

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЗСЕЗОВОР Девид Эхидж.э

РАЗРАБОТКА МАЛОУХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
АГЛУДИЧЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность: 05.16.02 - «Металлургия  
черных металлов»

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Донецк - 1994

76 30.438  
Диссертационная работа выполнена на кафедре рудно-термических процессов и малоотходных технологий Донецкого государственного технического университета.

Научный руководитель - доцент, кандидат технических наук  
Ростовский В. И.

Официальные оппоненты - профессор, доктор технических наук  
Кравцов В. В.

- кандидат технических наук  
Хлаповин Н. С.

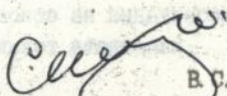
Ведущее предприятие - Енакиевский металлургический завод

Защита состоится 23 ИЮНЯ 1994 года в 12.20 часов в аудитории 353 пятого учебного корпуса на заседании специализированного совета Д 068.20.01 в Донецком государственном техническом университете ( 340000, г. Донецк, ул. Артема, 58 ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донецкого государственного технического университета.

Автореферат разослан 23 МАЯ 1994 года.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
Д 068.20.01, доктор технических  
наук, профессор



В. С. Салиро

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00756566 (Z)

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Залежи полезных ископаемых практически не возобновляются и, по мере развития производства, все значительнее сказывается отсюда их ограниченность. Цены на сырье с каждым годом возрастают и возникает ряд социально-экономических проблем рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей природной среды, а также снижения образования отходов производства и их полного использования. Эти проблемы имеют комплексное решение при организации малоотходной технологии металлургического производства за счет полной и комплексной утилизации ценных отходов черной металлургии. Однако внедрение новых прогрессивных процессов осуществляется недостаточными темпами и предприятия отрасли всё ещё продолжают оставаться основными источниками загрязнения окружающей природной среды. Одной из причин сложившегося положения является несовершенство технологии или нерациональное использование минеральных ресурсов и это особенно наблюдается в наиболее материалоемком агломоменном переделе.

В интересах экологической безопасности и эффективности производства требуется коренное изменение подхода к проблеме организации малоотходного производства и более полного использования образующихся отходов, что направлено на снижение потребности в металлургическом сырье, а следовательно, на экономию капитальных и текущих затрат на его добычу и обогащение и в конечном итоге является важнейшим условием преодоления экологического кризиса.

Цель работы. Разработка элементов малоотходной технологии агломоменного производства, обеспечивающей рациональное использование минеральных ресурсов и повышение экологической безопасности в металлургии.

Научная новизна. Выявлены общие закономерности свойств отходов, влияющие на процессы окискования железорудных материалов. На основании исследований движения потока цинка в доменном производстве и связанных с ним переделах предложен механизм и разработана номограмма динамики накопления цинка и соответствующая технология его вывода из доменных печей. Развита основа рациональной технологии окискования железосодержащих отходов с различными свойствами. Разработана рациональная экологически чистая техно-

гия сбора, совместной подготовки и утилизации железосодержащих отходов в технологических потоках аглофабрик. Разработаны унифицированные балансовые схемы полной утилизации железосодержащих отходов при организации малоотходного производства для типового аглодометного производства.

Практическая значимость. Выполненные разработки направлены на более полное использование исходного и вторичного металлургического сырья, то есть на улучшение использования производственного потенциала и сырьевых ресурсов, что непосредственно будет сказываться на экологической безопасности металлургических предприятий и в частности, завода АДЖОКУТА (Нигерия).

Апробация и публикация. Основные материалы работы доложены и обсуждены на всеукраинской научно-практической конференции "Теория и практика решений экологических проблем в горнодобывающей и металлургической промышленности", (г. Днепрпетровск, 1993 г.) и на трех республиканских научно-технических конференциях "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов", (г. Донецк) в 1992, 1993 и 1994 годах.

По теме диссертации опубликовано девять работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, изложена на 145 страницах машинописного текста и содержит 32 рисунка, 33 таблицы и список литературы из 178 наименований.

#### АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАЗРАБОТОК МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

В металлургическом производстве применяются различные способы улавливания и сбора технологических и аспирационных пылей, уловленных в мокрых и сухих газоочистных устройствах. На предприятиях отрасли при очистке газов и воздуха с использованием сухих аппаратов газоочистки уловленная пыль удаляется в основном гидротранспортом. Уловленная пыль с помощью гидросмыва превращается в шлам, который затем совместно со шламом из мокрых газоочистных аппаратов и шламом, полученным от гидросмыва производственных помещений, транспортируется в шламонакопители или в корпуса обезвоживания шламов. Затем шламы обезвоживаются до получения транспортируемого продукта с заданной влажностью. Недостатком таких линий

являются большие капитальные затраты, необходимость в организации оборотного цикла водоснабжения, повышенный расход воды, большие затраты на содержание шламонакопителей и неполное использование железосодержащих шламов. Более рациональным решением являются способы, которые осуществляют выгрузку и транспортировку пыли в сухом виде с последующим увлажнением ее для получения пылящего сыпучего продукта с заданной влажностью.

Однако, существенным недостатком таких линий является отсутствие в линии уборки и транспортировки пыли надежного увлажнителя, что приводит к значительным пылевыведениям в окружающую среду и к усложнению технологии утилизации этого пылящего продукта.

