

УДК 669.054.8

Маслов В.А.¹, Трофимова Л.А.², Дан Л.А.³

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ ДИСПЕРСНЫХ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

На основании обобщения результатов проведенных ранее экспериментов предложена и реализована в опытных условиях общая технологическая схема комплексной переработки дисперсных железобитумных отходов металлургического производства

Предприятия металлургической отрасли были и пока остаются одним из основных источников отходов, занимающих значительные территории под отвалами и загрязняющих воздушный и водный бассейны.

Дисперсные железобитумные отходы (ЖГО) образуются на всех стадиях передела чугуна. Их образование связано со снижением растворимости углерода при понижении температуры и рядом других процессов, протекающих в жидком чугуне [1, 2].

Проблема утилизации накопившихся промышленных отходов в черной металлургии остается пока нерешенной, несмотря на принимаемые различные меры. По данным НПО «Энергосталь» ресурсы железобитумных отходов по предприятиям черной металлургии стран СНГ оцениваются в количестве не менее 4,0 млн. тонн, в том числе 80 % отделений десульфурации и миксерные, 7 % канавные, 9 % ковшевые и т.д. Выход дисперсных ЖГО составляет до 600 г/т чугуна [2].

В отечественной промышленной практике ЖГО используют лишь на ОАО «Маркограф» при производстве аккумуляторного графита, графитовых смазок и коллоидных графитовых препаратов [3]. Предложено использовать ЖГО в качестве добавок в аглошихту и при получении окатышей и брикетов [4 – 6]. В литейном производстве на основе ЖГО возможно изготавливать противопопригарные краски [7]. Таким образом, существующие в настоящее время способы переработки железобитумных отходов не охватывают все возможные области применения продуктов, для которых они могут являться сырьем.

Вместе с тем, имея в своем составе графит, металлическое железо и его оксиды, ЖГО после их физико-химической обработки могут быть сырьем для получения новых материалов, обладающих ценным комплексом электрофизических свойств. Поэтому особо актуальны работы, направленные на создание новых высокотемпературных технологий переработки железобитумных отходов металлургического производства в новые материалы с заданным комплексом свойств. Так как объемы использования полученных материалов невелики, а возможных направлений их использования несколько, то технологическая схема должна быть универсальной. Она должна предоставлять возможность получения в небольшом объеме различных видов продукции.

¹ПГТУ, д-р техн. наук, проф.

²ПГТУ, канд. техн. наук, ст. препод.

³ПГТУ, канд. техн. наук, доц.

Целью настоящей работы была разработка технологических принципов комплексной переработки дисперсных ЖГО металлургического производства.

В основу общей технологической схемы были положены результаты исследования строения и свойств железографитовых отходов, а также исследованные закономерности превращений, происходящих в дисперсных ЖГО при их высокотемпературной восстановительной обработке [8 – 11]. Исходя из того, что основная часть оксидов железа содержится во фракции менее 160 мкм, а основная доля графита содержится во фракции более 160 мкм (рис. 1) предложено производить рассев на две фракции, а именно, +160 мкм и –160 мкм. Общая схема и параметры звеньев технологического процесса переработки ЖГО определяются заданным уровнем электрофизических свойств конечного продукта, названного нами «графит магнитный».

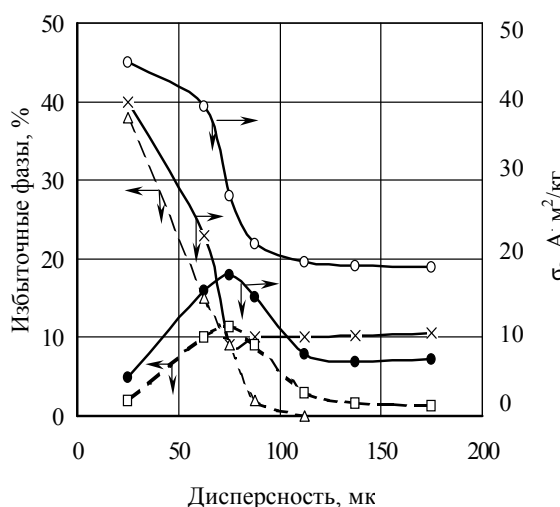


Рис. 1 – Состав и удельная намагниченность насыщения исходных ЖГО: ○ – ЖГО; ● – Fe_{мет.}; x – Fe₃O₄; Δ – Fe₂O₃; □ – FeO

На рис. 2 приведена обобщенная схема технологии переработки исходных ЖГО в графит магнитный.

