УДК 622.8.055.2

А.С.КЛЯМКО, *председатель наблюдательного совета, support@metall-group.com*
ООО «Металл-групп»
В.Л.ТРУШКО, *д-р техн. наук, профессор, trushko@spmi.ru*
В.Б.КУСКОВ, *канд. техн. наук, доцент, opikvb@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.S.KLYAMKO, *chairman of the supervisory board, support@metall-group.com*
LLC «Metall-group»
V.L.TRUSHKO, *Dr. in eng. sc., professor, trushko@spmi.ru*
V.B.KUSKOV, *PhD in eng. sc., associate professor, opikvb@mail.ru*
National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Разработана технология комплексной безотходной переработки богатой железной руды Яковлевского месторождения. Технология позволяет получить высококачественное конкурентоспособное сырье для металлургической промышленности и весьма востребованный и конкурентоспособный красный железоокисный пигмент.

В основу цикла получения пигмента положено тонкое измельчение исходной мелкодробленой руды с последующей развитой схемой классификации в гидроциклонах.

Для производства брикетов используется смесь мартитовой, гидрогематитовой руды и непигментная фракция, получаемая в пигментном цикле. Руда подвергается предварительному грохочению. Крупная фракция используется как готовое металлургическое сырье. Мелкая фракция направляется на брикетирование.

***Ключевые слова*:** безотходная комплексная переработка, богатые железные руды, комплексное использование руды, производство красного железоокисного пигмента, брикетирование.

IMPROVING OF THE COMPETITIVENESS OF IRON ORE PRODUCTION BASED ON FULL USING OF MINERAL RAW MATERIALS

The non-tailing technology for processing of high grade iron ore Yakovlevsky deposit was created. The technology allows obtaining high-quality competitive product for iron and steel industry and in addition producing very high demand and competitive red iron oxide pigment.

As the basis of beneficiation cycle, fine grinding of material with close circuit classification in hydrocyclones can be considered.

To produce briquettes mixture of martite, hydro-hematite ores and non-pigment fraction, which is obtained in pigment cycle, are used. The ore is subjected to pre-screening. A coarse grain is used as final material for metallurgical processing. The fine grain is sent to the briquetting.

***Key words*:** the non-tailing technology for processing, high grade iron ore, full using of mineral raw materials, producing of red iron oxide pigment, briquetting.

Железорудный комплекс России относится к одной из базовых отраслей промышленности, которые определяют конкурентоспособность экономики, и в конечном итоге обеспечивают национальную безопасность страны. В условиях вхождения России в

ВТО, рост конкурентоспособности производимой в стране продукции является первостепенной задачей. Конкурентоспособность отечественных железорудных предприятий на мировом рынке может быть обеспечена, прежде всего, за счет повышения качества продукции, снижения издержек производства, выпуска продукции с высокой долей добавленной стоимости и комплексного использования минерального сырья.

В настоящее время железные руды чаще всего используются в металлургической промышленности для производства чугуна и стали. Производство железорудной продукции проходит в несколько стадий (переделов). Это добыча, обогащение, окускование, получение чугуна и рафинирование чугуна с получением стали. При этом каждый последующий передел существенно увеличивает стоимость получаемый продукции. Например, железная руда на мировом рынке стоит около 150-160 $ за тонну, концентрат 210-220 $ за тонну, сталь 650-670 $ за тонну.

Еще одним применением железных руд является получение из них пигментов, которые стоят на порядок дороже, чем железорудный концентрат.

Для нашей страны характерны месторождения со сравнительно бедными железными рудами (20-40 % Fe), для которых необходимо глубокое обогащение.

Особым случаем являются богатые железные руды (содержание железа в которых 65 % и более). Эти руды можно использовать для дальнейшей переработки без предварительного обогащения, но в нашей стране такие руды практически отсутствуют. Исключением являются некоторые месторождения КМА, наиболее крупным из которых является Яковлевское, содержание железа в котором может быть выше 65 %. Эти руды являются продуктом химического выветривания железистых кварцитов и железистых сланцев, при этом вредные для металлургии примеси практически отсутствуют, поскольку в процессе химического выветривания произошло «природное» обогащение руд по железу с одновременным удалением большинства вредных примесей. Таким образом, железные руды Яковлевского месторождения представляют прекрасное металлургическое сырье, пригодное для выплавки высококачественного металла при минимальной себестоимости, поскольку не требует обогащения.