Существуют различные способы подготовки и утилизации отходов, выбор которых зависит от их состава, свойств и конкретных условий работы предприятий. Однако они не могут быть полностью использованы при решении вопроса совместной утилизации железосодержащих отходов. Процесс агломерации и металлизации является в настоящее время самым массовым и предпочтительным способом подготовки и использования железосодержащих отходов для металлургического производства. Однако, введение этих отходов в аглошихту традиционными способами ограничивается из-за ухудшения качества подготовки шихты и соответственным снижением технико-экономических показателей работы аглофабрики.

В задачу исследований включены следующие направления:

- Изучение физико-химических свойств отходов аглодоменного передела и установление их общих закономерностей;
- Исследование динамики накопления цинка и разработка технологии его вывода из доменных печей и комплексной утилизации;
- Испытания и выбор рациональной технологии окускования железосодержащих отходов металлургического производства;
- Разработка унифицированных балансовых схем утилизации железосодержащих отходов при организации малоотходного производства для типового аглодоменного передела;
- Разработка рациональной экологически чистой малоотходной технологии агломерационного производства включающей сбор, совместную подготовку и утилизацию железосодержащих отходов в технологических потоках аглофабрик.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТХОДОВ АГЛОДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основная масса пылей и шламов аглопроизводства содержит до 70% железа в пересчете на приведенное с учетом содержания  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Mn}$  и углерода. Шламы аглофабрики имеют отношение  $\text{SiO}_2/\text{Fe} = 0,17-0,24$ , которое качественно характеризует количество шлакообразующих веществ в шламе. Они отличаются полидисперсным гранулометрическим составом, но со значительным содержанием фракций мельче 60 мкм, для которых характерно большее содержание железа, чем для фракций крупнее 60 мкм. В шламах также встречаются крупные (свы 2,5 мм) частицы, размер которых зависит от места их образования. Шламы крупностью выше 1000 мкм составляют крупнозернистые шламы от коллекторов агломашин, циклонов и гидросмывов, которые требуют их классификации при обезвоживании. Содержание фракций крупнее 300 мкм в шламах сухой и мокрой пылеочистки не превышает 10%, а в шламах пылевых мешков - 60-65%.

Хотя содержание железа в пыли и шламах доменного производства некоторых предприятий меньше чем в агломерационных, но оно компенсируется значительным содержанием в них углерода, особенно для доменных цехов, где производится отсеб мелочи от агломерата и окатышей перед их загрузкой в доменную печь. Если содержание в шламах и пыли оксидов кремния и кальция находится практически на уровне их концентраций в аглошлите, то в них могут присутствовать такие нежелательные элементы как цинк, свинец и щелочи.

Доменный шлак как и агломерационный относится к полидисперсным материалам, но интервал дисперсности у него несколько уже. Шлак доменных газоочисток в основном представлен частицами менее 100 мкм (до 80%) со средним диаметром частиц 50 мкм, то есть практически сходен с железорудным концентратом. Отношение  $\text{SiO}_2/\text{Fe}$  для пыли и шлама газоочистки составляет соответственно 0,20 и 0,15.

В отличие от первичных железорудных материалов, минералогический состав колошниковой пыли и доменного шлама в основном представлен обломочными зернами агломерата, содержащими гематит, магнетит, феррит кальция, двухкальцевый силикат, стекло и тонкодисперсную связку, а также кварц, силикаты, карбонаты флюсов и обломки зерен органического происхождения (кокса). Основной составляющей пыли (около 60%) являются частицы агломерата. Кокс

является второй по массе составляющей пыли (20 %). Количество зенит известняка и извести не превышает 6 %. Минералогический состав доменного шлама идентичен пыли. Однако, полиминеральные частицы агломерата, характерные для пыли, здесь обнаруживаются значительно меньше.

Из вышеприведенных исследований сделан вывод, что хотя пыли шлам аглодоменного производства являются многокомпонентными системами, но они близки по составу к агломерационной шихте и их целесообразно применять как добавки к аглошихте.

Кроме приведенных выше свойств отходов, особое значение приобретают показатели их смачиваемости, влагоемкости и размягчения, которые характеризуют отходы по увлажнению, окомкованию и получению прочного и легковосстановимого агломерата. Если колошниковая пыль обладает наименьшей смачиваемостью, вследствие повышенного содержания углерода, то доменный шлам наоборот. Эти результаты указывают, что перед использованием отходов требуется их гомогенизация, так как даже незначительное количество утилизуемых отходов окажет отрицательное влияние на процесс агломерации.

Для получения окатышей и окомкования аглошихты, основное влияние оказывает влагоемкость отходов. Гидрофобные материалы (отсевы агломерата и окатышей) плохо смачиваются и поэтому они менее влагоемки в сравнении со шламами. Для отсева агломерата и окатышей влажность может достигать не более 6,5-8 %. Доменные шламы в сухом состоянии очень пылят, а при увеличении их влажности объемная масса уменьшается незначительно, достигая минимума при 12-14 %. При этом сыпучие свойства сохраняются до 17-18 %. Колошниковая пыль менее влагоемка, чем доменный шлам и имеет минимальный экстремум по объемной массе при влажности 5,6-8,4 %. Агломерационный шлам и шлам смывов и аспирации подбункерных помещений доменного цеха обладают идентичными свойствами, имея при этом ярко выраженный минимальный экстремум объемной массы при влажности 9-11.

Взлеводержащие отходы аглодоменного производства по размягчаемости резко отличаются от основных шихтовых материалов. Установлена следующая закономерность возрастания температуры размягчения: колошниковая пыль, доменный шлам, шлам смыва и аспирации доменного цеха, шлам аглофабрики, отсевы агломерата и окатышей. Поведение отходов во время размягчения зависит от их физико-химических свойств.