Исходным пунктом технологической схемы является приемный бункер (1), объем которого должен быть не менее объема разового поступления ЖГО. Так как перевозка материала осуществляется главным образом автомобильным транспортом, то емкость бункера (1) должна быть не менее 7 – 9 тонн.

Учитывая неоднородность ЖГО различных источников, как по химическому, так и по гранулометрическому составу отходы должны подвергаться рассеву (2), размолу (3) и усреднению (5) и (6).

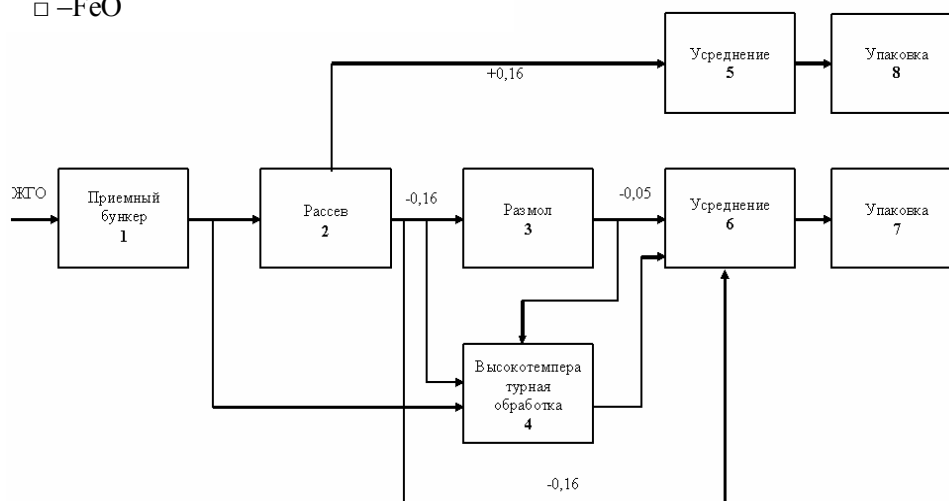


Рис. 2 – Общая технологическая схема переработки дисперсных ЖГО

Фракция ЖГО +160 мкм может быть использована непосредственно без дальнейшей обработки в качестве противопригарного припыла для литейных форм, а также в качестве сырья для извлечения графита [3]. Фракция –160 мкм обладает более высокими магнитными свойст-

вами и может быть использована как исходный материал для дальнейшей высокотемпературной обработки с целью улучшения уровня этих свойств [9, 10, 12]. Стабилизация свойств, как исходного материала, так и конечного продукта обеспечивается путем усреднения (5) и (6).

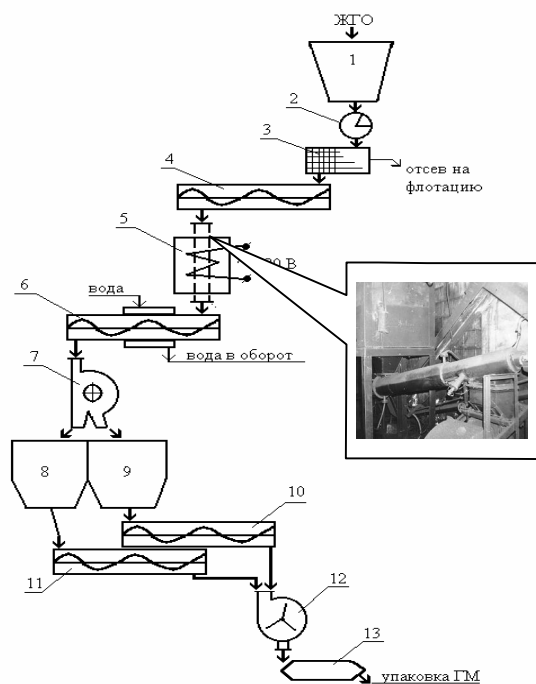
Для получения фракции ЖГО менее 50 мкм в технологической схеме предусмотрена операция размола (3), после которой полученный материал (–50 мкм) также направляется в усреднитель (6).

Повышение уровня магнитных свойств железографитовых отходов связано с выполнением высокотемпературной обработки (4).

