

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССАХ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Кокорин А.В.

Ульяновский государственный технический университет

Кафедра «Материаловедение и ОМД»

Научный руководитель: к.т.н., доцент *Кокорин В.Н.*

Представлены обобщающие материалы использования интегрированных технологических систем (ИТС) в процессах утилизации техногенных отходов черной металлургии.

По последним данным мировое производство стали составляет порядка 800 млн. тонн в год. При этом реализуется два основных метода, основанных на виде исходного материала шихты: 1) выплавка на базе руды; 2) выплавка на базе скрапа (следует отметить, что скрап в конечном итоге используется во всех способах выплавки стали, различия лишь в массовой доле).

Не вызывает сомнения, что технология выплавки стали на базе скрапа с точки зрения затрат энергии более выгодна, т. к. при этом энергия расходуется только на расплавление, а энергия, требуемая на восстановление оксида железа, содержится в самом скрапе.

Техногенные железосодержащие отходы, образуемые в процессе выплавки стали и на стадии прокатки листа, — тонкодисперсные, порошковые, конвертерные, доменные шламы, прокатная окалина, — должны быть использованы в качестве оборотного вторичного скрапа. Этот скрап не содержит примесей, в отличие от сборного лома, у которого время оборота, к тому же, насчитывается десятки лет, — следует отметить, используемый лом сильно загрязнен.

При мировом производстве стали примерно 800 млн. тонн в год — 300 млн. тонн выплавляется на базе скрапа (и в основном, первичного, — лома). Примерно 2/3 этой массы переплавляют в электропечах и 1/3 в кислородных конвертерах. В связи с возрастающим дефицитом первичного скрапа расширение этого производства представляется возможным лишь при использовании перспективных технологий глубокой переработки и утилизации собственных техногенных отходов, что также обеспечивает и экологическую безопасность региона (это прежде всего железосодержащие отходы доменного и конвертерных производств, промасленная окалина производств прокатки (имеют в своем составе до 65 % приведенного содержания Fe, что свидетельствует о высокой металлургической ценности), неметаллические отходы агломерационного производства — пыль доломита и известняка, изымаемая в процессе обжига (так, на конец 90-х годов на ОАО «Северсталь» в сутки изымалось из оборота 800 тонн конвертерной пыли, 500 тонн доломита, 300 тонн известняка, до 200 тонн в год прокатной окалины)).

Произведен анализ техногенных отходов производств: 1) ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»; 2) ОАО «Северсталь»;

3) ОАО «НОСТА» (Новотроицкий металлургический комбинат). Основными техногенными твердыми железосодержащими отходами этих предприятий являются: 1) Пыль доменная (системы газоочисток); 2) Пыль конвертерная (системы газоочисток). Как правило, железосодержащая пыль либо сухая, либо влажность $W \leq (8...10)\%$ масс. доли. Нефтепродукты (масло) — отсутствует. 3) Окалина прокатная водомаслосодержащая (системы отстойников) может находиться в следующих состояниях: а) пастообразное (масло и вода) $\geq (40...50)\%$ масс. доли; б)

твердое — текущий шлак — (масло и вода) $\leq (15..20)\%$ масс. доли; в) твердое — шлак полигонов — (масло) $\leq (5..10)\%$ масс. доли; вода 0 %. Отходы (1,2,3) — окислены, Fe- $\alpha = (35..45)\%$.

В металлургическом производстве при плавке чугуна (стали) использование отходов 1,2,3 в исходном состоянии в виде вторичного сырья — исключено, т. к. резко увеличивается «уход» металла (тонкодисперсного и окисленного) в шлаки; устанавливается высокая поверхностная плотность засыпаемой завалочной массы (корка), что резко ухудшает газодинамические (продуваемость) условия плавки — уменьшается производительность печи; значительно увеличивается продолжительность завалки; существенно увеличивается трудоемкость транспортирования пылевидной шихты.

