

1. А.П. Грудев,, Л.Ф. Машкин, М.И. Ханин «Технология прокатного производства» М. Металлургия, 1994. - 656 с.
2. А.И. Целиков, В.И. Зюзин «Современное развитие прокатных станов» М. металлургия, 1972. - .399 с.
3. В.К. Кобышев Электродуговая наплавка фасонных калибров прокатных станов. Труды межвузовской научно-технической конференции. т.2. Ленинград. 1959.
4. Бобров В.В., Полещук В.М., Гладуш В.Д. Оптимизация нестационарных процессов прокатки. К.: Техника. 1984. - 125 с.
5. Б.П. Зуев Интенсификация работы блюминга Кузнецкого металлургического комбината и использование передовых методов труда. Труды НТО ЧМ. т.1. Днепропетровск. 1956.
6. А.П. Чекмарев и др. Прокатка сдвоенных слитков на блюминге 1150. Сталь. 1959. №3.
7. В.В.Гетманец, В.П.Чумаков Рациональные схемы прокатки слитков кипящих сталей на блюминге. Сталь. 1974. №8.
8. А.П. Грудев, Ю.В. Зильберг, В.Т. Тилик Трение и смазки при обработке металлов давлением. Справ. Изд. – М.: Металлургия, 1982. - 312 с.
9. Чумаков В.П., Коренко М.Г. Пути снижения расхода металла при прокатке на блюминге. Металлургическая и горнорудная промышленность №2. 2009. - С. 39-42.
10. М.М. Горенштейн Интенсификация режима обжатий при прокатке по условию трения. Труды межвузовской научно-технической конференции. Ленинград. 1958.
11. А.И. Целиков Основы теории прокатки. М. Металлургия, 1965. - 247 с.
12. А.П. Грудев Теория прокатки. М. Металлургия. 1988. - 240 с.
13. Я.С. Галлай О коэффициенте трения при прокатке. Труды межвузовской научно-технической конференции. «Современные достижения прокатного производства». - Т.2.Ленинград, 1959.
14. В.П. Чумаков Спосіб Чумакова прокатки злитків дуо реверсивній кліті. Патент на корисну модель №52990, Бюлетень№18, 27.09.2010.

Рукопис подано до редакції 30.03.2013

УДК 622.271.012.3

В.А. АЗАРЯН, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Рассмотрено обоснование применения мобильных дробильно-сортировочных комплексов в условиях железорудных карьеров Кривбасса для повышения качества руды, добываемой из забоев приконтактной зоны «руда-порода». Рассмотрена функциональная схема МДСРК, определены технологические задачи и ожидаемые показатели от его применения.

Украина обладает 18 % от общемировых запасов железной руды. Из всех разведанных месторождений основные запасы - около 70 % и добыча - более 80 % приходятся на Криворожский железорудный бассейн. Кременчугский железорудный район вместе с рудными районами Запорожской, Кировоградской и Полтавской областей составляет железорудную провинцию Большой Кривой Рог [1].

Проблема и ее связь с основными научными и практическими заданиями. Имея относительно невысокое содержание полезного компонента при высоких содержаниях вредных примесей в железной руде, Украина уступает основным мировым экспортерам. Вследствие этого цены на отечественное железорудное сырье оказываются ниже среднемировых. Финансовые потери украинских горнодобывающих предприятий на каждом миллионе тонн реализованной товарной руды составляют около 11 млн. долларов. [1]

Вопросы стабилизации качества рудного потока в условиях открытой разработки были и остаются весьма актуальными. Особенно остро этот вопрос возник на фоне кризиса на мировом рынке сырьевых ресурсов, вызвавшего общее снижение цен на железорудное сырье, что усилило конкуренцию производителей.

При этом предъявляются более высокие требования к качеству железорудного сырья при общем тренде снижения цен. Таким образом, возможность сохранения позиций производителей железорудного сырья Украины заключается в решении двуединой задачи повышения качества при оптимизации себестоимости, что позволит блокировать процесс уменьшения общего показателя рентабельности производства.

Анализ исследований и публикаций. Ранее известные варианты мобильных дробильно-

сортировочных комплексов в составе технологии предварительного обогащения железных руд в карьерах предполагали только магнитную сепарацию[4]. На сегодня опционально предусмотрено оснащение серийных мобильных дробильных комплексов «Terex Finlay» и «Lokotrack» магнитными сепараторами.

При обосновании технологии предобогащения в условиях открытой разработки следует учитывать, что не ко всем разновидностям железных руд применимы магнитные методы.

Основным преимуществом радиометрической сортировки является то, что прошедшая через сепаратор рудная масса имеет показатель содержания общего железа согласно величины установленного порога сортировки.