Высокотемпературная обработка является наиболее действенным методом повышения магнитных свойств исходного материала. Она может осуществляться двумя путями: путем магнетирующего обжига, результатом которого является максимально возможное количество магнетита (Fe_3O_4), образующегося в ЖГО [9, 12]. Второй путь – восстановительная обработка до металлического железа путем карботермического самовосстановления [10]. По технологической схеме рис. 2 высокотемпературной обработке могут подвергаться как исходные ЖГО, так и продукт после отсева и размола.

Таким образом, технологическая схема с большим количеством связей позволит получить продукт (магнитный графит) с различными электрофизическими свойствами и практически немагнитный материал, содержащий большое количество графита. Оптимальный вариант технологической схемы может быть найден при проверке ее в опытно-промышленных условиях.

В соответствии с изложенными соображениями, на ОАО «Маркограф» (г. Мариуполь) была смонтирована опытно-промышленная линия комплексной переработки дисперсных ЖГО ОАО «МК «Азовсталь». Ее схема приведена на рис. 3. Линия включает в себя бункер приемный (1) емкостью 5 м³. Затвор шлюзовой (2) служит для периодической дозированной выдачи ЖГО из приемного бункера; сито «Бурат» (3) – для разделения исходного материала по фракциям. На сите установлена сетка с ячейкой 0,16 мм. Плюсовая фракция отсеянных ЖГО поступает во флотационную машину, а минусовая при помощи шнека-питателя (4) – в вертикальную печь (5) для высокотемпературной обработки.



Печь состоит из трубы-реактора с внутренним диаметром 210 мм, с толщиной стенки 8 мм изготовленного из нержавеющей стали, помещенного в кирпичную кладку. Длина части реактора, находящегося в печи, 3 м; над печью реактор выступает на 1 м. Реактор позволяет обрабатывать материал в движении по трем режимам: в режиме плотного движущегося слоя; в режиме гравитационно-падающего слоя; в режиме комбинированного движения, когда часть реактора материал проходит в режиме гравитационно-падающего слоя, а оставшуюся часть – в режиме плотного движущегося.

Рис. 3 – Технологическая схема экспериментально-производственного участка

Режим движения материала в печи определяет соотношение производительности

шнека-питателя и шнека-холодильника (6) на выходе из реактора, при помощи которого обработанный материал выгружается из печи, одновременно охлаждается до 60 – 40 °С. Для этого рабочую камеру шнека поместили в водяную рубашку.

Сепаратор магнитный (7) служит, при необходимости, для разделения готового материала на магнитную и немагнитную фракции. Рассеянный материал попадает в два бункера: (8) – бункер немагнитной фракции и (9) – бункер магнитной фракции. Из этих бункеров с помощью шнека (10) (шнек подачи магнитной фракции) и шнека (11) (шнек подачи немагнитной фракции) магнитная и немагнитная фракции продукта подаются на дозатор-весы (12). Дозатор-весы служат для дозированной подачи обработанного материала в смеситель-усреднитель (13) роторного типа. Смеситель-усреднитель служит для смешения в необходимой пропорции магнитной и немагнитной фракций обработанного материала. Количество той и другой устанавливается в зависимости от заданного уровня магнитных свойств готового продукта.

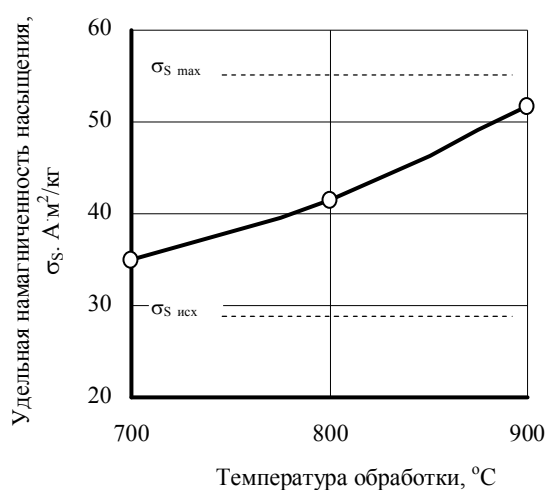


Рис. 4 – Результаты обработки ЖГО на опытно-промышленной установке

Готовый продукт упаковывается в бумажные мешки.