В металлопрокатном производстве при получении листа, в конверторном производстве при плавке стали, в агломерационном производстве при обжиге доломита следует отметить следующие на сегодняшний день острые проблемы:

1. Значительные потери металла (его исключение из металлооборота) в виде железосодержащей прокатной окалины;

2. Потери оборотной технической воды, находящейся в связанном и свободном состоянии в составе шламов на основе прокатной окалины;

3. Значительные потери металла (его исключение из металлооборота) в виде железосодержащего конвертерного тонкодисперсного шлама, содержащего в себе более 1% Zn;

4. Значительные потери неметаллических материалов (доломит, известняк), в виде тонкодисперсной недообожженной пыли при обжиге сырого материала (до 20% от исходной массы). Так, пыль доломита, содержит до 15% $MgCO_3, CaCO_3$; 35% $CaCO_3$; 15% $Ca(OH)_2$, что существенно ограничивает возможность ее повторного использования.

5. Значительные потери сырого доломита более 40 тыс. тонн в год в виде отсева при транспортировке (20%).

6. Существенные затраты на содержание площадей, отводимых под хранение твердых промышленных отходов, а также их захоронение в котлованах.

Помимо прямых экономических убытков предприятию, связанных с повышенным расходом металла и воды, это наносит существенный ущерб окружающей среде.

В Ульяновской государственном техническом университете (кафедра «Материаловедение и ОМД») совместно с ЗАО НПП «Волга-Экопром» разработана и осваивается промышленная технология по брикетированию тонкодисперсных железосодержащих пылей, что позволяет получать завалочный материал высокого качества: плотность $\geq 2,5 \text{ т/м}^3$ — требования ГОСТа; достаточная ударная прочность, что исключает образование отсева; компактность — уменьшение транспортных расходов; технологичность — улучшаются газодинамические условия плавки.

Предлагается перевод существующих технологий утилизации техногенных отходов в рамках ИТС:

Прокатной окалины на ресурсосберегающую технологию за счет проведения следующих мероприятий:

- Непрерывная глубокая очистка от прокатной окалины оборотной технической воды, используемой при прокатке, в установке «Вита-С» на основе кассетного магнитного сепаратора и флотатора.
- Непрерывное удаление маслосодержащих пленок с поверхности воды при помощи маслосъемных барабанов.
- Переработка извлеченной прокатной окалины и неметаллической пыли с целью их последующего брикетирования и возврата на переплав в виде офлюсованных брикетов (металлизированных брикетов).

Конверторного шлама на ресурсосберегающую технологию за счет проведения следующих мероприятий:

Предполагается перевод существующей технологии утилизации всех видов шламов и пылей (с содержанием $Zn \geq 1\%$ масс.доли) на технологию обесцинкования и металлизации:

- Получение гомогенной смеси (конверторный шлак и угольная пыль, используемая в качестве восстановителя и связующего) в смесителе.
- Нагрев шихты до температуры $550^{\circ}C$ с целью перехода угля в пластичное (размягчение) состояние на конвейерной агломерационной машине.
- Брикетирование шихты на роторном валковом прессе с получением офлюсованных железосодержащих брикетов (металлизированных брикетов).
- Обжиг отпрессованных брикетов в барабанной печи при температуре $1100...1300^{\circ}C$ с целью обесцинкования и металлизации.

Пыли доломита на ресурсосберегающую технологию за счет проведения следующих мероприятий:

- Брикетирование недообожженной пыли на роторном валковом прессе с получением плотноупакованных брикетов.
- Поверхностная гидротация брикета с целью образования поверхностного каркаса из сросшихся кристаллов $Ca(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$.
- Обжиг отпрессованных брикетов в барабанной печи при температуре $1100 - 1300^{\circ}C$ с целью полного обжига пыли доломита и образования структуры CaO и MgO с последующих их использованием в качестве возвратного флюса.