Известные разработки дробильно-сортировочных комплексов с радиометрической сепарацией для применения в условиях открытой разработки имели стационарное размещение, поэтому после экскавации рудной массы было необходимо транспортировать ее до приемного бункера комплекса. [3]

Постановка задачи. Обоснование технологической необходимости применения мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса в условиях открытых разработок железорудных месторождений основывается на необходимости повышения качества руды, поступающей из забоев приконтактной зоны «руда-порода», на которые приходится наибольший процент потерь и разубоживания руд. Граница «руда-пустая порода» не может быть четкой в условиях развала после применения БВР. Руда, поступающая из таких забоев, отличается низким качеством и высоким показателем колеблемости по содержанию полезного компонента.

Это обстоятельство существенно влияет на общие показатели качества рудопотока, поступающего на обогатительное производство и оказывает непосредственное влияние на общий показатель качества концентрата и его себестоимость.

Изложение материала и результаты. Предлагаемый вариант мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса (МДСРК) является синтезом мобильного дробильного комплекса и радиометрического сепаратора.

Основным технологическим преимуществом МДСРК является его мобильность, которая позволяет ему перемещаться вслед за продвижением забоя, экскавируемая рудная масса загружается непосредственно в приемный бункер комплекса.

При этом не требуется дополнительное транспортное звено, снижаются капитальные затраты за счет отсутствия необходимости в подготовленной площадке, на которой размещается стационарный комплекс.

Функциональная схема мобильного дробильно-сортировочного комплекса состоит из приемного бункера 1, вибропитателя 2, дробилки 3, виброгрохота 4, конвейера 5, источника ионизирующего излучения 6, датчика излучения 7, блока обработки сигнала 8, исполнительного устройства (шибера) 9, рудного отсека бункера 10, породного отсека бункера 11, рудного конвейера 12, породного конвейера 13, смонтированных на общем шасси в виде единого агрегата (рис. 1).

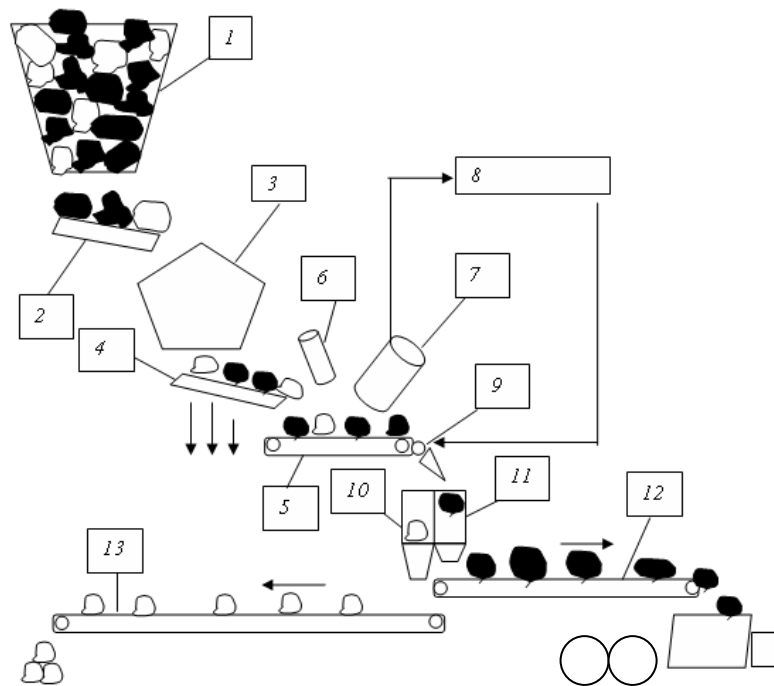


Рис. 1. Функциональная схема мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса

Взорванная горная масса экскаватором загружается в приемный бункер, вибропитателем подается в дробилку, затем мелкий класс удаляется с помощью грохота (4), по конвейеру (5) надрешетный материал подается в зону измерения, где рудная масса подвергается воздействию гамма-излучения. Рассеянное гамма-излучение регистрируется датчиком (7), сигнал с которого поступает в измерительный блок, где формируется командный импульс для управления разделительным устройством (шибер 9). Шиберное устройство разделяет исходную горную массу на продукты обогащения и направляет в соответствующие бункера (10, 11). [2]

Процесс взаимодействия гамма-излучения с горными породами подчиняется закону Бугера-Лямперта-Бера, суть которого заключается в следующем.