Запуск участка в эксплуатацию для подтверждения его работоспособности предварили серией экспериментов. ЖГО фракцией – 160 мкм (с исходной удельной намагниченностью насыщения 28 А·м²/кг) в режиме гравитационно-падающего слоя пропустили через реактор, нагретый до различной температуры: 700, 800 и 900 °С. На рис. 4 приведены результаты экспериментов по обработке ЖГО на опытно-промышленной установке. Из рисунка видно, что магнетизирующая обработка ЖГО в режиме гравитационно-падающего слоя при температуре 900 °С обеспечивает степень превращения более 94 %, что свидетельствует о работоспособности установки.

Выводы

1. Сформулированы и практически реализованы основные положения нового направления комплексной переработки дисперсных железуграфитовых отходов металлургического производства в графит магнитный, позволяющей использовать все содержащиеся в них компоненты.
2. Предложенная технологическая схема позволяет получить графит магнитный разной дисперсности с различными электрофизическими свойствами с использованием магнетизирующего обжига и карботермического самовосстановления, что является весьма важным при создании новых видов композиционных материалов с заданным комплексом свойств.

Перечень ссылок

1. *Кравец В.А.* Подавление бурого дыма при переливах чугуна / *В.А. Кравец*. – Донецк: УкрНТЭК, 2002. – 186 с.
2. Утилизация пылей и шламов в черной металлургии / *А.И. Толочко, В.И. Славин, Ю.М. Супрун, Р.М. Хайрутдинов*. – Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1990. – 152 с.
3. *Лобас М.Я.* Промислове виробництво графіту та графітових препаратів на Маріупольському графітовому комбінаті / *М.Я. Лобас, М.В. Кабанов, В.О. Маслов* // Хімічна промисловість України. – 1994. – № 4. – С. 49 – 54.
4. *Мещерякова Н.И.* Утилизация железосодержащих отходов при производстве окатышей за рубежом / *Н.И. Мещерякова, О.Ф. Корякова* // Бюллетень ЦНИИЧМ. – 1985. – № 9. – С. 8 – 15.
5. Железоуглеродистый брикет оптимального состава / *В.В. Ожогин, В.В. Климанчук, И.Н. Фентисов, А.А. Томаш, С.Г. Чернова* // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2004. – Вип. 14. – С. 26 – 29.
6. Изучение восстановимости шламоуглеродистых брикетов / *В.В. Ожогин, О.В. Жерлицина, С.Г. Чернова, И.М. Олейник* // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2004. – Вип. 14. – С. 30 – 33.
7. Скребцов А.М. Влияние различных компонентов смазок чугунных изложниц на взаимодействие ее с поверхностью стального слитка / *А.М. Скребцов, Л.А. Дан, Б.А. Павлюк* // Процессы разлива стали и качество слитка: Сб. науч. тр. / АН УССР ИПЛ. – Киев, 1989. – С. 107 – 109.
8. *Маслов В.А.* Морфология и микроструктура частиц железографитовых отходов металлургического производства // *В.А. Маслов, Л.А. Трофимова, Ю.П. Пустовалов* // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2002. – Вип. № 12. – С. 71 – 75.
9. *Маслов В.А.* Магнетизирующий обжиг железографитовых отходов в плотном движущемся слое / *В.А. Маслов, Л.А. Трофимова, Ю.П. Пустовалов* // Вестник Призов. гос. техн. ун-та. – Маріуполь, 1999. – Вып. № 8. – С. 29 – 31.
10. *Маслов В.А.* Исследование кинетики карботермического самовосстановления железографитовых отходов металлургического производства / *В.А. Маслов, Л.А. Трофимова* // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2004. – Вип. № 14. – С. 41 – 43.
11. *Маслов В.А.* Динамика движения и нагрева дисперсных железографитовых отходов в гравитационно-падающем слое / *В.А. Маслов, Л.А. Трофимова, Л.А. Дан* // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2006. – Вип. № 16. – С. 63 – 67.
12. *Маслов В.А.* Влияние магнетизирующего обжига на свойства магнитного графита / *В.А. Маслов, Е.М. Мирошникова* // Порошковые магнитные материалы: Сб. науч. тр. / АН УССР, Ин-т проблем материаловедения им. И.Н. Францевича. – Киев, 1990. – С. 10 – 14.

Рецензент: А.М. Скребцов
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 01.02.2008