

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КАЛИЙНОЙ РУДЫ
НА ЭТАПЕ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ
И ТРАНСПОРТИРОВКИ**

Суханов А.Е.

Научный руководитель Шишлятников Д.И.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассмотрена возможность управления качеством руды на этапе добычи и транспортирования. Предложены мероприятия, позволяющие снизить экономические затраты на шихтовку калийной руды.

Процесс добычи калийной руды состоит из отдельных технологических этапов, включающих отделение руды от забоя, транспортирование, обогащение на фабриках. При этом конечной целью любого горнодобывающего предприятия является извлечение максимальной экономической выгоды при минимальных вложениях.

Извлечение полезного компонента из поступившей горной массы с рудника является наиболее энергоемким и материально затратным этапом на добычном предприятии, что обуславливает необходимость разработки мероприятий по снижению затрат на обогащение калийной руды. Одним из таких мероприятий является внедрение технических решений по управлению составом калийной руды на этапе добычи и транспортирования в условиях рудника, что является актуальной научно-технической задачей. Примером компаний, которые заинтересованы в решении задачи контроля качества руды являются «Уралкалий», «Беларуськалий», «ЕвроХим».

Наладку оборудования каждой обогатительной фабрики горнодобывающих компаний выполняют под геологические условия месторождения. Зная среднюю величину содержания полезного компонента в рудном теле шахтного поля, фабрику настраивают под определенное соотношение «полезное ископаемое – пустая порода». Так, например, содержание полезного компонента KCl в рудном теле Гремячинского месторождения (АО «МХК «ЕвроХим - ВолгаКалий») варьируется от 26% до 40%, а обогатительная фабрика настроена на 36%-ый состав полезного компонента KCl в единице массы руды. При работе рудника горная порода, поступающая на обогатительную фабрику,

должна содержать только заданное процентное соотношение КСІ. Подавая более «богатый» состав, содержащий в себе процент полезного компонента больше заданного, фабрика будет нести убытки, поскольку полезный компонент пойдет в солеотвал. При поступлении на обогатительную фабрику горной массы с низким содержанием КСІ произойдет значительное снижение качества итоговой продукции.

Для обеспечения требуемого параметрами обогатительной фабрики содержания КСІ в руде, на складах производят процесс смешивания пустой породы и полезного ископаемого, который носит название – шихтовка руды. Второй важной частью рудо-подготовки является снижение поступления мелкой, пылевидной фракции размером менее 0,25 мм. Согласно [1] содержание в перерабатываемой руде пылевидных частиц затрудняет работу обогатительных фабрик и влечет снижение прибыли горнодобывающих предприятий.

Уменьшение затрат на шихтование калийной руды может быть обеспечено посредством управления составом руды на этапе добычи и транспортирования. Рассмотрим мероприятия, которые необходимо применять для обеспечения возможности управления составом руды.

В связи с тем, что разные участки шахтного поля содержат в себе разный количественный состав полезного компонента, на склад поступает руда неоднородного состава. Для обеспечения подачи более равномерного состава горной массы необходимо заранее планировать горные работы. Перспективным способом решения данной задачи является применение имитационного моделирования. Специалистами лаборатории аэрологии и рудничной теплофизики «УрО РАН Горный институт», активно ведется разработка программно-вычислительного комплекса «Рудопоток», которая содержит в себе недостающие аспекты ранее разработанных систем моделирования.

Получив идеальную имитационную модель рудопотоков, можно не только правильно распределять грузопотоки, но и отслеживать такие моменты, как наличие просыпей при работе конвейера, производить правильный подбор горнотранспортных машин, подбор вспомогательного оборудования для перегрузки транспортируемой массы, производить прогноз технического состояния оборудования и многое другое.

Вторым немаловажным аспектом в области управлением составом руды является контроль количества и качества руды, приходящей в околоствольный двор с разных конвейеров.

Для контроля содержания руды, необходимо адаптировать в ленточные транспортеры конвейерные весы. Весы конвейерные состоят из грузоприемного устройства, имеющего одну или две весовые роликоопоры, со встроенными тензодатчиками и датчиком скорости (рисунок 1).

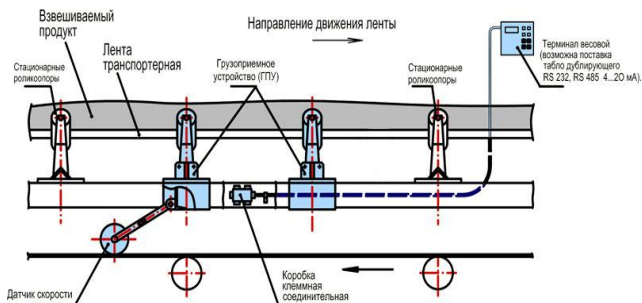


Рис. 1 – Конструкция конвейерных весов

Принцип действия весов основан на преобразовании деформации упругих элементов весовых датчиков, возникающих под действием силы тяжести взвешиваемого груза, в аналоговый сигнал, а также на измерении скорости движения конвейерной ленты. После преобразований и обработки сигналов, на табло индикатора выводится суммарная масса взвешиваемого материала, производительность конвейера, линейная плотность материала и скорость конвейерной ленты.