Кроме того, эти руды пригодны для производства красного железоокисного пигмента, что позволит удовлетворить имеющийся в настоящее время высокий спрос на высококачественный и недорогой (по сравнению с синтетическим) пигмент. Полученный из руд Яковлевского месторождения, пигмент может считаться не имеющим аналогов продуктом, т.к. он относительно дешев, а по основным качественным показателям, соответствует лучшим образцам синтетических красных железоокисных пигментов. При этом пигмент фактически не содержит сульфатных и хлоридных ионов.

По мере развития производства, пигменты, выпускаемые на базе руд Яковлевского месторождения, могут не только дополнить существующий рынок, но и в перспективе, потеснить некоторые из марок синтетических красных железоокисных пигментов, за счет высокого качества и более низкой себестоимости производства. Запасы сырья для его производства, на Яковлевском месторождении, практически не ограничены.

Руды Яковлевского месторождения имеют две основные разновидности: мартитовые руды с содержанием железа 66 ± 2 % и гидрогематитовые с содержанием железа 60 ± 2 %. Руда рыхлая и характеризуется наличием большого количества мелких фракций.

Гидрогематитовые руды являются сырьем для производства пигментов. Основная задача при производстве таких пигментов – это удаление темноцветных минералов. Причем темноцветные минералы содержат более 65 % железа и поэтому являются готовым сырьем, например, для производства металлургических брикетов.

Для комплексной переработки железных руд разработана и испытана следующая технологическая схема (см. рисунок), состоящая из двух ниток: производство пигмента [1, 2] и производство брикетов [3].

