

## ВЛИЯНИЕ БЕНТОНИТА НА СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

В. М. ВИТЮГИН, Т. Г. ЛЕОНТЬЕВА, В. А. ТРОФИМОВ

(Представлена научным семинаром кафедры общей химической технологии)

В практике производства железорудных окатышей вопрос о количестве вводимого в шихту перед окомкованием бентонита и о влиянии его на механические и термические свойства сырых окатышей является спорным. Так, в частности, по мнению В. И. Коротича [1], роль бентонита в комкуемой железорудной шихте сводится только к пластификации влажного дисперсного материала. С другой стороны, опытным путем установлено, что добавки бентонита определяют прочность окатышей. П. Н. Докучаев, например, предлагает эмпирическое уравнение для расчета механической прочности окатышей в зависимости от набухаемости бентонитов [2].

В настоящей работе исследовалось влияние количества добавок бентонита. Махарадзенского месторождения (набухаемость 2,8, полная влажность набухания 117%, скорость набухания 0,023 мм/мин, общий состав обменно-поглощающего комплекса 89,63 мг-экв.) на механическую прочность и термическую стойкость сырых железорудных окатышей.

В качестве основного объекта исследования использовали производственные пробы магнетитового концентрата, крупностью менее 0,1 мм, с фабрики окомкования Соколовско-Сарбайского горнообогатительного комбината, с содержанием общего железа 66,7%. Опытные шихты представляли собой смеси магнетитового концентрата и бентонита в количестве от 0 до 5%. С целью получения максимально однородной смеси перемешивание компонентов производили в сухом состоянии, а затем шихту увлажняли до оптимальной рабочей влажности окомкования, рассчитанной по формуле  $W_p^{оп} = \frac{MMB}{K}$  [3]. Окатывание сырой шихты производили на лабораторном тарельчатом грануляторе с диаметром

тарели 1000 мм, высотой борта 100 мм, при угле наклона тарели 45° и окружной скорости 0,8 м/сек. Свежеприготовленные окатыши исследовались на термическую стойкость и механическую прочность, на раздавливание и число сбрасываний с высоты 300 мм, по методикам, принятым на фабриках окомкования. Обоженные при температуре 1200°С окатыши характеризовались прочностью на раздавливание (в кг/окатыш). Термическую стойкость определяли по температуре начала трещинообразования и по температуре полного взрывообразного разрушения структуры окатышей — «шока».

Для этого партии свежих окатышей помещали в муфельную печь, нагретую до определенной температуры (постоянной), и выдерживали в печи в течение 7 мин. После выдержки в печи окатыши рассматривались под восьмикратным увеличением для установления наличия трещин. Температуру печи последовательно повышали с интервалом в 25°С до тех пор, пока не возникали явления трещинообразования и «шока». Для каждого из последовательных испытаний использовали свежую партию окатышей.

Результаты исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1 и 2.

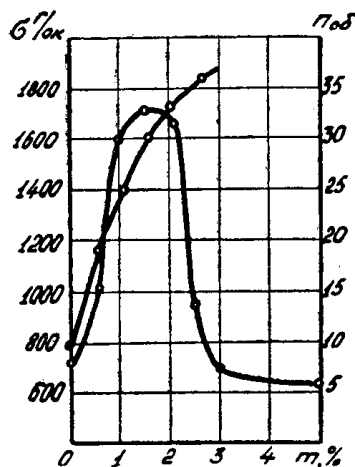


Рис. 1. Влияние добавок бентонита на прочностные свойства сырых окатышей: 1—число сбрасываний (ноб); 2—прочность на раздавливание (г/окатыш)

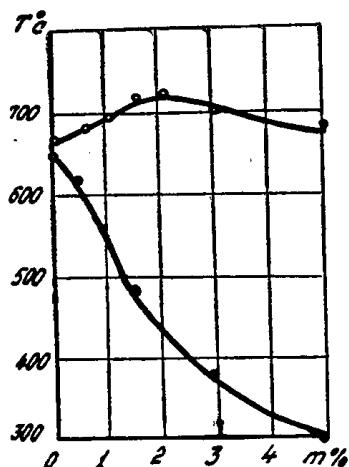


Рис. 2. Влияние количества бентонита на термостойкость железорудных окатышей: 1 — изменение температуры «шока»; 2 — изменение температуры трещинообразования

Из рис. 1-1 видно, что с увеличением добавки бентонита механическая прочность сырых окатышей на раздавливание растет до определенного предела, затем резко снижается. Максимальное значение раздавливающей нагрузки приходится на интервал добавки 1—2%. Число сбрасываний (до появления трещин) с увеличением добавляемого бентонита (рис. 1-2) непрерывно повышается. Окатыши становятся более пластичными и при сбрасывании претерпевают лишь пластические деформации без заметного нарушения структуры.