Исследованиями установлено, что практически все железосодер-

жащие отходы после предварительной специальной подготовки могут быть утилизированы при окисловат железорудных материалов. Главным ребованием при этом является получение гом.енной, сыпучей еси отходов требуемой влажности и комкуемости.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ЦИНКА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Результатами исследований поведения цинка в доменном производстве установлено, что в доменной печи происходит восстановление, испарение, конденсация, окисление и циркуляция цинка. Испаряющийся цинк окисляется и осаждается на футеровке неохлаждаемой части шахты в колошниковой защите. Искажение профиля шахты приводит к неравномерности схода шихты с нарушением технологии выплавки чугуна. Перерасходуется кокс на восстановление цинка, накапливающегося в рабочем пространстве печей. Часто в доменных печах происходит разрушение футеровки, разрывы кожухов, отложение цинкита между кожухом и кладкой, а также цинк может образовать настыли в газоходах.

Установлено, что удаление цинка из доменной печи с чугуном и шлаком при нормальном ходе невелик: основная масса цинка (80-90 %) удаляется через колошник с газом. Если приход цинка больше выхода, то циркуляция его в печи происходит с накоплением и постепенным опусканием нижней границы зоны циркуляции на горизонты высоких температур. При достижении насыщенности цинка в доменной печи, когда на его восстановление и возгонку затрачивается большое количество тепла, то наступает похолодание и расстройство хода печи.

На предприятиях отрасли предельно-допустимый приход цинка в доменную печь составляют 0,15-0,5 кг/т чугуна. При замкнутой системе переработки железорудного сырья поступление цинка в доменные печи увеличивается, вследствие полной утилизации железосодержащих отходов, в частности доменных и сталеплавильных шламов и рециркуляции цинка в аглодоменном производстве.

На основании качественных и количественных схем движения цинка в комплексе доменной печи и связанной с ней технологической линии аглофабрики разработана методика расчетов (рис. 1) и динамика накопления цинка в доменной печи (рис. 2). Расчеты показали, что степень повышения массовой доли цинка в доменных шламах относительно исходной шихты зависит не только от общего его содержа-

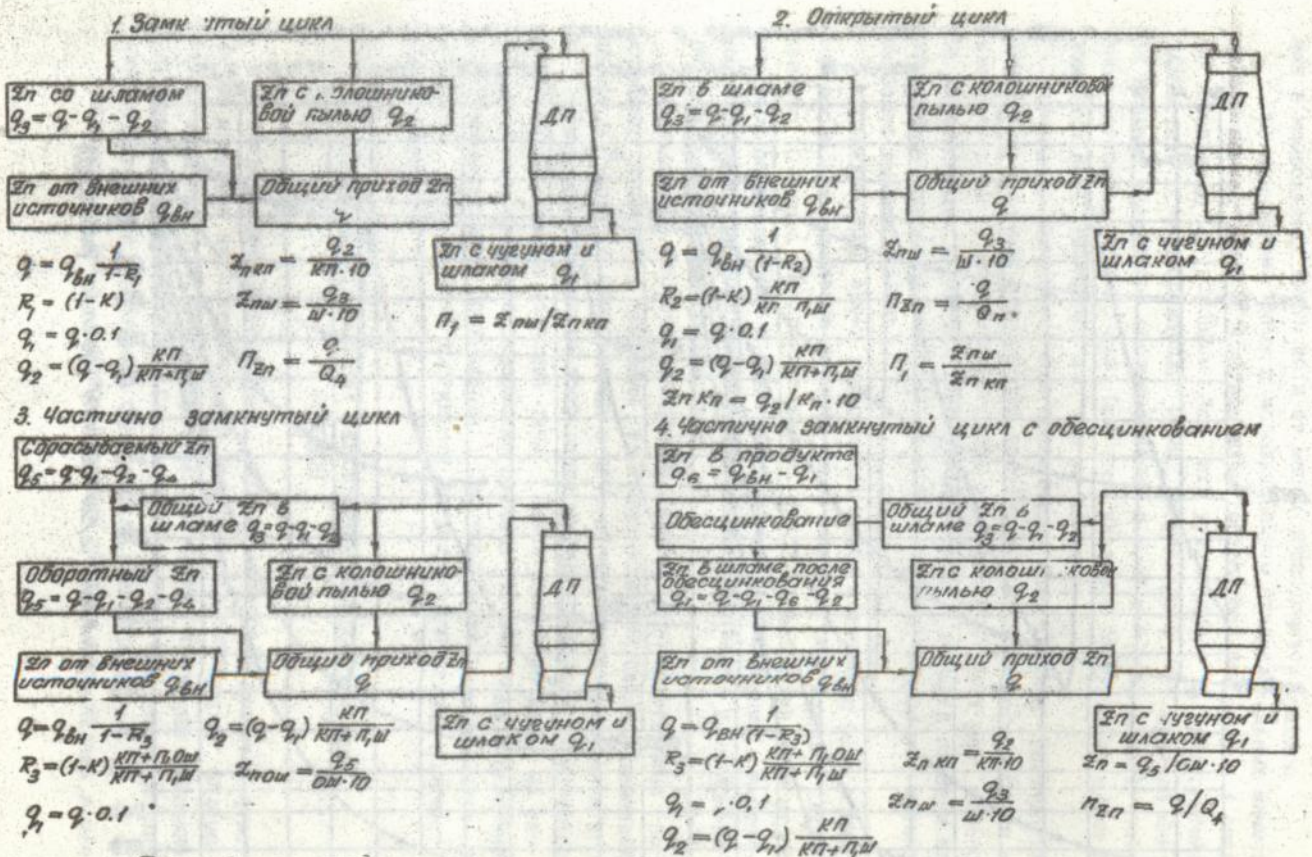


Рис. 1. Схемы движения и метаболических расчетов накопления цинка в доменном производстве.

