

ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ БРИКЕТИРОВАНИЯ*С.Н. Федосеев, асс., А.В. Дмитриева, ст. гр. 10А22**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского**Томского политехнического университета**652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26**E-mail: fedoseevsn@list.ru*

На территории Российской Федерации ежегодно образуется около 7 млрд. т. отходов, при этом вторично используется только 28 % из них. Большая часть металлургических отходов не находит применения и отправляется в отвалы и хвостохранилища. Между тем значительная часть железосодержащих отходов по содержанию железа сравнима с рудными концентратами и является ценным сырьем для металлургической промышленности. Окалина прокатного и кузнечного производств может содержать до 55–60 % Fe.

Однако низкая газопроницаемость данного сырья не позволяет эффективно использовать его в качестве продукта, готового к вторичному использованию, поэтому для предварительной обработки таких отходов используют в основном традиционные способы – окомкование и агломерацию. Помимо традиционных, перспективным способом переработки железосодержащих отходов является брикетирование. Данный способ наиболее универсален и позволяет использовать в качестве сырья различные типы отходов, такие как кузнечная и прокатная окалина, металлическая стружка, пыль установок газоочистки и пр.

Разработан новый брикетированный шихтовой материал – оксидоугольный брикет (ОУБ), получаемый из отходов металлургического производства: прокатной и термической окалины, пыли системы газоочистки и т. п. Процесс брикетирования позволяет контролировать технологические свойства конечного продукта при изготовлении.

Практика показывает, что в металлургии брикетирование мелкодисперсных материалов – наиболее универсальный способ переработки ценных железосодержащих отходов производства, мало пригодных для непосредственного использования в процессе выплавки. Из-за низкой газопроницаемости неокускованное сырье не может служить в качестве готового вторичного продукта.

Известны способы производства брикетов с применением портландцемента как связующего компонента. Ряд металлургических предприятий России и стран СНГ используют такие брикеты, хотя они обладают невысокой восстановимостью. Кроме того, брикетирование с цементной связкой приводит к увеличению количества шлака, обусловленному высоким содержанием CaO и SiO₂.

В зависимости от состава и назначения брикеты подразделяют на следующие виды: брикет оксидоугольный самовосстанавливающийся (БОУС); брикет оксидоугольный офлюсованный (БОУФ); брикет оксидоугольный металлизированный (БОУМ).

ОУБ изготавливают с применением многокомпонентного связующего вещества, которое предотвращает разрушение брикета на начальном этапе плавки и обладает свойствами, благоприятными для максимального восстановления железа из оксидов и науглероживания расплава, схема производства представлена на рис. 1.

Химический состав брикетов получаемых методом холодного брикетирования, представлен в табл. 1

Таблица 1

Характеристики получаемых брикетов

Вид брикета	Химический состав, %							Насыпная масса, кг/м ³
	Fe	C	S	P	Пустая порода			
					Всего	CaO	SiO ₂	
БОУС	54–60	12–46	0,01–0,04	0,03	6–12	3–4	3–7	2 500–3 500
БОУФ	54–60	12–46	0,01–0,04	0,03	15–25	10–15	3–7	2 500–3 500
БОУМ	76–90	1–12	0,01–0,02	0,03	6–12	3–4	3–7	1 900–2 200

Связующим компонентом служат жидкое стекло и смесь оксидов на силикатной основе. Жидкое стекло играет роль первичной связки, придающей брикетам после сушки прочность, достаточную для их хранения, транспортировки и заправки в печь. Вторичная связка – это система на силикатной основе SiO₂–B₂O₃–CaO–K₂O, которая сохраняет прочность брикета при температурах 1300–1450 °С, придавая ему вязкость, и препятствует преждевременному разрушению при плавке. Связующее также способствует максимизации действия углерода при восстановительном и науглероживающем

процессах. Развитая реакционная поверхность компонентов ОУБ обеспечивает высокую скорость восстановления железа из оксидов.

