

УДК 502

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**Гельманова З.С., Жаксыбаев Д.М.***Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау,**e-mail: zoyakgiu@mail.ru*

Представлена классификация отходов по различным признакам. Рассмотрена методика составления и схема расчета экологического баланса металлургического производства. На основании баланса веществ строится карта-схема движения веществ в структуре производства (межцеховые вещественные потоки). Приведены основные способы переработки отходов в металлургическом производстве

Ключевые слова: металлургическое производство, образование и использование отходов, рециклинг, экобаланс, переработка отходов

FEATURES EDUCATION AND USE OF RECYCLED RESOURCES IN METALLURGICAL PRODUCTION**Gelmanova Z.S., Zhaksybaev D.M.***Karaganda State Industrial University, Temirtau, e-mail: zoyakgiu@mail.ru*

The classification of waste according to various criteria. The method of preparation and the scheme for calculating the ecological balance of metallurgical production. On the basis of the balance of construction materials schematic map of substance movement in the structure of production (intershop material flows). The main ways of recycling in steel production

Keywords: iron and steel production, education and use of waste, recycling, eco-balance, recycling

Черная металлургия представляет собой крупный национальный комплекс по добыче различных видов металлургического сырья и производству черной металлургии. В состав черной металлургии входят добыча и обогащение железных, хромитовых и марганцевых руд; коксование угля; металлургический передел (производство чугуна, стали и проката); производство ферросплавов (ферромарганец, феррохром, ферросилиций и др.); вторичный передел черных металлов; производство огнеупоров. В отраслевой структуре черной металлургии Казахстана, имеющей в своем составе горнорудную, металлургическую, ферросплавную, огнеупорную и ломоперерабатывающую отрасли, наибольший удельный вес занимает металлургическое производство, которое специализировано, в основном, на изготовлении различных видов листового проката [4].

Металлургический передел – основной технологический процесс с получением чугуна, стали, проката черных и цветных металлов, труб и др.

На металлургическом производстве имеют место огромные потери сырья в виде отходов, отбросов и потерь. В металлургическом производстве известна классификация отходов по различным признакам, среди которых основными можно считать классификацию по фазовому состоянию от-

ходов и классификацию отходов по производственным циклам [4].

По фазовому состоянию отходы могут быть: твердыми – пыли, шламы, шлаки; жидкими – растворы, эмульсии, суспензии; газообразными – окислы углерода, окислы азота, соединения серы и другие.

По производственным циклам могут быть: отходы при обогащении – хвосты, шламы, сливы; отходы в пирометаллургии – растворы, осадки, газы.

На предприятии с полным металлургическим циклом, когда имеется производство чугуна, стали и проката, отходы могут быть двух видов – в виде пыли и в виде шлаков. В том случае, когда применяется мокрая газоочистка, вместо пыли отходом является шлам. Наиболее ценными для черной металлургии являются железосодержащие отходы (пыль, шлам, окалина), в то время как шлаки в основном используются в других отраслях промышленности.

При работе основного металлургического оборудования – агломерационных машин, доменных и мартеновских печей, конвертеров, электросталеплавильных печей образуется большое количество тонкодисперсной пыли, состоящей из окислов различных элементов. Тонкодисперсная пыль улавливается газоочистными сооружениями и затем либо подается в шлаконаливник, либо направляется на последующую

переработку, в основном как компонент аглошихты.

Шламы металлургического производства по месту образования классифицируются следующим образом: шламы углеобогажительных фабрик; шламы агломерационных фабрик; шламы доменного производства, в том числе шламы газоочисток доменных печей и шламы подбункерных помещений доменных печей; шламы газоочисток мартеновских печей; шламы газоочисток конвертеров; шламы газоочисток электросталеплавильных печей.

По содержанию в шламе полезных компонентов, а это в основном железо и углерод, шламы подразделяют на: богатые шламы, с содержанием 55–67% полезных компонентов; относительно богатые шламы, содержание полезных компонентов в которых составляет от 40 до 55%; бедные шламы, содержание полезных компонентов в которых составляет от 30 до 40%.

В агломерационном производстве выход отходов имеет место в виде отходов спекания агломерата – агломерационного шлама. Отходами доменного производства являются огненножидкий шлак, колошниковая пыль, шлак гидрооборки и пыль вентиляции, скрап из доменного шлака, скрап из горновых канав, доменный газ и шламы газоочистки.