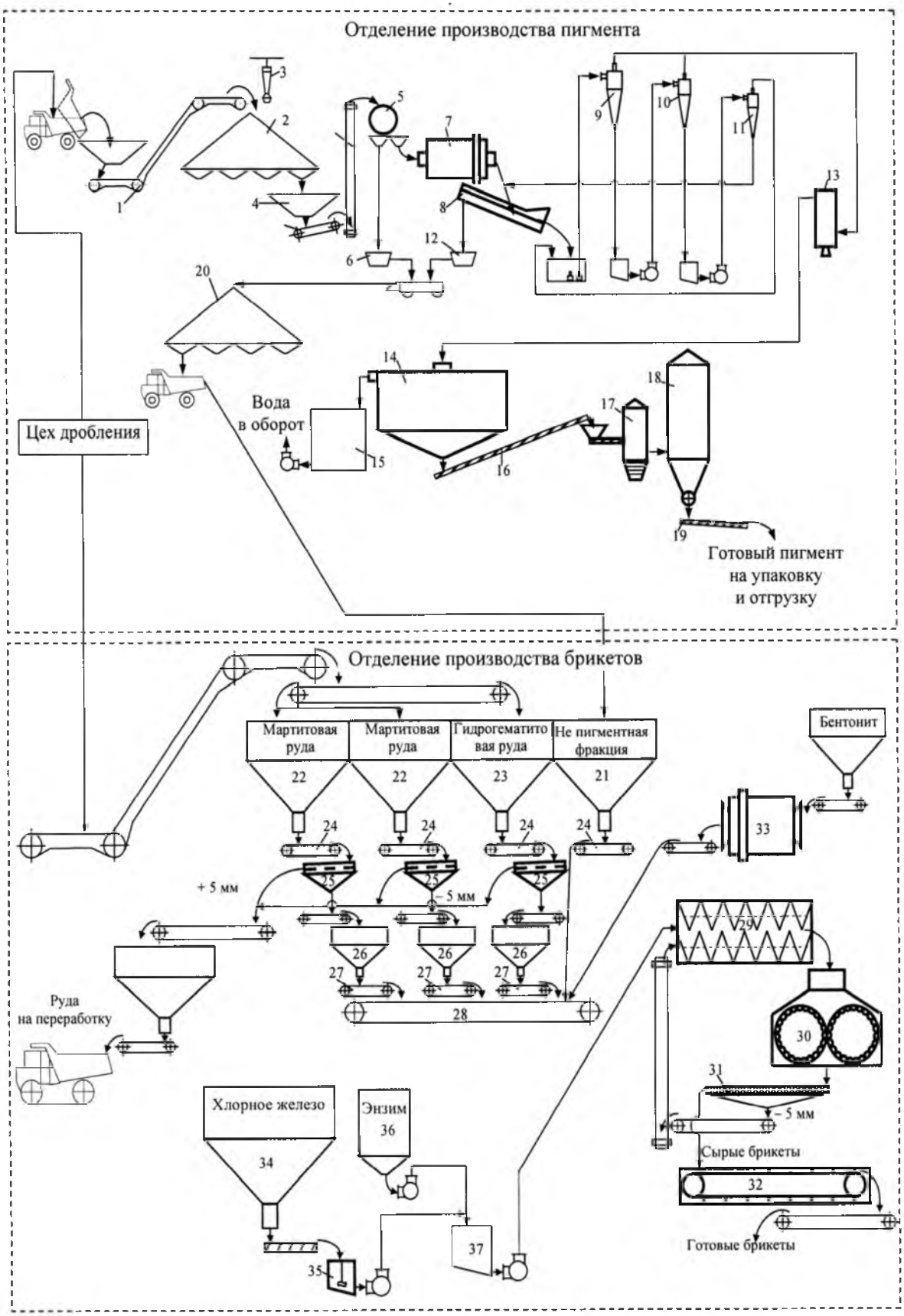


Схема цепи аппаратов комплексной переработки железной руды

Для производства пигмента мелкодробленая руда гидрогематитовая руда (–10 мм) доставляется в приемный бункер (1) установленный у корпуса производства пигмента. Из бункера руда подается на склад (2). Разгрузка склада осуществляется грейферным краном (3), подающим руду в бункер (4) из которого руда попадает на магнитный сепаратор (5), где происходит отделение магнитной фракции, от немагнитной. Магнитная (непигментная) фракция через течку попадает в кюбель (6), где накапливается, и периодически, по мере накопления, отправляется на склад непигментной фракции (20), используемый при производства брикетов для металлургической промышленности. Немагнитная фракция, попадает в шаровую мельницу сливного типа (7). Содержание готового класса в сливе мельницы 60-80 %. Мельница работает в открытом цикле со спиральным классификатором (8) с погруженной спиралью КСП. Содержание готового класса в сливе классификатора 70-80 %. Слив классификатора с помощью погружного пескового насоса подается на перечистку в батарею из гидроциклонов (9). Пески перечистного гидроциклонирования, из-за высокого содержания готовой фракции направляются на первое контрольное гидроциклонирование с помощью пескового насоса. Первое контрольное гидроциклонирование осуществляется в батарее гидроциклонов (10). Пески этих гидроциклонов для предотвращения потерь целевой фракции направляются на второе контрольное гидроциклонирование с помощью пескового центробежного насоса. Второе контрольное гидроциклонирование осуществляется также в батарейных гидроциклонах (11). Пески этих гидроциклонов направляются в спиральный классификатор, и далее через кюбель (12), с помощью автотранспорта вывозятся вместе с песками первой стадии классификации на склад богатой железной руды. Слив второго контрольного гидроциклонирования, направляют в приемный зумпф слива классификатора. Сливы с перечистных и первых контрольных гидроциклонов объединяют и самотеком направляют в питание ультразвукового реактора (13) (УЗР) где происходит окисление пирита. В реактор также подается воздух. В результате взаимодействия образующихся под действием ультразвука радикалов пирит окисляется, и продукты окисления улетучиваются. Обработанная в УЗР пульпа самотеком направляется в пастовый сгуститель (14), куда дополнительно подается раствор флокулянта. Слив сгустителя самотеком поступает в бак оборотной воды (15) и далее, с помощью насосов распределяется в системе оборотного водоснабжения. Сгущенная паста, с содержанием твердого 50÷55 % с помощью шнекового конвейера (16) направляется в приемный бункер автоматической распылительной пневматической сушилки (17), снабженной дезинтегратором. Сушка пасты пигмента осуществляется горячим воздухом с топочными газами, образующимися от сгорания природного газа. В процессе сушки одновременно происходит дезинтеграция и классификация частиц пигмента до заданных размеров (80 % −15 мкм) с помощью встроенных дезинтегратора и циклона, соответственно. Готовый продукт в виде порошка из автоматического рукавного фильтра (18), шнековыми питателями (19) подается в загрузочные бункера фасовочных автоматических установок, где фасуется. Упакованная готовая продукция грузится на автотранспорт с помощью вилочного погрузчика и вывозится потребителю или на склад готовой продукции.

Таким образом, в основу цикла получения пигмента положено тонкое измельчение исходной мелкодробленой руды в шаровой мельнице с последующей развитой схемой классификации.

