использование в качестве заменителя кокса пылеугольного топлива (ПУТ). Частичная замена кокса ПУТ позволит улуч-

шить экологическую обстановку за счёт уменьшения производства кокса и повысить его качество путем улучшения угольной базы коксования. Освоение технологии доменной плавки с вдуванием 150–200 кг ПУТ на одну тонну чугуна в масштабах отрасли позволит сократить ежегодный выброс в атмосферу вредных веществ более чем 100 тыс.т; в том числе 27,4 тыс.т окислов серы, 1,5 тыс.т окислов азота, 0,2 тыс.т синильной кислоты и др. Однако для использования в широких масштабах ПУТ необходимо проведение дополнительных экологических исследований, поскольку отсутствие на украинских металлургических предприятиях достаточных мощностей очистительных сооружений может негативно сказаться на экологической обстановке вследствие появления дополнительных источников загрязнений от использования ПУТ.

Одним из важных источников существенного снижения вредных выбросов является энергосбережение, поскольку выбросы практически напрямую связаны с количеством используемого углерода. Анализ программы развития ГМК до 2012 г показывает, что именно внедрение передовых энергосберегающих технологий позволит получить существенный экологический эффект. Представленные на рис.3 и 4 данные подтверждают, что расход энергоресурсов и экологические показатели тесно связаны между собой.

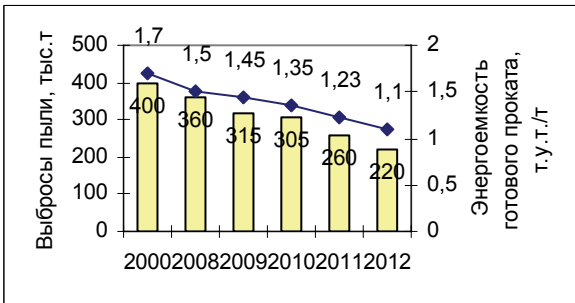


Рис.3. Динамика изменения выбросов пыли и энергоёмкости готового проката на предприятиях ГМК.

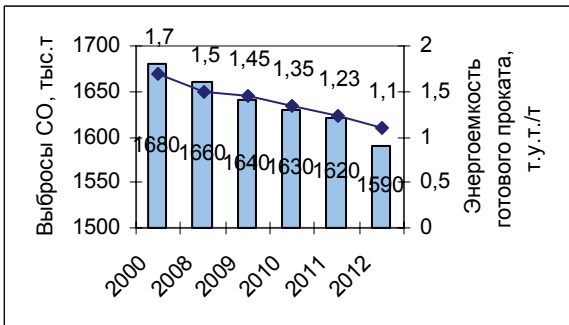


Рис.4. Динамика изменения выбросов СО и энергоёмкости готового проката на предприятиях ГМК.

Тенденция к усилению норм экологической безопасности прослеживается во всем мире. Украине необходимо сокращать отставание от ведущих стран в сфере внедрения технологий, которые обеспечивают эффективную защиту окружающей среды от промышленных источников загрязнения. В ведущих компаниях ГМК мира управления охраной окружающей среды стало отдельным элементом системы управления предприятием. В целом, обеспечение экологически «чистого» производства есть, в конечном счете, более экономически выгодным, чем борьба с последствиями загрязнения и уплаты штрафов.

Важность охраны окружающей среды находит свое отображение в том, что сегодня большинство ведущих предприятий мирового ГМК получили сертификат ISO 14000, который подтверждает соответствующее качество управления безопасностью окружающей естественной среды. Мировыми лидерами из внедрения стандартов ISO 14000 являются такие индустриально развитые страны как Япония, Германия, Великобритания, Швеция. При нынешней экологической обстановке, предприятиям чёрной металлургии Украины, просто необходимо активное международное сотрудничество, чтобы добиться хороших экологических результатов. Большой вклад в экологию Украины может внести замкнутый производственный цикл (рециркуляционный метод) на металлургических производствах, т.к он обеспечивает эффективную очистку газов CO и CO₂ и их составляющих и позволяет экономить на исходных материалах. Реальный путь защиты окружающей среды состоит в создании ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий производства металлопродукции и переработки отходов и лома.

Заключение. Анализ экологического состояния черной металлургии показывает, что внедрение энергосберегающих технологий позволит получить существенный экологический эффект. В этой связи целесообразно проведение дальнейших исследований по установлению взаимосвязей между технологическими и экологическими показателями металлургических технологий для всей цепочки производства металлопродукции.

1. *Карабасов Ю.С., Юсфин Ю.С., Курунов И.Ф.* Проблемы экологии и утилизации техногенного сырья в металлургическом производстве // Металлург. – 2004 №8. – С.27–33.
2. *Андоньев С.М., Филиппов О.В.* Пылегазовые выбросы предприятий чёрной металлургии. – М.: Металлургия, 1979. – 192с.
3. *Старк С.Б.* Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. – М.: Металлургия, 1990 – 400с.
4. *Защита атмосферы от промышленных загрязнений.* Спр. в 2-х ч. / Под ред. С.Калверта. – М.: Металлургия, 1988.–712с.