Отходами сталеплавильного производства являются: конвертерный шлак, шлак газоочистки конвертерного цеха, скрап из сталеплавильных шлаков текущего производства, скрап технологический сталеплавильных цехов, брак и недоливки сталеплавильных цехов, пыль графитовая, конвертерный газ, отсеиваемый в конвертерном цехе.

Серьезной проблемой является использование уже накопленных за прошедшие десятилетия так называемых хвостов рудообогажительных фабрик. Эти дисперсные (крупностью 3–10 мм.) отходы обогащения железной руды, в которых, помимо небольшого количества железа (10–15%), имеются в промышленных количествах тяжелые металлы: цинк, медь, кобальт, титан и другие. Соли этих металлов являются ядовитыми и водорастворимыми соединениями, которые в процессе хранения хвостов поступают в подпочвенные воды, вымываются дождями и, в конечном счете, поступают в организм человека. Рециклинг хвостов крайне необходим, как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Рециклинг подразумевает под собой обеспечение экобаланса при производстве металлопродукции. Под экобалансом по-

нимается совокупность показателей, оценивающих эффективность производственного процесса (технологии) с точки зрения:

- расходования всех видов ресурсов, главным образом, материальных и энергетических;

- учета последствий процесса для окружающей природной среды и общества: количество выбросов всех видов во все природные среды, глобальный рециклинг всех видов продукции процесса.

Особенно важно отметить, что в расчетах в обязательном порядке учитываются показатели добычи всех необходимых для реализации данной технологии ресурсов из недр Земли. Поэтому, например, учитывается не количество затраченной на реализацию тех или иных производственных процессов электроэнергии, а количество энергоносителей, которое необходимо извлечь из недр Земли для производства и транспортировки этой энергии потребителю (учитывая также затраты энергии и материалов на подготовку энергоносителей к их использованию).

Сущность методики составления экобалансов, как правило, раскрывается через расчеты конечных показателей по трем каналам вычислений:

- промышленных технологий использование только фиксируемых в производстве расход энергоресурсов;

- расход ресурсов материалов;

- количество выбросов в окружающую среду.

Для проведения расчетов в условиях любых показателей совершенно недостаточно. Составление экобалансов требует получения следующей объективной информации:

- полный химический состав (желательно – содержание всех химических элементов в соответствии с таблицей Менделеева) всех веществ, поступающих на территорию предприятия;

- материальный баланс веществ производственных процессов (исходные вещества, конечная основная и попутная продукция, выбросы в окружающую среду);

- полный химический состав основной и попутной продукции, отходов и выбросов в окружающую среду.

Знание полного химического состава веществ на входе и выходе из технологической цепочки процессов и производств, обеспечивающих получение конечной продукции, необходимо для оценки уровня комплексного использования сырья. Учет потерь компонентов сырья является обязательным условием при аттестации производств, претендующих на роль «экологически чистых».

Таблица 1

Схема расчета экологического баланса металлургического производства [3]

№ п/п	Основной расчет	Дополнительный и вспомогательный расчеты
1	Определение количества отходов производства, образующихся при производстве проката	1.1. Расчет количества слябов
2	Расчет количества жидкой стали и необходимых для ее производства первичного металла и лома «со стороны»	2.1. Определение состава жидкой стали до ввода ферросплавов; 2.2. Расчет необходимого количества ферросплавов; 2.3. Определение необходимого количества извести; 2.4. Определение состава сталеплавильного шлака; 2.5. Расчет состава и количества отходящих газов
3	Определение параметров производства первичного металла (чугун, металлized сырье)	3.1. Расчет химического состава железорудного концентрата. 3.2. Расчет химического состава окучкованного сырья
4	Определение параметров окучкования железорудного сырья	4.1. Расчет количества угольного и железорудного концентратов, необходимых для производства кокса и окучкованного сырья; 4.2. Определение количества попутной продукции, количества и состава образующегося коксового газа; 4.3. Расчет количества флюса, необходимого для получения доменного и сталеплавильного шлака. Определение количества и состава образующихся отходящих газов
5	Определение потерь металлургических материалов и выбросов, имеющих место при их транспортировке	5.1. Расчет потерь металлургических материалов и выбросов, имеющих место при их транспортировке
6	Определение параметров добычи железорудной руды, металлургических углей и флюса	6.1. Расчет количества образующихся в результате обогащения хвостов; 6.2. Расчет количества образующейся вскрышной породы; 6.3. Определение количества и состава образующихся отходящих газов
7	Расчет количества электроэнергии	7.1. Определение потребности в энергетических углях

На основании баланса веществ строится карта-схема движения веществ в структуре производства (межцеховые вещественные потоки). При анализе движения веществ выделяют основные (главные) химические элементы и рассчитывается движение этих элементов по территории предприятия (элементопотоки). При расчетах постоянно проверяются результаты их промежуточных стадий на соответствие технологическим показателям работы цехов предприятия. На основе термодинамического моделирования прогнозируется состав и количество выбросов в атмосферу и водоемы. Схема расчета экобалансов приведена в табл. 1.

