

В.Б. КУСКОВ, В.В. ЛЬВОВ, кандидаты техн. наук,
А.В. КОРНЕВ

(Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный горный университет)

ПОДГОТОВКА БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД К МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

Мелкое железосодержащее сырье для ведения металлургических процессов требует предварительного окускования для обеспечения достаточной газопроницаемости шихты. Операция окускования также позволяет рационально использовать естественные пылевые руды и отходы производств, такие как шламы и пыли металлургических агрегатов, колошниковую пыль доменных печей и окалину прокатных цехов и др.[1]

В металлургии используют три способа окускования: агломерацию, окомкование и брикетирование.

Агломерация – термический способ окускования мелких руд, концентратов и колошниковой пыли путем их спекания при нагреве. Получаемая продукция обладает сравнительно невысокой прочностью, не выдерживает многократные перегрузки, дальние перевозки и длительное хранение. Агломерационные машины сложные и громоздкие, требуют значительных капитальных затрат, а агломерационный процесс приводит к серьезному загрязнению окружающей среды.

Окомкование широко применяется для окускования тонкоизмельченных концентратов крупностью до 0,07-0,05 мм, получаемых при глубоком обогащении бедных железных руд, в особенности железистых кварцитов, отличающихся тонкой вкрапленностью рудных минералов [2]. Полученные сырые окатыши имеют низкую прочность и, как правило, подвергаются упрочняющему обжигу.

Для некоторых видов руд, в частности для богатых железных руд (железа 50 и более %) и низким содержанием вредных примесей наиболее перспективным будет холодное брикетирование, прежде всего потому, что данный процесс существенно экономичнее, чем агломерация или окомкование.

В качестве руд, для окускования которых целесообразно холодное брикетирование, можно рассматривать богатые железные руды Яковлевского месторождения. На этом месторождении в основном преобладают два типа руд: мартитовые (с содержанием железа около 64%) и гидрогематитовые (с содержанием железа около 55%).

Несмотря на значительно более высокое содержание железа в руде по сравнению с другими месторождениями, руда все же имеет более низкое качество, чем концентраты, получаемые на обогатительных фабриках (65-69% железа). Поэтому были рассмотрена возможность предварительной концентрации руды, что позволяет повысить эффективность ее дальнейшей переработки.

Для данной руды требуется незначительное повышение качества. "Тради-

Підготовчі процеси збагачення

ционное" обогащение такой руды, предусматривающее тонкое многостадийное измельчение и мокрую магнитную сепарацию вряд ли рационально. Очевидно, что и применение флотации также не рационально. Для этой руды наиболее подходящим будет использование простейшей схемы предконцентрации с использованием простых, дешевых и высокопроизводительных процессов.

Поэтому была сделана попытка обогащение дробленной до 10 мм руды методом сухой магнитной сепарации. Но опыты магнитной сепарации на различных видах сепараторов (и при различных напряженностях магнитных полей) не показали положительных результатов. Так на маритовой руде удавалось поднять содержание железа в концентрате до 65,2-65,8%, но выход концентрата составлял 25,4-36,8%. На гидрогематитовой руде содержание в концентрате повышалось до 56,8-57,6%, при его выходе 21,4-25,9%.