Реализация перечисленных мероприятий обеспечит:

1. Значительное уменьшение объемов потребления металло сырья (кусковый металлолом) для производства стали; 2. Снижение потерь оборотной технической воды до 50 тыс. m^3 в год и уменьшение общего потребления оборотной технической воды в производстве г/к листопроката; 3. Уменьшение общих землеотводимых площадей для хранения твердых техногенных отходов; 4. Оздоровление экологической обстановки региона; 5. Возврат в металлооборот комбината до 100 тыс. тонн в год металла в виде железосодержащего сырья; 6. Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии промышленного рециклинга водомаслоокалиносодержащих техногенных отходов (шламов) – 20,1 млн. руб в год. 7. Срок окупаемости – до 0,5 года.

Схема системы очистки воды от водомаслоокалиносодержащих отходов (ВМО) представлена на рис.2. Вода, загрязненная на стане горячей прокатки ВМО и посторонними маслами, поступает в бак модуля полнопоточной очистки (МПО), основными элементами которой является кассетный магнитный сепаратор и флотатор. В МПО происходит флотация посторонних масел и среднедисперсных (10 – 40 мкм) частиц ВМО, а также магнитная сепарация ВМО размерами более 5 мкм. Удаление масляных пленок и окалиносодержащей пены, образующейся в результате флотации, осуществляется вращающимся барабаном.

Для предотвращения накопления ВМО в воде осуществляется её очистка в модуле глубокой очистки (МГО), основными элементами которой является кассетный магнитный сепаратор тонкой очистки и флотатор с производительностью 2 % от общего объема системы. Данный модуль отбирает часть объема воды, очищенной в МПО, и осуществляет её глубокую очистку по внутреннему циклу, что обеспечивает поддержание концентрации ВМО и посторонних масел в воде на требуемом уровне.

Сущность необходимых для этого мероприятий пояснена на рис. 1,2, 3 и в описании к ним.



Рис. 1. Блок – схема промышленного рециклинга железосодержащих отходов на основе прокатной окалины

Удаленные флотацией посторонние масла могут быть отправлены на установки по регенерации отработанных масел.

Сбор удаленных ВМО с модулей полнопоточной и глубокой очистки воды осуществляется конвейером, который отправляет её на линии по утилизации техногенных ВМО.

В состав линии по утилизации техногенных ВМО входят четыре основных модуля (рис.2, 3), где осуществляются следующие технологические операции:

1. Подготовка пульпы – заключается в интенсивном перемешивании ВМО с целью образования гомогенной основы. Пульпа насосом из смесителя перекачивается в реактор.

2. Реагентная обработка пульпы – производится с целью разложения устойчивой механической пульпообразной смеси. Используется химический реагент – ДОР-21. Обработка осуществляется в подогретом состоянии при интенсивном перемешивании.

3. Первичная десорбция – твердая механическая смесь из реактора поступает во флотационную установку, где в условиях интенсивного воздушного эжектирования, осуществляется отделение свободной фракции масла (использован маслоотъемный барабан).

Влаго-(вода) содержащая окалина драгой и транспортной конвейерной системой передается на позицию удаления связанных остаточных фракций воды и масла.

4. Термическая десорбция – производится по испарительной технологии в барабанный вращающийся сушильный установке, при этом для повышения эффективности сушки прокатная окалина находится в состоянии, моделирующем эффект псевдокипения. Установка содержит систему газоочистки; работает по эффекту рекуперации. Конденсаторные элементы установки осуществляют выделение из газообразных продуктов сушки – воды (направляется в систему оборотного технического водоснабжения) и масло (на утилизацию).

Получаемая обезвоженная (0 % воды) и обезмаслянная прокатная окалина (0 ... 1 % масла) поступает на технологический комплекс получения плотноупакованных брикетов с последующим их использованием в конвертерном производстве при плавке стали.