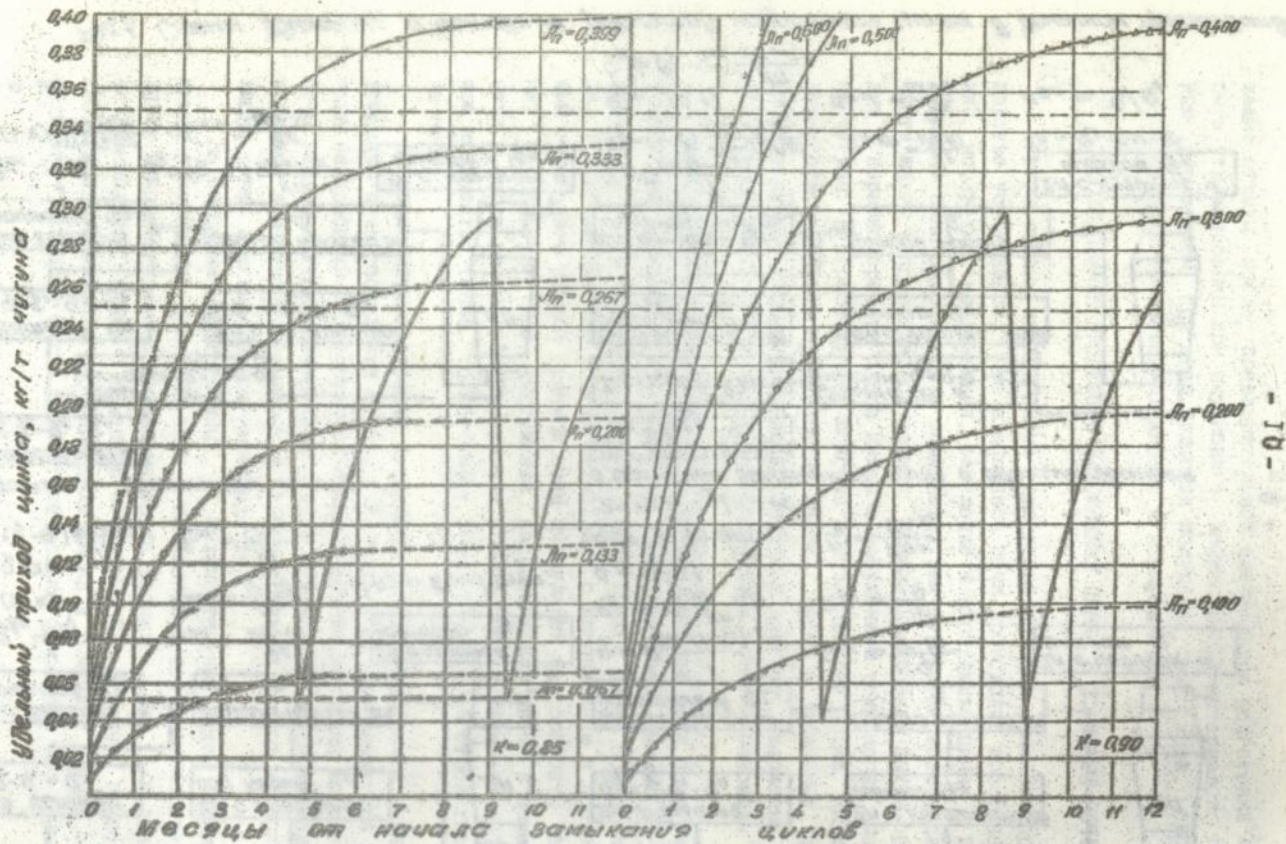


Рис. 2. Динамика накопления цинка в доменных печах с  $k = 0.85$  и  $0.90$

ния в компонентах шихты но и от массы образующихся отходов.

При замкнутом цикле с использованием сталеплавильных шламов на ЕМЗ приход цинка в доменном шламе возрастает примерно в 4 раза по сравнению с условием без их утилизации. На предприятиях "Азовсталь", "Запорожсталь" и им. Держинского рост прихода цинка в шламе составляет соответственно в 3, 7 и 8 раз, а на Левском меткомбинате в 13 раз. При этом удельное поступление цинка в доменную печь возрастает в том же порядке.

Согласно расчетам, при организации малоотходной технологии замкнутой системы переработки железорудного сырья (аглофабрика - доменная печь), поступление цинка возрастает до трех раз только за первый цикл (10 суток). Оно увеличивается в меньшей степени за последующие циклы до постепенной стабилизации переносимого потока на более высоком уровне.

Промежуточное время возвращения цинка в доменную печь с шихтой после его выведения из печи через колошник для данного случая принято 10 суток. Продолжительность этого запаздывания зависит от способов обезвоживания и подготовки шламов к утилизации, вместимости складов при усреднении железорудных материалов в агломерационном и доменном производствах.

Выполненные расчеты накопления цинка и соответствующая нограмма позволят, наблюдая за концентрацией цинка в доменных шламах и динамикой его прихода в печь организовать выведение его из замкнутой системы до достижения уровня предельно-допустимого поступления цинка в доменные печи. Вывод доменного шлама из системы позволит получить содержание цинка в системе равном величине его первоначального поступления. При увеличении прихода цинка в начальный период срок достижения предельно-допустимых количеств сокращается.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКУСКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Исследованиями установлено, что повышенное количество отходов не является препятствием для получения качественного агломерата с заданной производительностью агломашин. Агломерат возможно получать из одних отходов. Главным требованием при этом должна быть качественная подготовка отходов для агломерации.