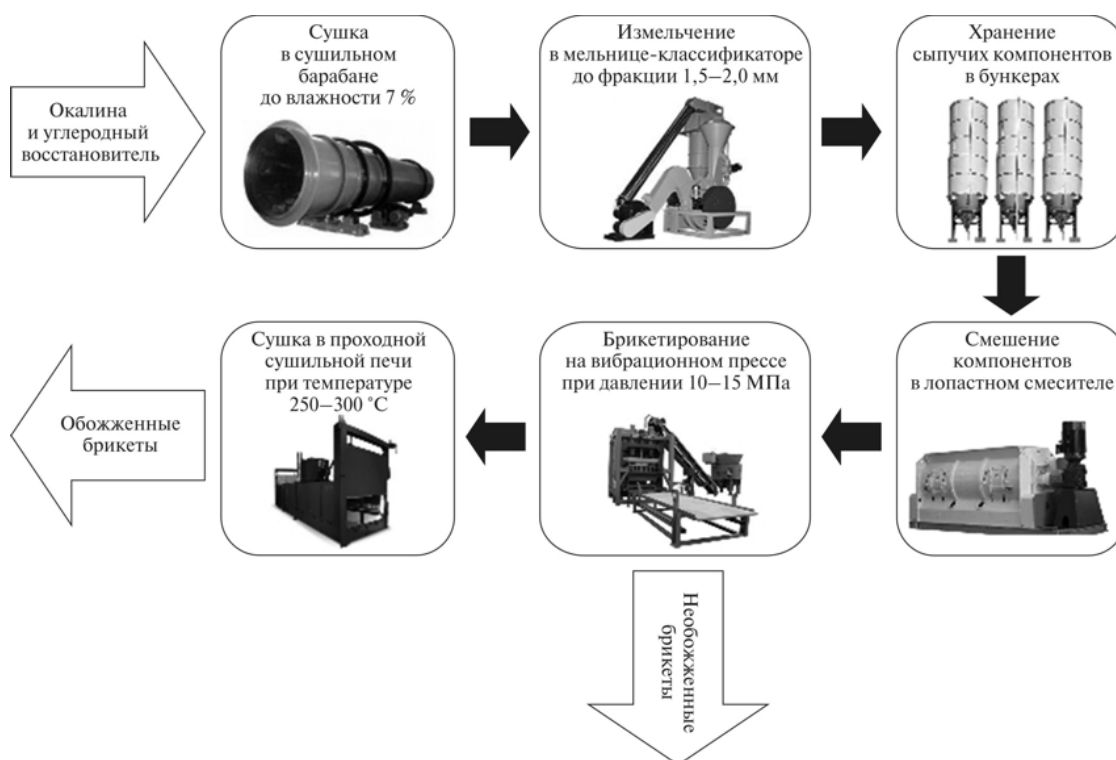


Рис. 1. Технологическая схема производства брикетов

В состав брикетированной шихты входят 70–75 мас. % железосодержащего вещества (окалина, пыль системы газоочистки и пр.) и твердофазный восстановитель в количестве, необходимом для полного восстановления железа и науглероживания расплава. В качестве восстановителя можно применять различные углеродсодержащие материалы, например отходы электродного производства, коксовую мелочь, бой графитовых блоков.

Исходное сырье (оксидсодержащие отходы) и восстановитель подсушивают до влажности ~7 % и размалывают до фракции 1,5–2,0 мм. Для сушки и помола целесообразно использовать барабанные сушилки и шаровые мельницы. Материалы для приготовления смеси (окалину, углерод, связку, шлакообразующие материалы и др.) из промежуточных бункеров подают через дозаторы шнековыми транспортерами в лопастные смесители непрерывного действия. Туда же направляют жидкое стекло.

После перемешивания подготовленную смесь транспортером перемещают на формовку брикетов в прессовом оборудовании при давлении 10–15 МПа. Сырые брикеты транспортером подают в проходную сушильную печь, где сушат отходящими газами обжиговой печи или печей сушки материалов при температуре 250–300 °C в течение 3–4 ч. После сушки ОУБ служат компонентом шихты для выплавки стали и чугуна.

Разработанная технология реализована при производстве ОУБ, применяемых в опытных и промышленных плавках:

- в электродуговых и индукционных печах емкостью от 0,5 до 150 т на ОАО ВМЗ «Красный Октябрь», ОАО «Тракторная компания «ВгТЗ»;
- печах садкой емкостью 280 т на Таганрогском трубном заводе.