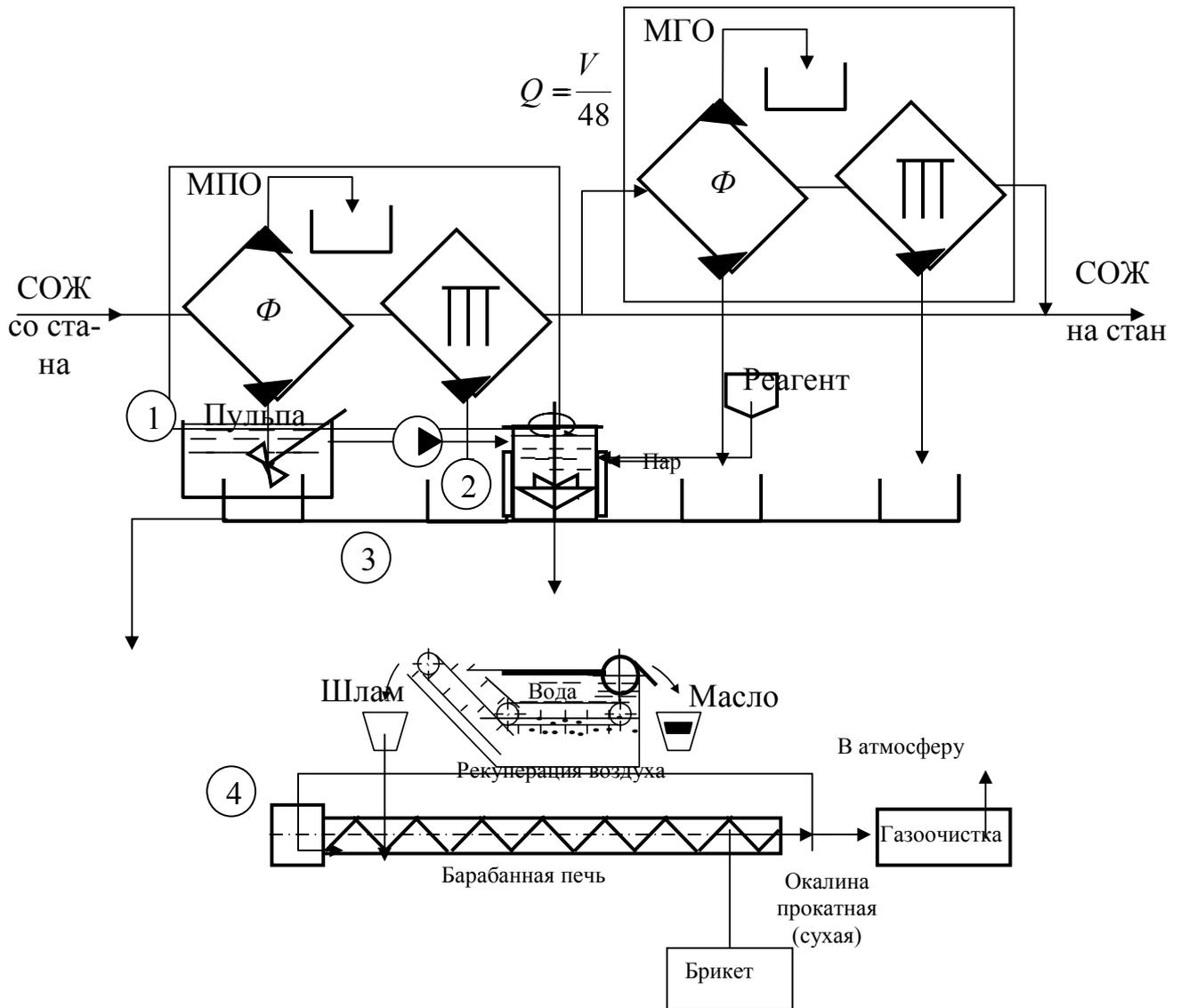


Рис.2. Схема промышленного рециклинга водомаслоокалиносодержащих отходов в горячекатаном производстве

