

УДК 669.1:622.788.32

МЕТОД ХОЛОДНОГО БРИКЕТИРОВАНИЯ — СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ РЕЦИКЛИНГА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

И. Л. ГОНИК, канд. техн. наук, gonilc@vstu.ru; Н. А. НОВИЦКИЙ, В. А. СОЛОВЬЕВ

(Волгоградский государственный технический университет)

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. Примером могут служить данные по количеству выбросов на Западно-Сибирском металлургическом комбинате. Данные по количеству образующихся на предприятии твердых железосодержащих отходов, среди которых объем прокатной окалины составляет около 80 %, приведены ниже:

Источники образования железосодержащих отходов	Объем железосодержащих отходов, тыс. т
Окалина МНЛЗ	22,5
Шламы газоочистки	31,25
Окалина прокатного производства	203,75

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. [1].

Брикет является новым шихтовым материалом и представляет собой прессованный железосодержащий материал и восстановитель (графит, коксовая мелочь, отходы электродного производства). Количество железосодержащего материала, вводимого в брикет, зависит от типа отходов и может составлять до 90 % массы брикета.

Углеродсодержащее вещество вводится в количестве, необходимом для полного восстановления железа и науглероживания расплава. В сталеплавильном процессе брикеты также могут использоваться и для науглероживания расплава. Производственный опыт ряда российских и зарубежных металлургических предприятий показывает, что брикетирование мелкодисперсных материалов в металлургии — наиболее универсальный способ переработки ценных железосодержащих отходов производства, малопригодных для непосредственного использования в процессе выплавки.

На кафедре «Технология материалов» Волгоградского государственного технического университета разработан оксидоуглеродный брикет (ОУБ), состоящий из твердых железосодержащих отходов и углеродного компонента. Брикет содержит 75-80 % прокатной окалины, 15-20 % электродного боя в качестве восстановителя и 5 % связующего вещества [2]. В качестве железосодержащего компонента использовали прокатную окалину ЗАО "ВМЗ "Красный Октябрь", состав которой представлен ниже, %:

Fe _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	P	S
72,49	56,3	41,0	0,009	0,008

Для обеспечения в брикете требуемой механической прочности использовали два типа связующих: первичное — жидкое стекло, которое обеспечивает механическую прочность после прессования, и вторичное, комплексное связующее вещество на силикатной основе SiO₂-B₂O₃-CaO-K₂O, которое придает прочность

брикету после обжига [3]. Вторичное связующее также способствует максимальному взаимодействию компонентов брикета между собой при протекании восстановительного процесса.

Особенность свойств связующего вещества заключается в следующем:

- при нагреве брикета в интервале температур 750-950 °С связующее представляет собой стекловидную газоплотную массу;

- данное вещество сохраняет такую вязкую структуру до температур 1300-1450 °С, вследствие чего оно способствует максимальному взаимодействию углерода при прохождении восстановительного процесса внутри брикета благодаря обеспечению контакта реагирующих веществ внутри брикета до начала расплавления:

- герметизация брикета с помощью связующего на начальных этапах нагрева обеспечивает взаимодействие кислорода в порах брикета с углеродсодержащим компонентом и как следствие создаёт условия для образования монооксида углерода;

- связующее вещество способствует раннему наведению жидкоподвижного шлака.

Для определения прочности брикетов на сжатие были проведены испытания в соответствии с методиками, применяемыми для угольных брикетов [4]. Для этого была изготовлена серия образцов с различным составом. Также для проведения испытаний была изготовлена серия брикетов с различным содержанием связующего вещества. Компонентный состав образцов и результаты проведенных исследований представлены в таблице.

ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ ОБРАЗЦОВ БРИКЕТОВ

Компонентный состав, %			Прочность на сжатие, МПа	
углерод	окалина	связующее вещество	сушка (200 °С)	обжиг (800 °С)
-	97	3	11,3	38,8
2	95	3	9,2	34,2
5	92	3	6,2	27,0
7	90	3	4,7	22,5
10	87	3	3,5	16,2
14	71	5	-	13,2
13	72	10	-	28,6
12	73	15	-	32,1
10	70	20	-	38,3

Изготовленные по данной перспективной технологии брикеты применялись в опытных и промышленных плавках в электродуговых, индукционных и мартеновских печах на ряде промышленных предприятий. Применение ОУБ позволило улучшить экологическую обстановку в промышленных регионах, а также повысить общую эффективность ресурсосбережения в металлургической отрасли [5].

