

Секция 4: Проблемы экологии и экономики в машиностроении

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.

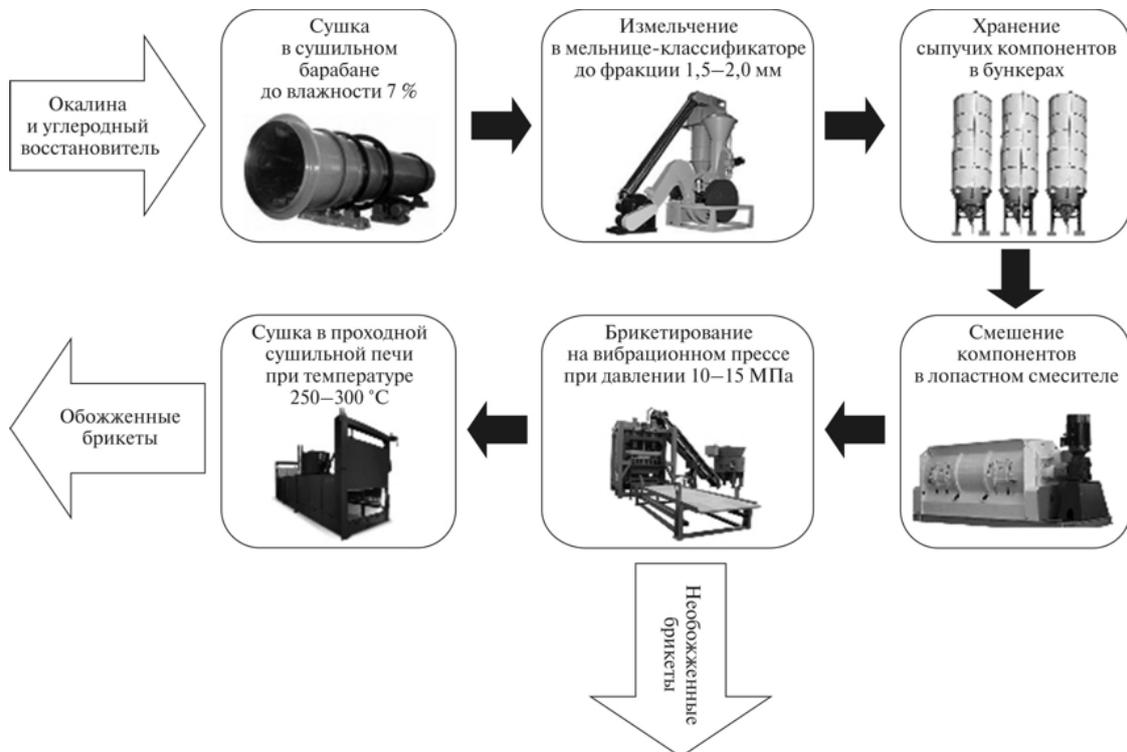


Рис. 1. Технологическая схема производства брикетов

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 °С 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.