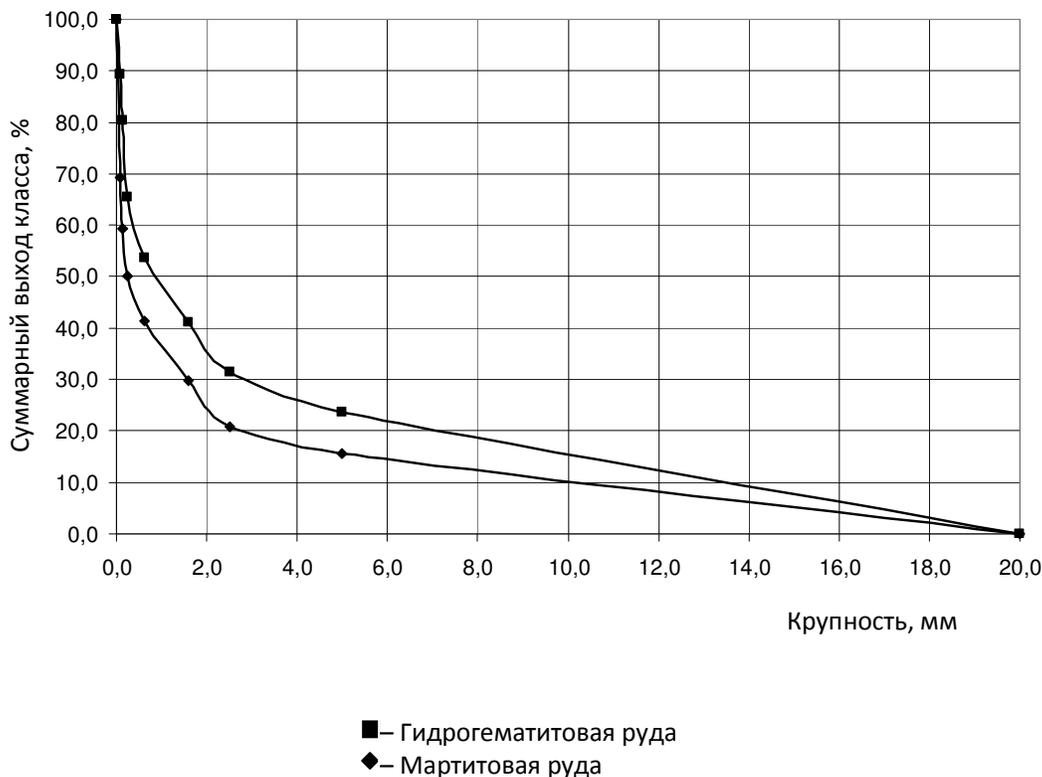


Рис. 1. Характеристика крупности пробы маритовой и гидрогематитовой руды

Изучение гранулометрического состава руд показало высокое содержание мелких классов в исходном материале. Данные ситового анализа проб маритовой и гидрогематитовой руд представлены на рис. 1.

Анализируя приведенные данные, необходимо отметить, что в обоих типах рассматриваемых руд количество класса $-5+0$ мм превышает 75%. Поэтому, для непосредственного использования в металлургическом переделе, их необходимо обязательно окусковывать.

В результате проведения химического анализа удалось установить, что с

Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 49(90)

Підготовчі процеси збагачення

уменьшением крупности частиц руды содержание железа возрастает. Учитывая также выхода классов, оптимальным для брикетирования следует считать класс $-5+0$ мм. В маритовой руде содержание железа в данном классе равно 66,34%, при выходе – 84,5%, в гидрогематитовой руде содержание железа – 57,19%, а выход – 76,4%.

С точки зрения прочности получаемых железорудных брикетов оптимальным для брикетирования является также класс $-5+0$ мм. Использование для брикетированной шихты более мелких ($-1+0$, $-3+0$ мм) или крупных ($-20+0$ мм) классов приводит к снижению механической прочности изготавливаемых брикетов.

В связи с вышесказанным, для повышения качества производимого для металлургических целей продукта в технологическую схему брикетирования необходимо включить операцию предварительного грохочения исходной руды по классу 5 мм. При этом класс мельче 5 мм пойдет на брикетирование, а класс крупнее 5 мм может быть направлен, например, для непосредственного использования в доменном процессе, как компонент доменной шихты.

Разработана технология подготовки богатой железной руды к металлургической переработке. Схема цепи аппаратов подготовки мартито-гидрогематитовых руд с использованием в качестве связующего водного раствора карбоксиметилцеллюлозы представлена на рис. 2.