Из рис. 2-2 видно, что кривая температуры трещинообразования с увеличением добавки бентонита монотонно снижается. Температура «шока» (рис. 2-1) несколько повышается с увеличением количества бентонита в шихте, но лишь до предела 1—2%, а затем снижается. Максимум температуры «шока» приходится на интервал добавки бентонита 1—2%.

Как видно из табл. 1, прочность на раздавливание обоженных окатышей, изготовленных из чистого концентрата, является максималь-

Таблица 1

Расчетная оптимальная влажность окомкования шихт  
и прочность обожженных окатышей

№ п/п.	Добавка бентонита, %	Влага $W_p^{оп}$ , %	Прочность на раздавливание окатышей, обожженных при 1200°C, кг/окатыш
1	0	6,90—7,10	300
2	0,5	7,20—7,36	240
3	1	7,80—7,90	200
4	1,5	8,05—8,28	200
5	2	8,77	200
6	2,5	9,27	180
7	3	9,56—9,6	160
8	5	9,9—10,25	140

ной, в то же время прочность сырых, как видно из рис. 1,—наименьшая. С увеличением количества добавляемого бентонита в шихту прочность обожженных окатышей снижается.

### Обсуждение результатов

Экстремальный характер нарастания механической прочности на раздавливание сырых окатышей можно объяснить следующим образом. При небольших количествах (до 2%) добавка бентонита способствует упрочнению окатышей за счет образования и развития пространственных коагуляционных структур в поровых суспензиях. При этом повышается как пластичность структуры, так и сопротивление сдвигу. Нарастание прочности окатыша при дальнейшем увеличении добавки бентонита ограничивается недостатком свободной, капиллярной воды в структуре окатышей и соответствующей этому неполнотой набухания бентонита. Очевидно, добавка бентонита в количественном отношении должна строго согласовываться с влажностью железорудного концентрата. Именно по этой причине интервал оптимального количества бентонита, присаживаемого к концентрату, колеблется в довольно широких пределах (1—2%). Существенную роль при этом играет степень набухаемости и динамики набухания бентонита. Другими словами, оптимальное количество бентонита может быть установлено лишь при обязательном учете количества свободной (капиллярной) воды в комкуемой шихте, степени набухаемости и скорости набухания бентонита. Последний фактор особенно важен, так как время контакта бентонита с влажным концентратом строго ограничено технологическим режимом и аппаратурным оформлением процесса окомкования железорудных концентратов, а скорость набухания бентонита зависит как от качества его, так и от ионного состава поровой жидкости.

В прямой взаимосвязи с механической прочностью находится и температура «шока», кривая которой (рис. 2-1) носит подобный характер, хотя и с менее выраженным максимумом.

Постепенное снижение температуры трещинообразования (кривая рис. 2-1) сырых окатышей с увеличением количества добавляемого бентонита от 0 до 5% обусловлено известным фактом нарастания усадочных деформаций капиллярно-пористой структуры окатышей при повышении гидрофильности и дисперсности комкуемой системы.

Снижение прочности на раздавливание обожженных окатышей с увеличением количества вводимого бентонита (табл. 1) можно объяснить

тем, что попадая в места возможного контакта частиц концентрата, частицы бентонита препятствуют образованию в этих участках прочных гематитовых связей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Коротич. Теоретические основы окомкования железорудных концентратов. Metallurgizdat, 1965.
  2. П. Н. Докучаев. Исследование влияния добавок бентонита и извести на окомкование мелкозернистых железорудных концентратов. Канд. диссерт. г. Рудный, 1968.
  3. В. М. Витюгин, П. Н. Докучаев, А. С. Богма. Расчет оптимальной влажности материалов перед гранулированием.— Изв. вузов, «Черная металлургия», № 8, 1969.
-