На пути к созданию экологичной и малоотходной металлургии зарубежными государствами был накоплен немалый опыт. В разных странах мира применяются различные методы утилизации и переработки отходов металлургии: в автомобильном и железнодорожном строительстве, в сельском хозяйстве в качестве удобрений, в строительной промышленности и других отраслях.

В металлургии при создании новых предприятий и реконструкции действующих производств необходимо внедрение безот-

ходных и малоотходных технологических процессов, обеспечивающих экономное, рациональное использование рудного сырья:

- вовлечение в переработку газообразных, жидких и твердых отходов производства, снижение выбросов и сбросов вредных веществ с отходящими газами и сточными водами;
- при добыче и переработке руд черных и цветных металлов – широкое внедрение использования многотоннажных отвальных твердых отходов горного и обогащательного производства в качестве строительных материалов, закладки выработанного пространства шахт, дорожных покрытий, стеновых блоков вместо специально добываемых минеральных ресурсов;
- переработка в полном объеме всех доменных и ферросплавных шлаков, а также существенное увеличение масштабов переработки сталеплавильных шлаков и шлаков цветной металлургии;
- резкое сокращение расходов свежей воды и уменьшение сточных вод путем дальнейшего развития и внедрения безводных технологических процессов и бессточных систем водоснабжения;

- повышение эффективности существующих и вновь создаваемых процессов улавливания побочных компонентов из отходящих газов и сточных вод;

- широкое внедрение сухих способов очистки газов от пыли для всех видов металлургических производств и изыскание более совершенных способов очистки отходящих газов;

- утилизация слабых (менее 3,5 % серы) серосодержащих газов переменного состава путем внедрения на предприятиях цветной металлургии эффективного способа – окисления сернистого ангидрида в нестационарном режиме двойного контактирования;

- на предприятиях цветной металлургии ускорение внедрения ресурсосберегающих автогенных процессов и в том числе плавки в жидкой ванне, что позволит не только интенсифицировать процесс переработки сырья, уменьшить расход энергоресурсов, но и значительно оздоровить воздушный бассейн в районе действия предприятий за счет резкого сокращения объема отходящих газов и получить высококонцентрированные серосодержащие газы, используемые в производстве серной кислоты и элементарной серы;

- разработка и широкое внедрение на металлургических предприятиях высокоэффективного очистного оборудования, а также аппаратов контроля разных параметров загрязненности окружающей среды;

- быстрейшая разработка и внедрение новых прогрессивных малоотходных и безотходных процессов, имея в виду бездомный и бескоксый процессы получения стали, порошковую металлургию, авто-

генные процессы в цветной металлургии и другие перспективные технологические процессы, направленные на уменьшение выбросов в окружающую среду;

- расширение применения микроэлектроники, АСУ в металлургии в целях экономии энергии и материалов, а также контроля образования отходов и их сокращения.

- Переработка руд черных и цветных металлов, их обогащение, литье, прокат, металлообработка – источник потерь колоссального количества металлов. В отвалах и накопителях АО «АрселорМиттал Темиртау» находится более 150 млн тонн шлаков, отходов обогащения углей, золы, шламов и других продуктов металлургической переработки минерального сырья и топлива. Их вредные ингредиенты со временем вымываются, дренируя, попадают в почвенные воды, а затем в водоемы и реки [1, 2].

Сухой поверхностный слой пылевидных отходов, находящихся в отвалах и хранилищах, активно переносится ветром на большие расстояния, загрязняя сельскохозяйственные угодья и окружающую среду. Задача комплексного использования сырья в металлургии – рациональная полнота извлечения основных и сопутствующих элементов, утилизация отходов добычи, обогащения руд без нанесения урона окружающей среде. Кроме этого металлургия является весьма земле- и водоемкой отраслью [4]. Несмотря на наличие технологий извлечения ценных попутных компонентов из железной руды на большинстве комплексных месторождений, полезные материалы сбрасываются в отвалы.