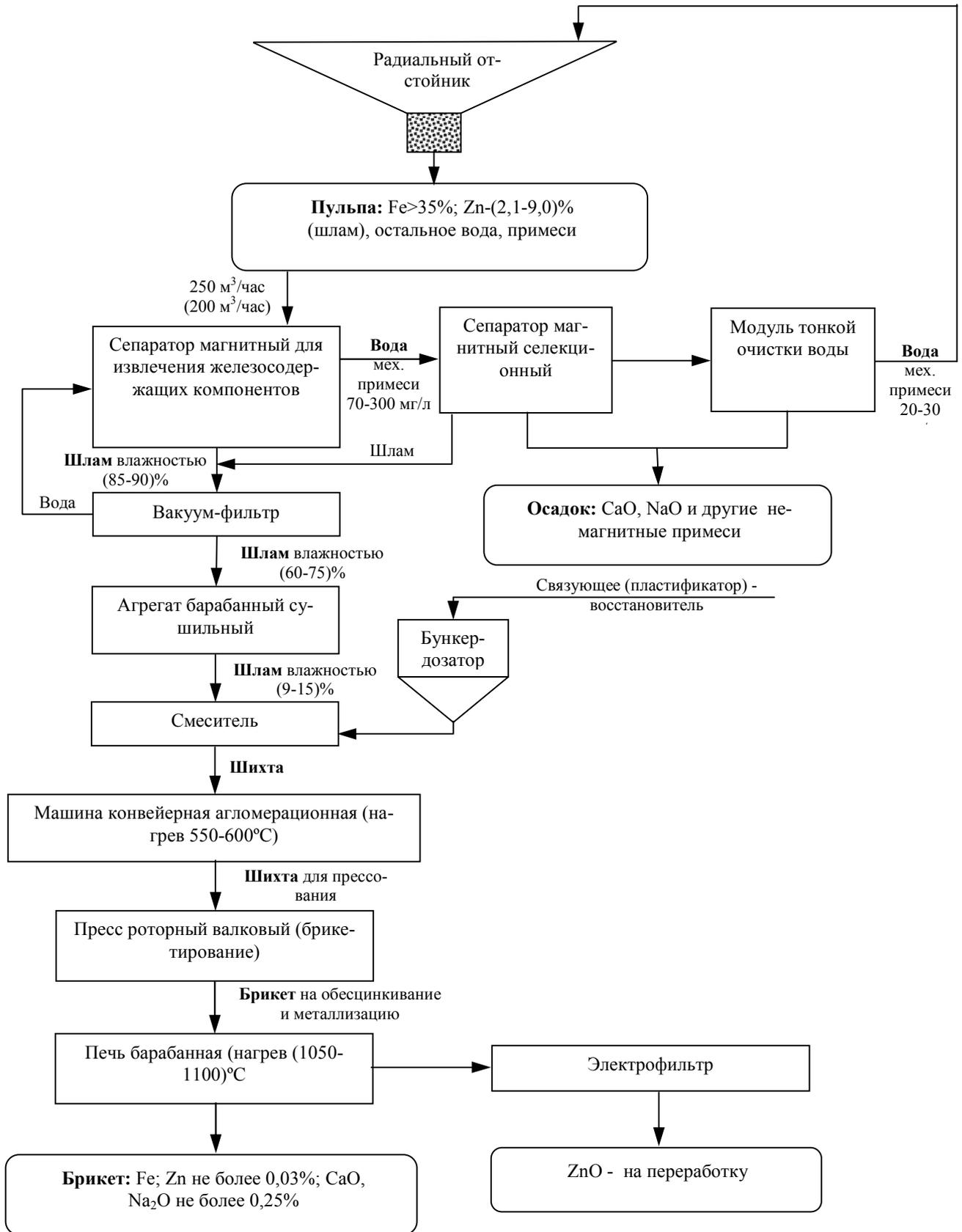


Рис. 3 Технология получения железосодержащих металлизированных брикетов из шламовой пульпы газоочисток доменных печей

Литература

1. Кокорин В.Н. К стадийности прессования двухкомпонентных смесей с различным агрегатным состоянием / В.Н. Кокорин, М.В. Кокорин // Вестник УлГТУ.– 2002. – №1. – С. 38 – 41.
2. Радомысельский И.Д. Некоторые особенности уплотнения порошков на разных стадиях прессования. / И.Д. Радомысельский, Н.И. Щербань // Порошковая металлургия.–1980.– №11.– С. 12 – 19.