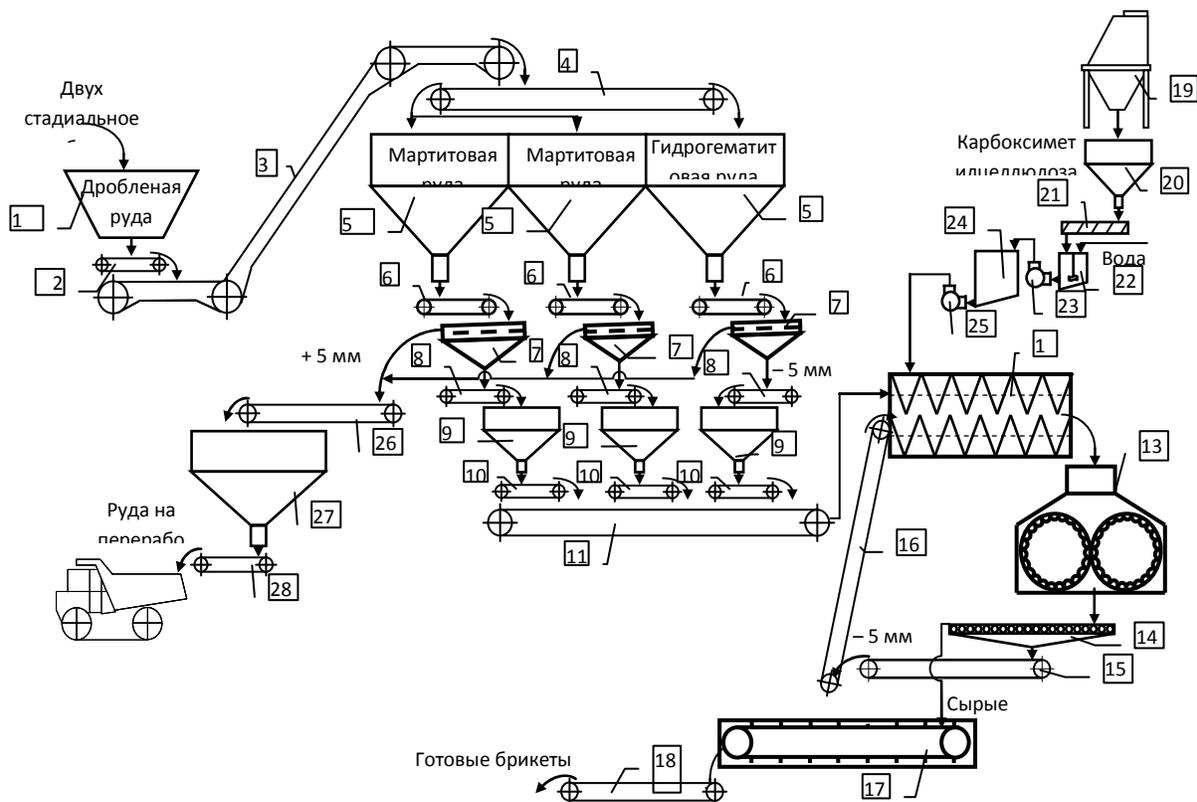


Рис. 2. Схема цепи аппаратов брикетирования богатой железной руды

Підготовчі процеси збагачення

Технология подготовки руды к металлургической переработке предусматривает следующие операции: предварительно дробленая до 10 мм руда поступает в бункер 1, откуда питателем 2, конвейером 3 и распределительным конвейером 4 транспортируется в бункера исходной руды 5. Из бункеров питателями 6 руда подается на инерционные грохота 7 для грохочения по классу 5 мм. Надрешетный продукт посредством ленточного конвейера 26 перемещается в бункер 27, откуда питателем 28 выгружается в автосамосвалы и отправляется на металлургическую переработку. Подрешетный продукт крупностью менее 5 мм ленточными конвейерами 8 подается в промежуточные бункера 9. Из бункеров питателями 10 материал выгружается на сборный ленточный конвейер 11 и транспортируется в шнековый смеситель 12, куда подается и приготовленное связующее вещество. Сухая карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) после растаривателя мешков 19 поступает в бункер для связующего 20. Далее винтовым питателем 21 КМЦ подается в емкость с мешалкой 22 для приготовления водного раствора заданной концентрации. Готовое связующее насосом 23 перекачивается в зумпф 24, откуда посредством насоса-дозатора 25 направляется непосредственно в смеситель. После тщательного перемешивания полученная шихта подается на брикетирование в валковый пресс 13. Полученные брикеты подвергаются грохочению на валковом грохоте 14 для отсева мелочи, которая по системе конвейеров 15, 16 возвращается в операцию смешивания. Далее сырые брикеты для повышения прочности направляются в сушильную машину 17. После сушки брикеты поступают на ленточный конвейер 18 и транспортируются на склад готовой продукции.

В качестве исходного сырья для брикетирования рекомендуется использовать смесь 85% мартитовой и 15% гидрогематитовой руд. Это объясняется тем, что в мартитовой руде содержание железа выше, а добавка гидрогематитовой руды улучшает механические свойства полученных брикетов. Такая взаимосвязь между прочностью брикетов и соотношением типов руд в исходной шихте подтверждается данными многочисленных экспериментов при использовании различных видов связующих. Например, при использовании в качестве связующего 2,5% – го раствора карбоксиметилцеллюлозы и давлении прессования около 40 МПа были получены результаты, представленные в таблице. Сушка сырых брикетов велась при $t = 105 \pm 5$ °С [3].

Зависимость прочности брикетов от соотношения типов руды в исходной шихте

Содержание руды в шихте, %		Средний предел прочности брикетов на одноосное сжатие, МПа
мартитовой	гидрогематитовой	
80	20	9,5
85	15	7,6
90	10	6,3
100	0	4,9

Таким образом, использование для брикетирования смеси 85 % мартитовой и 15% гидрогематитовой руд крупностью менее 5 мм с применением сравнительно небольшого количества карбоксиметилцеллюлозы позволяет полу-

Підготовчі процеси збагачення

чить железорудные брикеты с высокими физико-механическими и металлургическими свойствами.

Список литературы

1. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика: 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. О.С. Богданова, В.И. Ревнивцева. – М.: Недра, 1983 – 376 с.
2. Справочник по обогащению и агломерации руд черных металлов / С.Ф. Шинкоренко, С.Ф. Маргулис, В.П. Николаенко и др. – М.: Недра, 1964. – 572 с.
3. Способ подготовки шихтового материала к металлургической переработке. Заявка на получение патента № 2011118712 от 10.05.2011.

© Кусков В.Б., Львов В.В., Корнев А.В., 2012

*Надійшла до редколегії 15.02.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*