Применение брикетов позволяет создать и поддерживать в печи восстановительную атмосферу в течение всего периода плавления, что обеспечивает благоприятные условия протекания восстановительного периода плавки с получением восстановительного шлака с низким содержанием FeO.

Использование окалины различного происхождения увеличивает содержание железа в брикете, а также обуславливает появление в металле полезных примесей: Cu, Ni, Cr, Mn и др.

Шламы газоочисток содержат меньшее количество железа, поэтому их целесообразно утилизировать вместе с окалиной.

В процессе выплавки стали при применении ОУБ наблюдали увеличение содержания диоксида серы и фтороводорода в атмосфере газовой печи. В период плавления их количество составляло в среднем 15–25 %. Также зафиксирован рост выбросов азота (около 83 %). Процессы восстановления в самом брикете ведут к образованию повышенного количества монооксида углерода, который выступает в качестве основного восстановителя оксидов железа в ОУБ. Полное сгорание выделяющегося СО обеспечила установка газокислородных горелок. Их применение положительно влияет на технико-экономические показатели плавки, интенсифицирует процесс и решает проблему утилизации СО.

За счет создания восстановительной атмосферы в печи выбросы тяжелых металлов (Ni, Cr, Fe, Mn, V и др.) в период плавления снижаются. Их исследования проводили при применении ОУБ в печи ДСП-25.

При использовании брикетов выбросы тяжелых металлов в период плавления уменьшились в среднем на 29 %. Выбросы Mn снизились на 9,0 %, Ni – на 24,9 %, Fe – на 28,9 %, V – на 49,7 %, Cr – на 100 %. Выбросы Cu увеличились на 12,7 %.

При серийных плавках и плавках с брикетами выбросы оксидов железа в период плавления (около 15 мин) были одинаковы. Примерно к 30-й минуте объем выбросов достигал максимальной величины, на 35-й минуте он составил 500 мг/с. Отсутствие пиковых объемов выбросов железа в плавках с брикетами обусловлено интенсификацией реакций восстановления в ОУБ, что образует восстановительную атмосферу в газовом пространстве печи.

Результаты опытных плавки с применением ОУБ показали, что общие газовые выбросы в атмосферу снижаются в 2 раза. Кроме того, наблюдалось уменьшение угара и выбросов тяжелых металлов в атмосферу, что также было следствием наличия восстановительной атмосферы в печи и раннего появления жидкого металла и шлака. Последнее положительно сказалось на образовании и горении электрической дуги и обеспечило ее стабилизацию.

Применение ОУБ позволило снизить угар металлошхты на 30 %. По сравнению с обычными плавками общее количество металлошхты уменьшилось в среднем на 5,0 %, а период плавления для электродуговых печей сократился на 15–30 мин. За счет сокращения длительности плавки и увеличения выхода годного металла производительность электродуговой печи увеличилась в среднем до 10 %.

Выводы

1. Технология производства ОУБ может быть реализована на металлургических производствах любого масштаба.

2. Применение предлагаемой технологии производства ОУБ позволяет утилизировать практически любые виды железосодержащих отходов и углеродсодержащих материалов.

3. Использование в составе шхты ОУБ, которые содержат минимальное количество вредных примесей, повышает качество выплавляемого металла.

Литература

1. Оганян Л.А., Федосеев С.Н. Технология получения комплексного металлургического сырья из железо- и углеродсодержащих отходов // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 17-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 274-277
2. Федосеев С.Н. Комплексная переработка отходов железа предприятий черной металлургии // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 17-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 244-247
3. Технология холодного брикетирования // [Электронный ресурс] – Режим доступа http://briket.ru/newpublications/holodnoe_briketirovanie.html
4. Использование твердых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://studopedia.ru/1_123172_ispolzovanie-tverdih-othodov-v-kachestve-vtorichnih-energeticheskikh-resurov-ver-i-vtorichnih-materialnih-resurov-BMP.html
5. Равич Б.М. Брикетирование в цветной и черной металлургии. – М.: Металлургия. 1975 – 232 с.
6. Гоник И.Л., Лсмякин В.П., Новитский Н.А. Особенности применения брикетируемых железосодержащих отходов // Металлург. – 2011. – № 6 – С. 36–38.