Агломерация шихт с использованием отходов проводилась в два

этапа. На первом этапе проведены опыты с использованием до 5 % доменного шлама при 50, 70 и 80 % концентрата с 4,0 и 4,6 % углерода. При этом подготовка шламов заключалась в подаче их в сыпучем состоянии после естественной подсушки до 8-12 %, крупностью 0-1 мм. Спекания выполнены в аглошаше диам. 190 мм с высотой слоя 210-310 мм при разрежении 9,8 кПа. Во втором этапе аглошихты спекались с добавкой смеси отходов металлургического производства с различным соотношением компонентов. Сыпучая, гомогенная смесь отходов требует влажности подготавливалась по схеме совместного обезвоживания шламов с дальнейшим смешением влажного кека с сухими отходами.

Установлено, что добавка доменных шламов к аглошихте улучшает механическую прочность и кусковатость агломерата и способствует увеличению производительности аглоустановки. Однако прирост производительности при 70 % концентрата ниже, чем спекание с 50 % концентрата при 4,6 % С. Это объясняется повышением тонких фракций, а также некоторого избытка тепла в нижней части пирога из-за повышенного содержания углерода в доменном шламе. При 80 % концентрата наблюдается снижение производительности аглоустановки из-за увеличенного количества тонких фракций и низкой комкуемости доменного шлама.

При использовании 50 % подготовленной смеси отходов при 3,5 % углерода и 20 % возврата производительность аглоустановки увеличивается на 5,3-10 %, а при 4,0 % и применением смеси до 75 % - на 2-9 %. При увеличенном расходе отходов (свыше 50 % в первом случае и 75 % во втором при 4,0 % С в шихте производительность снижается за счет некоторого оплавления нижней части пирога агломерата и замедления процесса спекания, а при 3,5 % замечен недостаток тепла, но при этом оплавления нижней зоны слоя не наблюдается и сохраняется газопроницаемость спекаемого слоя.

Механическая прочность агломерата, полученного с добавкой отходов, находится на уровне прочности агломерата произведенного без их добавки. Увеличение расхода возврата до 30 % с использованием 75 % и 100 % отходов и 4,0 % С приводит к улучшению показателей процесса спекания и качества агломерата по сравнению со спеканием шихт, содержащих 20 % возврата. Это объясняется лучшей комкуемостью и повышением газопроницаемости шихт при оптимальных расходах углерода, температуре и интенсивности зажигания.

Спекание аглошихт с повышенным расходом отходов приводит к

образованию высокоосновного магнетито-ферритного агломерата в значительной степени окисленного с периферии до гематита. Формирование ферритов кальция способствует повышению механической прочности и восстановимости агломерата.

С использованием ЭВМ рассчитано изменение производительности аглоустановки ( $Y$ , %) от расхода шлама ( $X_1$ , %), скорости спекания ( $X_2$ , мм/мин) и выхода агломерата ( $X_3$ , %) при определенных расходах концентрата ( $x$ , %), которая в общем виде описывается уравнением:

$$Y_x = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3$$

При оптимальной скорости спекания и средневзвешенном значении выхода агломерата производительность аглоустановки с добавкой доменного шлама 0-3 % при 50 и 70 % концентрата и 0-5 % при 80 % концентрата описывается следующими уравнениями:

$$Y_{50} = 100,22 + 1,555X_1, \% \text{ или } 1,563 + 0,024X_2, \text{ т/м}^2 \cdot \text{ч}; R = 0,751$$

$$Y_{70} = 99,77 + 1,103X_1, \% \text{ или } 1,239 + 0,014X_2, \text{ т/м}^2 \cdot \text{ч}; R = 0,750$$

$$Y_{80} = 101,74 - 0,434X_1, \% \text{ или } 1,404 - 0,006X_2, \text{ т/м}^2 \cdot \text{ч}; R = 0,523$$

Коэффициент надежности выборки составляет 4,0-8,0.

Повышенный удельный расход отходов требует их гомогенизации перед утилизацией, а также необходимо увеличивать приход тепла на запуск аглошхты с одновременным сокращением топлива из нее. Это позволяет вести более равномерно процесс агломерации без растягивания зоны спекания при широком интервале размягчения отходов.

Исследованиями установлена возможность получения качественных окатышей с использованием доменного и сталеплавильного шламов в количестве до 5 %. Сырые окатыши получали по непрерывному процессу на грануляторе диам. 0,5 м при числе оборотов чаши 20 об/мин и угле наклона 45°. Все материалы использовались крупностью их образования, а конверторный шлак и известь 0-3 мм и 0-1 мм соответственно. В процессе обжига окатышей непрерывно отбирали выделяющийся газ и автоматически анализировали его на оптико-акустических газовых анализаторах.

Прочность сырых окатышей на обрасывание достигала 9,4-12,7 раз, а на раздавливание 6,1-14 Н/ок и 16,3-40,5 Н/ок для сухих окатышей. Прочность сырых и обожженных окатышей при добавке сталеплавильного шлама выше, чем при использовании доменного шлама. Это связано с тем, что сталеплавильный шлам более мелкодисперсный с сильно развитой поверхностью и содержит известь в виде гидроксидов, которая подобно бентониту, способствует упрочнению как сырых, так и

обоженных окатышей.