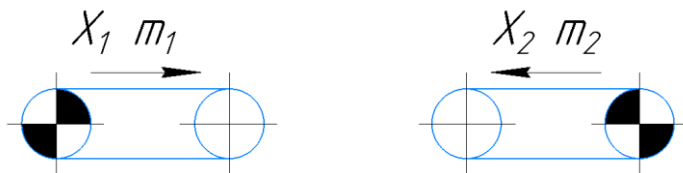


Рис. 2 – Схема транспортирования горной массы конвейерами в околоствольном дворе

Зная массу транспортируемого материала и результаты отбора пробы (рисунок 2) по содержанию полезного компонента предполагаемых забоев, была получена следующая формула для усреднения процентного состава полезного компонента:

$$\Delta X = \frac{m_1 \cdot X_1 + m_2 \cdot X_2}{(m_1 + m_2) \cdot 100\%}$$

где ΔX – усредненное содержание полезного компонента с двух конвейеров; m_1 и m_2 – перемещаемая масса груза конвейерами 1 и 2 соответственно, кг; X_1 и X_2 – содержание полезного компонента в 1 тонне руды перемещаемой конвейерами 1 и 2, соответственно, %.

Контроль качества руды должен включать в себя не только отслеживание содержания полезного ископаемого в перемещаемой горной массе, но и гранулометрический состав руды.

Увеличение количества необогатимой фракции по мере транспортировки из забоя до обогатительной представлен на рисунке 3.

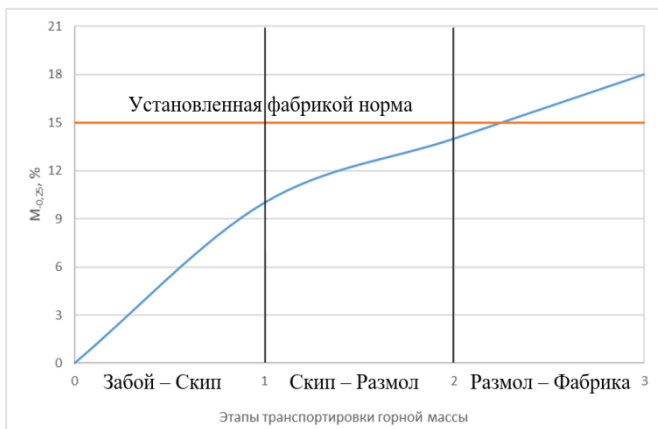


Рис. 3 – Изменение количества необогатимой фракции на разных этапах транспортировки

По графику видно, что в результате транспортирования отбитой горной массы из забоя до обогатительной фабрики, доля необогатимой горной массы возрастает до 18 %. В ПАО «Уралкалий»,

например, принят регламент, нормирующий гранулометрический составы для силвинитовой руды, поступающей на обогатительные фабрики: массовая доля фракции менее 0,25 мм установлена не более 15 % [2].

Используя имитационную модель рудопотоков можно реализовать систему транспортирования руды с минимальным числом перегрузочных пунктов как на этапе проектирования рудника, так и на этапе эксплуатации.

Процесс переизмельчения руды в большей степени проявляется на этапе отбойки руды и её погрузки шнековыми исполнительными органами проходческо-очистных комбайнов. Интенсивность указанного процесса снижается, когда комбайновый комплекс проводит выработку по направлению снизу вверх (отрицательный угол наклона выработки). Также снижение пылеобразования наблюдается при разрушении калийного массива стружками крупного сечения с рациональными отношениями шага резания t к толщине стружки h , которое, в соответствии с данными ранее выполненных исследований, находится в диапазоне $t/h = 2...4$.

Вопросы уменьшения пылеобразования при погрузке отбитой руды шнеками [3].

Таким образом, разработка имитационной модели рудопотоков для горнодобывающих предприятий является актуальной темой для научно-исследовательской работы. Благодаря моделированию грузопотоков появляется возможность планирования горных работ. Предложенные подходы позволят снизить затраты на процессы добычи и обогащения калийной руды и снизить себестоимость продукции.

Библиографический список

1. Тетерина Р.Х., Сабиров Л.Я., Кириченко Л.Н. *Технология флотационного обогащения калийных руд – Пермь, «Соликамская типография», 2002 г. – 485 с.*
2. *Разработка мероприятий по улучшению гранулометрического состава калийной руды, отделяемой от массива резами исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов: отчет о НИР / ФГБОУ ВУ ПНИПУ; рук.: Г.Д. Трифанов; исполн.: Н.В. Чекмасов, Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов, А.Б. Максимов. Пермь, 2018, – 145 с.*
3. *«Обоснование параметров погрузочного оборудования проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р» / А.Е. Суханов,*

А.Б. Максимов // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых: материалы XI Всероссийской научно-технической конференции / М-во образования и науки Рос. Федерации, Пермский нац. исслед. политехн. ун-т – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018, – с. 433–436.

УДК 621.926

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ
КАЛИЙНОЙ РУДЫ К ФЛОТАЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНЫХ
ДРОБИЛОК**

Писарев Д.Ю., Яковлев Е.С.

Научный руководитель Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрена эффективность технологической схемы подготовки калийной руды к флотации с использованием только молотковой дробилки и стержневой мельницы. Предложены два варианта обустройства отделения подготовки калийной руды к обогащению с использованием центробежно-ударных дробилок.

Руда, поступающая на обогатительную фабрику, подвергается предварительной классификации на грохоте. Надрешетный продукт подается на дробилку, а подрешетный продукт отправляется на дуговое сито. Для классификации используется грохот. Дробление руды осуществляется до крупности 0 – 10 мм [1].

После дробления руда смешивается с маточником, и полученная пульпа подается в дуговое сито 3. Надрешетный продукт подается в стержневые мельницы 4, где происходит измельчение пульпы, а подрешетный продукт направляется на обезшламливание. После измельчения пульпа подается на сита 5 для классификации. Надрешетный продукт подается обратно в стержневые мельницы.

Однако при такой рудоподготовке к флотации качество ее не оптимально: много частиц с размером $-0,2$ мм и большое количество частиц с размером, превышающим $+5$ мм, которые необходимо дополнительно измельчать после отсева на дуговых си-