Таблица 2

Способы переработки пылей и шламов

Способы	Схема технологического процесса	Особенности и преимущества
Классификация в гидrocиклоне	Отделение частиц, содержащих свинец и цинк, – изготовление миниокатышей – спекание на агломашине	Продукт после удаления 60–80% цинка применяется как компонент аглошихты. В процессе агломерации используется углерод, содержащийся в пыли
Получение окатышей		
а) миниокатышей	Обезвоживание- смешивание окомкование спекание на агломашине	Использование миниокатышей предотвращает снижение газопроницаемости шихты при производстве агломерата
б) хлорированных неофлюсованных	Окислительный обжиг исходного материала – смешивание – окомкование – обжиг	Возможность использования пыли разного происхождения. Высокая степень очистки от цинка и других примесей
в) металлизированных	Обезвоживание – смешивание – окомкование – восстановительный обжиг для доменной или электросталеплавильной печи	Высокая степень очистки от цинка, свинца, соединений щелочных металлов. Снижение расхода кокса в доменной печи. Создание бескоксвой металлургии
г) безобжиговых	Обезвоживание смешивание – окомкование – сушка для доменной печи или конвертера	Низкие капитальные затраты из-за отсутствия обжигового оборудования

Основные способы переработки отходов в металлургическом производстве приведены в табл. 2.

В настоящее время задача управления отходами должна решаться на основе иерархии. В этом случае главный приоритет отдается стремлению избежать образование отходов, далее; если они образуются, то необходимо стремиться к их минимизации; затем рассматриваем возможность вторичного рециклинга отходов; следующий уровень обработка первичных отходов; и, наконец, захоронение отходов. Рециклинг отходов подразумевает не только их возврат в производство основной продукции, но и их продажу заинтересованным потребителям [3].

При разработке квазибесотходных технологий производства чугуна и стали необходимо учитывать тот факт, что в черной металлургии Казахстана природоохранные технологии функционируют на достаточно высоком уровне, чего нельзя сказать про ресурсосберегающие технологии, основанные на утилизации отходов. Например, слабо используется рециклинг пылевидных отходов железорудного сырья, в которых содержание железа доходит до 60%. В лучшем случае они используются как компонент шихты при получении агломерата, производство которого считается одним из технологически неблагоприятных. Следует отметить, что пыль, улавливаемая при производстве чугуна, уникальна по своему составу в ней, помимо железа, имеется цинк в количестве 7–10% (обычно его содержание не превышает 10%). Рециклинг такой пыли особенно привлекателен, поскольку тогда можно получить и цинк, и железо.

Таким образом, особенностью использования сырья в металлургическом производстве является высокий уровень показателя расхода материальных ресурсов

на производство продукции, поскольку в качестве первичного сырья используются ресурсы с низким содержанием полезного компонента. В результате на металлургическом производстве имеют место огромные потери сырья в виде отходов, отбросов и потерь. Следует отметить, что экономические потери от выхода отходов возрастают к завершению металлургического цикла. Наибольшую величину экономические потери имеют при образовании отходов в прокатном переделе. Именно поэтому важен поиск резервов уменьшения потерь металла в прокатном переделе.

В настоящее время при современном уровне развития экономики страны в Казахстане существует объективная возможность перевооружения предприятий черной металлургии и внедрения экологически чистых производств и ресурсосберегающих технологий, отвечающих мировым стандартам. Кроме того, для развивающегося Казахстана социально-экономический аспект проблемы улучшения использования сырьевых ресурсов важен не менее чем экологический аспект данной проблемы.

Список литературы

1. Гельманова З.С., Филатов А.В. Проекты эффективного использования отходов промышленных предприятий, снижающие нагрузку на окружающую среду // Статья Металлург. – 2015. – № 9.
2. Гельманова З.С., Осик Ю.И., Бутрин А.Г. Экологический менеджмент металлургического предприятия: Монография. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2014. – 116 с.
3. Жаксыбаева Г.Ш., Гельманова З.С. Экологический менеджмент предприятия: теория и практика. Монография. – Астана: Академия государственного управления при Президенте РК, 2011. – 223 с.
4. Кенжалиев Б.К. О концепции развития рационального использования минерального, техногенного сырья и вторичных металлов для организации производства 4-го и 5-го переделов в металлургическом комплексе Республики Казахстан // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы, 2001. – № 6. – С. 117–136.