Активное выделение газа за счет выгорания углерода и летучих из окатышей наблюдалось при нахождении окатышей в зоне обжига. В опытах оксид углерода обнаруживался в начале пребывания в зоне обжига (рис.3). Это указывает на то, что в опытах для восстановления оксидов железа достаточна температура в зоне обжига 1448 К. Из-за ограниченности измеряемого интервала  $CO$  в 20 % и  $CO_2$  в 27 % газоанализатора диаграммы для этих компонентов в середине прерывистые. Но по этим диаграммам можно судить о качественном изменении содержания  $CO$  и  $CO_2$  от расхода и температурного уровня.

Установлена возможность получения частично восстановленных окатышей из смеси железосодержащих отходов. При оптимальном режиме обжига получаются частично восстановленные окатыши с содержанием 51,5-52,8 %  $Fe_{осн}$ ; до 10,6 %  $Fe_{мет}$ ; 37,7-51,8 %  $FeO$  при основности  $CaO/SiO_2 = 1,94-2,30$  с прочностью 1,51-2,38 КН/ок. При добавке к шихте коксовой мелочи 13,4 % или общем содержании в шихте 17,8 % углерода степень металлизации составляет 70 %. В то же время для возгонки цинка и свинца достаточна степень металлизации 30 %.

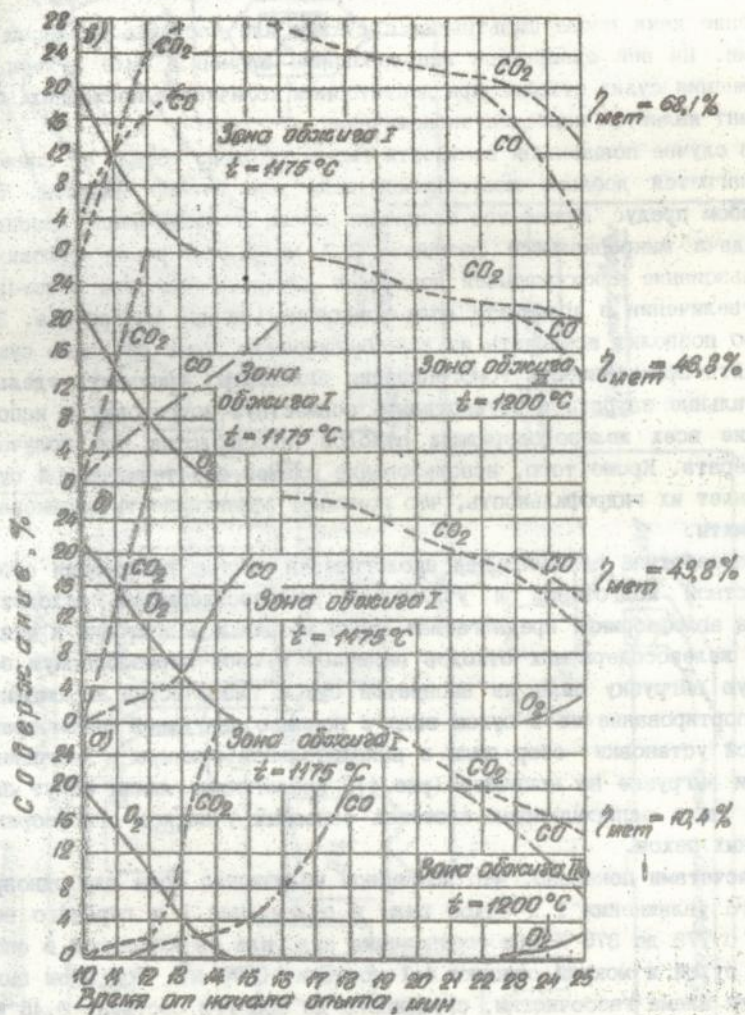
Разработанную технологию целесообразно использовать при пировосстановительном процессе возгонки цветных металлов из отходов производства с дальнейшей их переработкой в цветной металлургии.

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАЛООТХОДНОГО АГЛОДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

На основании вышеприведенных исследований разработаны унифицированные балансовые схемы утилизации железосодержащих отходов при организации малоотходного аглодомного производства.

Для установления выхода и химического состава железосодержащих отходов были использованы данные технорабочих проектов типового металлургического завода с двумя аглолентами по  $312 м^3$  и двумя доменными печами объемом  $2000 м^3$ , например, для условия завода Аджакута (Нигерия). При выборе рациональных технологических схем утилизации отходов был обобщен опыт работы передовых металлургических заводов и использованы из литературных источников, а также технологические рекомендации Укртипромеза, Уралмеханобра, ВНИПЧЭО и ДонИТУ по вопросу совместной подготовки и использования отходов.

Основой разработанной технологической схемы подготовки и утилизации отходов является совместное обезвоживание шламов и дальнейшее



Ил.3. Изменение содержания  $CO_2$ ,  $CO$  и  $O_2$  в зоне обжига окатышей с различным содержанием углерода (а-3,22; б-7,8; в-17,8%)

смешение кека после фильтрации с сухими или частично влажными отходами. На ней базируется использование шламов в виде пульпы для увлажнения сухих отходов при достаточном количестве последних. Этот вариант является наиболее экономичным.

В случае повышенной влажности смеси отходов, то для ее снижения предлагается добавка известковой пыли или отсева извести. Этим способом предусматривается озернение смеси отходов после смесителя и подача микрокатишей размером 2-7 мм в смесители аглошихты. Использование микрокатишей позволяет улучшить качество агломерата при увеличении в аглошихте доли тонкоизмельченных материалов. Этот способ позволит исключить из технологической схемы операцию сушки, повысить эффективность гомогенизации аглошихты, уменьшить удельные капитальные затраты и осуществлять совместную подготовку и использование всех железосодержащих отходов производства при получении агломерата. Кроме того, использование шламов без термической сушки сохраняет их гидрофильность, что повышает эффективность окомкования аглошихты.