Для производства брикетов используется смесь мартитовой, гидрогематитовой руды и непигментная фракция. Мартитовая руда обладает низкой прессуемостью. Гидрогематитовая руда имеет связующие свойства за счет присутствия в ее составе гидроксида железа и небольшого количества глинистой составляющей (до 1 %). Поэтому 10-15 % ее добавка повышает связность смеси, а значит и прочность получаемого брикета. Большее количество гидрогематитовой руды снижает содержание железа в брикетах.

В качестве связующего для получения брикетов используется глина с высокой физико-химической активностью, в частности, глина группы монтмориллонита (смектита). Также, для повышения качества брикетов используются специальные активизирующие добавки: водный раствор хлорного железа, который обеспечивает формирование дополнительных структурных связей в брикете. Кроме того, водный раствор хлорида железа способствует получению смеси без образования комков, что приводит к равномерному перемешиванию компонентов смеси и повышению прочности брикетов без снижения содержания полезного компонента в брикете. Другой активизирующей добавкой является энзим, который обеспечивает хорошую уплотняемость смеси при прессовании. Сорбция энзимов на тонкодисперсных частицах руды и глины создает условия для формирования дополнительных структурных связей в брикете.

Производство брикетов осуществляется следующим образом: непигментные фракции со склада (20) поступает в дозирующие бункера (21) отделения брикетирования. Мелкодробленая мартитовая и гидрогематитовая руда поступает, соответственно, в дозирующие бункера (22, 23) и оттуда ленточными дозаторами (24) на грохота (25). Подрешетные продукты грохотов (–5 мм) поступают в бункера-дозаторы подрешетных продуктов (26) и ленточными конвейерами-дозаторами (27) загружаются на сборный конвейер (28) и затем в смеситель (29) на который также поступает непигментная фракция из бункера (21). Надрешетные продукты грохотов (+5 мм) используются как готовое металлургическое сырье, например, для доменного производства. На сборном конвейере происходит предварительное смешивание руды. После смесителя (29) руда подвергается брикетированию на вальцовом прессе (30). Сырые брикеты после отсева некондиционных по крупности брикетов (–5 мм) на роликовом грохоте (31) сушатся на сушильном агрегате (32) и отгружаются. Некондиционные по крупности сырые брикеты системой конвейеров возвращаются в смеситель (29).

Бентонит после размола на мельнице (33) направляется на сборный конвейер (28). Хлорное железо из бункера (34) дозируется в емкость с мешалкой (35), где смешивается с водой до необходимой концентрации. Энзим из бака (36) дозируется в емкость (37) где разводится до необходимой концентрации. В эту же емкость поступает хлорное железо. Смесь растворов хлорного железа и энзима дозируется в смеситель (29).

Кроме связующего на основе бентонита возможно применение и других видов связующих веществ.

Статья написана по результатам выполнения работы в рамках Постановления 218 «Развитие кооперации российских вузов и производственных предприятий».

Выводы

Разработана технология комплексной безотходной переработки богатой железной руды позволяющей получить высококачественное конкурентоспособное сырье для металлургической промышленности и весьма востребованный, и также конкурентоспособный красный железоокисный пигмент, используемый в лакокрасочной и других отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кусков В.Б, Ленев Л.А., Тихонов О.Н.* О возможности получения железистых пигментов для лакокрасочной промышленности // Записки Горного института. СПб, 2006. Т.169. С.153-156.

2. *Кусков В.Б, Ленев Л.А., Васильев А.М.*. О возможности отделения примеси магнетита от гематитовой руды различными методами обогащения // Обогащение руд. 2007. № 1. С.6-8.

3. *Кусков В.Б., Кускова Я.В., Корнев А.В.* Подготовка железосодержащих материалов к металлургической переработке // Обогащение руд. 2011. № 5. С.38-40.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kuskov V.B., Lenev L.A., Tichonov O.N.* The possibility of obtaining iron pigments for the paint industry // Notes of the Mining Institute. Saint Petersburg, 2006. Vol.169. P.153-156.

2. *Vasilyev A.M., Lenyov L.A., Kuskov V.B.* The possibility of separation of magnetite impurity from hematite ore by different dressing methods // Ore dressing. 2007. № 1. P.6-8.

3. *Kuskov V.B., Kuskova Y.V., Kornev A.V.* Preparation of Iron-containing Materials for Metallurgical Processing // Ore dressing. 2011. № 5. P.38-40.