Пусть на вещество падает излучение с интенсивностью N_0 , затем интенсивность уменьшается в веществе вследствие поглощения и рассеивания. Пусть в тот момент, когда излучение прошло в веществе расстояние x , его интенсивность стала N . При прохождении излучения через слой малой толщины dx его интенсивность уменьшается на малую величину dN , пропорциональную толщине слоя и самой интенсивности N , т.е. μ

$$dN = -\mu N dx \quad (1)$$

Знак «-» в этой формуле говорит о том, что изменение интенсивности $dN < 0$. Коэффициент пропорциональности μ - коэффициент поглощения, зависящий от вещества, от того, как велико в данном веществе число элементарных процессов, ослабляющих поток частиц. Разделив правую и левую части на N , получаем

$$dN/N = -\mu dx \quad (2)$$

Проинтегрировав правую и левую части этого выражения, получаем

$$\ln(N) + C = -\mu x + C \quad (3)$$

$$\text{Откуда } N = \exp(-\mu \cdot x + C) \quad (4)$$

$$N = \exp(-\mu \cdot x) \cdot \exp(C), \quad (5)$$

Обозначим $\exp(C) = C1$ и подставляя значения $C1$ в уравнения 5 получим

$$N = C1 \cdot \exp(-\mu \cdot x) \quad (6)$$

Согласно теореме Коши при $X = X_0$ $N = N_0$ $dN/x = -\mu \cdot N$, $N_{x=X_0} = N_0$

$$N_0 = C1 \cdot \exp(-\mu_m \cdot 0) = C1 \quad (7)$$

Подставляя значения $C1$ в формулу 6 получим

$$N = N_0 \cdot \exp(-\mu \cdot x) \quad (8)$$

Для учета влияния вещественного состава минерального сырья на интегральный поток гамма-излучения заменим линейный коэффициент μ на массовый μ_m , получим

$$N = N_0 \cdot \exp(-\mu_m \cdot \rho \cdot x), \quad (9)$$

где ρ - поверхностная плотность породы, а μ_m - массовый коэффициент поглощения.

Таким образом, данная закономерность $N = N_0 \cdot \exp(-\mu_m \cdot \rho \cdot x)$ используется в качестве фундаментальной основы процесса сепарации.

Первой технологической задачей МДСРК является отсечение некондиционной горной массы с целью исключения ее дальнейшей транспортировки, дробления, измельчения и участия в процессе обогащения. При этом через МДСРК проходит не весь объем рудной массы из заходки, а только та часть, что составляет контактную зону «руда-порода». При этом хвосты складированы во внутренних отвалах, на граничном контуре карьера, что исключает не только транспортные затраты, но и энергозатраты на дробление и переработку. Снижается общий объем породных отвалов на земной поверхности.

Второй технологической задачей МДСРК является повышение содержания полезного компонента в рудной массе и стабилизация качества в потоке за счет установленного порога сортировки.

Выводы. Применение МДСРК в условиях открытых горных работ Кривбасса позволит получить технологический, экологический, энергетический и экономический эффект.

Технологический эффект заключается в:

повышении качества рудного потока из забоев приконтактных зон карьера до 5 % по содержанию общего железа;

снижении колебаний качества в рудном потоке из забоев приконтактных зон и, таким образом, общая стабилизация рудопотока карьера по показателю содержания полезного компонента;

снижении до 2% общего объема руды, направляемой на обогащение;

уменьшении объема транспортировки пустых пород до внешних отвалов за счет возможности применения внутреннего отвалообразования.

Экологический эффект заключается в уменьшении общего объема породных отвалов на земной поверхности за счет размещения пустой породы во внутрикарьерном отвале на граничном контуре.

Энергетический эффект от применения МДСРК выражается в сокращении расхода энерго-ресурсов в связи с уменьшением общего объема руды, направляемого на обогащение.

Экономический эффект от применения МДСРК заключается в следующем:

1. Снижение общих затрат на транспортировку горной массы в карьере.
2. Стабилизация процесса обогащения за счет получения рудопотока с заданными качественными характеристиками, что приведет к оптимизации технико-экономических показателей работы обогатительной фабрики и всего горно-обогатительного комбината.
3. Снижение себестоимости концентрата на 1,5-2 %.

Список литературы

1. Вилкул Ю.Г., Азарян А.А., Азарян В.А., Колосов В.А. «Качество железорудного сырья подземной и открытой добычи как основа конкурентоспособности горнодобывающей промышленности Украины». Металлургическая и горнорудная промышленность. Днепропетровск. 2012 г. - №5.-с.1-4
2. Азарян В.А. «Мобильный дробильно-сортировочный радиометрический комплекс (МДСРК)» Доклад. Материалы 9 Конгресса обогатителей стран СНГ. г. Москва, 26.02 – 01.03.2013 г. с.47
2. Федоров М.Ю. «Основные технические и конструктивные принципы рентгенорадиометрических сепараторов РАДОС» Материалы 3 международной научно-технической конференции «Рентгенорадиометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов». Г. Екатеринбург. 2007 г. с.70-79
3. Бабий Е.В., Синенко М.А. «О качестве рудного потока при технологии предобогащения руды в карьере» Вісник КТУ: Кривий Ріг. 2010 р.

Рукопись поступила в редакцию 22.03.13