Разработана рациональная экологически чистая технология сбора, совместной подготовки и утилизации железосодержащих отходов в потоке аглофабрики. Предлагаемая линия уборки и подготовки к утилизации железосодержащих отходов включает в себя периодическую беспыльную выгрузку пыли из аппаратов сухой газоочистки агломашин, транспортирование ее в сухом виде с помощью вакуумной пневмотранспортной установки — сбор пыли в накопительном бункере и увлажнение ее при выгрузке на конвейер (рис. 4). Аналогичные линии могут быть применены в аспирационных системах основных участков аглофабрик и доменных цехов.

Расчетами показано, что потребное количество воды для одновременного увлажнения 1 т сухой пыли и охлаждения 1 т горячего возврата с 773 до 373 К при соотношении аглопыли улавливаемой в аппаратах сухой и мокрой очистки 4:1 составит 0,76 м<sup>3</sup>. При этом выход воды из шлама газоочистки, сгущенного до 500 г/л составит 0,45 м<sup>3</sup>, то есть около 60 %, для получения смеси с влажностью 10 %. Недостаток в воде покрывается подпиткой технической воды.

На типовом переделе аглодоменного производства будет ежегодно образоваться около миллиона тонн железосодержащих отходов, которые сэкономят столько же природных первичных шихтовых материалов при усредненной их стоимости за первый квартал 1994г 361тыс карбованцев

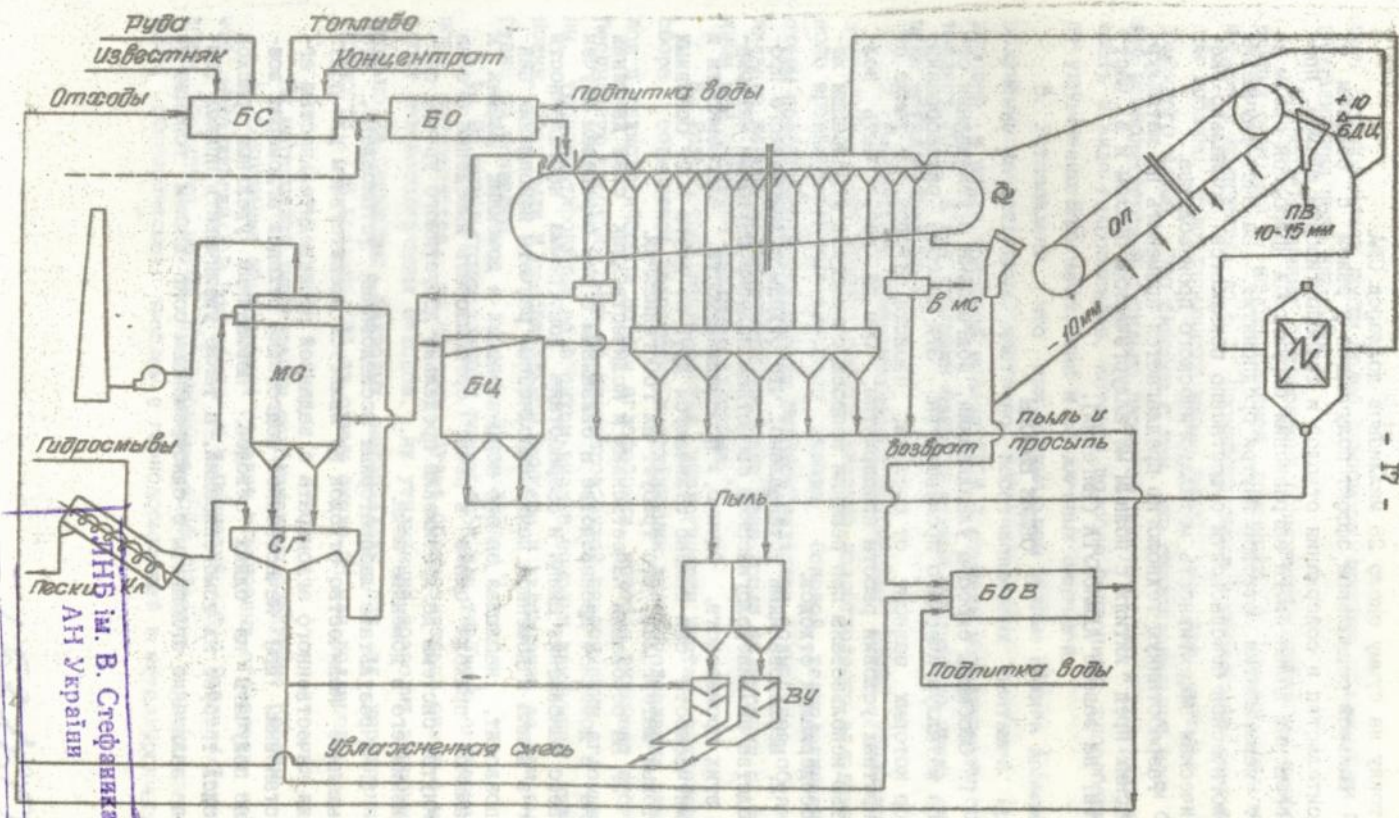


Рис. Система малоотходного агломерационного производства

ва тонну на сумму около 28 миллионов долларов США.