ОУБ изготавливаются следующим образом: окалину и восстановитель сушат до влажности 7 % и размалывают до фракции 1,0 мм. Для помола и сушки можно применять типовое оборудование цементной и горнодобывающей промышленности — барабанные сушилки и шаровые мельницы. Подготовленные таким образом материалы накапливаются в промежуточных бункерах, откуда подаются в смесители одновременно со связующими веществами. После перемешивания подготовленная смесь транспортером подается на формовку брикетов с давлением прессования 10-15 МПа, затем брикеты загружают в нагревательное устройство с температурой 180-200 °С, где они выдерживаются в течение 3-4 ч, после чего ОУБ подвергают обжигу при температуре 700-800 °С. После обжига металлизированные

брикеты готовы к непосредственному использованию в сталеплавильном агрегате [6].

Экспериментальные плавки в промышленных печах подтвердили возможность применения брикетов и в качестве науглероживающей части шихты, при этом дополнительный углерод для науглероживания металла не вводился. Эффективность науглероживания: 1 т брикетов примерно эквивалентна 1,5-2,0 т передельного чугуна. Выход восстановленного железа — 50 % массы загружаемых в печь брикетов. Создание внутри брикета атмосферы, способствующей газификации углерода, входящего в его состав, и образование СО позволили создавать и поддерживать в печи восстановительную атмосферу на начальных этапах плавки. Брикетирование является оптимальным видом окускования для большинства типов отходов. Использование окалины различного происхождения увеличивает содержание железа в брикете. При использовании шламов газоочисток содержание металла в брикетах уменьшается, однако совместное использование в брикете шламов и окалины решает вопросы утилизации вновь образующихся и ранее накопленных шламов.

Использование для изготовления брикетов чугуновой стружки сопровождается ее повышенным угаром, в связи с чем введение совместно со стружкой 3-5 % С обеспечивает практически 100 % ее использования. Аналогичные результаты достигаются при использовании в брикетах металлургических шлаков.

Изменение самой технологии выплавки стали с использованием брикетов, совмещающей в себе сталеплавильное и доменное производства, ведет к увеличению некоторых выбросов в атмосферу.

Наиболее значительно увеличиваются выбросы СО. Применение газокислородных горелок для интенсификации процесса плавления металлошихты обеспечивает полное сгорание выделяющегося СО, что решает экологические проблемы и улучшает технико-экономические показатели плавки.

Выводы

1. Благодаря применению многокомпонентной оксидной системы в качестве связующего компонента ОУБ обеспечивается максимальная степень восстановления железа в брикете в условиях технологического нагрева.
2. Представленная технология производства ОУБ может быть реализована на металлургическом производстве любого масштаба и позволяет использовать практически любые виды твердых железосодержащих отходов и углеродсодержащих материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Равич Б. М. Брикетирование в цветной и черной металлургии. — М.: Металлургия. 1975. — 232 с.
2. Пат. 2102494 РФ, МПК 6 С 21 В 11/00, 13/00. Способ получения чугуна и стали в металлургических агрегатах / Е. Е. Агеев, Ю. А. Бондарев, В. Г. Булгаков и др. ВолгГТУ. 1998.
3. Пат. 2083681 РФ, МПК С 21 С 5/06, С 22 В 1/24, 1/242. Брикет для производства чугуна и стали / Е. Е. Агеев, Ю. А. Бондарев, В. Г. Булгаков и др. ВолгГТУ. 1997.
4. ГОСТ 21289-75. Брикеты угольные. Методы определения механической прочности.
5. Технологические свойства оксидоуглеродных брикетов с комплексным связующим / И. Л. Гоник, О. П. Бондарева, Н. А. Новицкий, А. Г. Тюпина // Металлург. 2012. № 8. С. 35-38.
6. Гоник И. Л., Лсмякин В. П., Новицкий Н. А. Особенности применения брикетируемых железосодержащих отходов // Металлург. 2011. № 6. С. 36-38.