Большой социальный эффект получается в связи с отказом от строительства и содержания отвалов и транспортировки шламов, предотвращения дальнейшего загрязнения окружающей природной среды за счет переработки отходов внутри предприятия. За счет улучшения экологической безопасности существенно повышается социально-экологическая эффективность металлургического производства.

Разработанную технологию предлагается применять на металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом и в частности, на заводе АДЖАКУТА (Нигерия).

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Обобщены способы улавливания, подготовки и утилизации отходов металлургического производства. Эти способы разнообразны, выбор которых зависит от состава, свойств отходов, а также от конкретных условий работы предприятия. Они не могут быть полностью использованы при решении вопроса совместной утилизации железосодержащих отходов.

2. Исследованиями установлено, что отходы агломерационного производства по минералогическим свойствам подобны шихтовым материалам этих производств. Однако, по смачиваемости, влагоемкости и размягчаемости они сильно отличаются друг от друга и от основных шихтовых материалов, что требует их гомогенизации.

3. На основании качественных и количественных схем движения цинка в доменном производстве и связанным с ним переделам изучен процесс накопления цинка и разработана номограмма напряженности потока цинка в доменной печи. Выполненные расчеты накопления цинка позволят, наблюдая за его концентрацией в доменных шлаках и динамикой прихода цинка в печь, организовать выведение его из замкнутой системы до достижения предельно-допустимого уровня поступления его в доменные печи.

4. В результате лабораторных исследований установлено, что повышенное количество отходов не является препятствием для получения качественного агломерата с заданной производительностью аглоустановки. При качественной подготовке отходов агломерат возможно получать из одних отходов. Повышенный удельный расход отходов требует их гомогенизации, а также увеличивать приход тепла на зажигание аглошихты с одновременным сокращением топлива из

нее. Это позволяет вести более равномерно процесс агломерации без растягивания зоны спекания.

5. Исследованиями установлена возможность получения качественных окатышей с использованием доменного и сталеплавильного шламов в количестве до 5 %. Прочность сырых и обожженных окатышей при добавке сталеплавильного шлама выше, чем при использовании доменного шлама. Это связано с тем, что сталеплавильный шлам более мелкодисперсен с сильно развитой поверхностью и содержит известь в виде гидроксидов, которая подобно бентониту, способствует упрочнению как сырых, так и обожженных окатышей.

6. Установлено, что при оптимальном режиме обжига возможно получение качественных, частично восстановленных окатышей. При добавке к шихте коксовой мелочи 13,4 % степень металлизации составляет 70 %, а для возгонки цинка и свинца достаточно иметь степень металлизации 30 %.

7. Разработаны унифицированные балансовые схемы утилизации железосодержащих отходов при организации малоотходного аглодоменого производства для типового завода. Основой технологической схемы подготовки и утилизации отходов является совместное обволаживание шламов и дальнейшее смешение кека после фильтрации с сухими или частично влажными отходами.

8. Разработана рациональная, экологически чистая технология сбора, совместной подготовки и утилизации железосодержащих отходов в технологическом потоке аглофабрики, которая включает в себя беспыльную выгрузку пыли из аппаратов сухой газоочистки агломашины, транспортирование ее в сухом виде с помощью вакуумной установки, сбор пыли в накопительном бункере и увлажнение ее при выгрузке на конвейер.

9. По результатам научных разработок для типового аглодоменого производства, на котором будет образовываться около 1 млн т/год железосодержащих отходов, их утилизация позволит экономить столько же первичных шихтовых материалов, при их усредненной стоимости 27,8 доллара США на сумму около 28 млн долларов.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Сокращение образования отходов в основных агрегатах черной металлургии / Д. Э. Эсезовор, М. М. Перистый, О. П. Байдин // Тезисы докл. Всеукраин. научн.-практической конф. "Теория и практика решений экологических проблем в горнодобывающей и металлургической

АВ 30.498

промышленности". - Дн

2. Утилизация технологических потоков в технологических потоках аглофабрик/ Г. С. Клягин, Д. Э. Эсезобор, О. П. Байдин// там же. - с. 126.

3. Эсезобор Д. Э., Ростовский В. И., Туник О. А. и Байдин О. П. Направления для организации малоотходного металлургического производства. //Деп. в УкрИИПЭИ, 179-УК 93. 26. 01. 93.

4. Организация малоотходного производства черной металлургии / О. П. Байдин, Г. С. Клягин, Д. Э. Эсезобор//Тезисы докл. республ. конф. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов". - Донецк. - 1992. - с. 31.

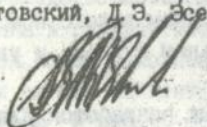
5. Организация малоотходного доменного производства/О. П. Байдин, В. И. Ростовский, Д. Э. Эсезобор//Там же. - с. 32.

6. Создание малоотходной технологии утилизации цинксодержащих шламов в аглодоменном производстве/А. В. Орлов, В. И. Ростовский, Д. Э. Эсезобор//Тезисы докл. республ. конф. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов". - Донецк. - 1993. - с. 91.

7. Утилизация заскладированных шламов в черной металлургии/ В. И. Дейкун, Д. Э. Эсезобор, В. И. Ростовский//там же. - с. 92.

8. Гринишин А. Б., Эсезобор Д. Э., Байдин О. П. Агломерация шихт с утилизацией металлургических отходов//Тезисы докл. Всеукраинск. конф. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов". - 1994

9. Утилизация цинксодержащих металлургических шламов/ В. В. Коаловский, В. Г. Ростовский, Д. Э. Эсезобор//там же.

  
Подписано к печати 20.02.94. Заказ 472. тираж 100  
Изд. уч. изд. Способ печати офсетный.  
Донецкая городская типография