

ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ

Батюков С. В., Кукин Д. П.

Кафедра теоретических основ электротехники, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {batiukov, kukin}@bsuir.by

В настоящее время в состав объединения «Беларуськалий» входят четыре рудоуправления, а также вспомогательные и обслуживающие подразделения. В состав каждого рудоуправления входят рудник для подземной добычи калийной руды и обогатительная фабрика для ее переработки и выпуска минеральных калийных удобрений в форме мелкозернистого, мелкокристаллического и гранулированного концентрата хлористого калия. Концентрат хлористого калия является основным продуктом деятельности объединения.

ВВЕДЕНИЕ

Для обогащения калийной руды используются два основных метода: флотационный и галургический. При флотационном обогащении добытая руда проходит пять этапов: рудоподготовку; основную и перечистную шламовые флотации; основную и три перечистных флотации сильвина; сгущение и обезвоживание продуктов флотации; сушку и, при необходимости, дополнительную обработку антислеживателями и антипылителями. Галургический метод обогащения включает в себя семь этапов: рудоподготовку; выщелачивание KCl горячим щелочным раствором; сгущение раствора; осветление насыщенного солевого раствора; вакуум-кристаллизацию; сгущение суспензии кристаллизата; сушку готовой продукции.

I. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФЛОТАЦИИ

При флотационном методе обогащения содержание KCl на выходе основной стадии процесса составляет 90,5–92,5%, поэтому для достижения соответствия продукции мировым стандартам (95 % KCl) приходится добавлять высокообогащенный KCl. Получаемые при флотационном процессе галитовые отходы из-за наличия токсичных соединений аминов непригодны для получения даже кормовой поваренной соли. Процент извлечения KCl из руды лежит в пределах 81–84 %, образуемые галитовые отвалы содержат до 3 % KCl. При галургическом методе обогащения на выходе получается продукт с содержанием KCl до 98 % (0,5–1 % влаги, 1–3 % NaCl). Галургический метод (в сравнении с флотационным) характеризуется меньшим расходом воды, реагентов и электроэнергии, но требует значительно большего расхода воды. Кроме того, галургический метод обеспечивает соответствие получаемого продукта мировым стандартам, а также позволяет использовать галитовые отходы для получения хлорида натрия. Но, при галургическом методе, кроме галитовых отвалов и шлама, образуются также отходы щелока, со-

держающие хлориды кальция и магния, что ведет к дополнительному загрязнению окружающей среды.

II. ФЛОТАЦИОННЫЙ МЕТОД

Более подробно рассмотрим флотационный метод. Наиболее ответственным [2,3] при флотационном обогащении является этап, на котором происходит как попадание части KCl в отвал, так и формирование качественных характеристик товарного концентрата. Наибольшее значение среди реагентов имеют собиратели и депрессоры [4,5]. Поскольку концентрированные растворы солей обладают хорошей пенообразующей способностью, то это обуславливает пониженные требования к реагентам-пенообразователям, но в ряде случаев требует применения регуляторов пенообразования. Помимо KCl и NaCl, в исходной руде содержатся глинистые примеси, обладающие развитой поверхностью. Они способны сильно диспергировать при измельчении руды и активно адсорбировать молекулы амина. Солевой шлам представлен тонкодисперсным сильвином и галитом крупностью 60 мкм, он образуется при переизмельчении минералов в процессе добычи, транспортировки, подготовки руды к флотации и непосредственно во флотационных камерах. Уже при нахождении в пульпе около 1% глинистых шламов процесс флотации почти полностью затухает [1, 5]. В руде Старобинского месторождения содержится от 4 до 8 % нерастворимого остатка. Это обстоятельство требует применения специальных реагентов – депрессоров и использования технологии предварительного обесшламливания руды для выведения глинистых шламов из пульпы, поступающей на флотационное обогащение. В качестве депрессора применяется дорогостоящее вещество – натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (техническое название – тилоза). Депрессирующее действие тилозы на флотоактивные глинистые шламы основано на гидрофилизации поверхности шламов за счет адсорбции на них молекул тилозы, благодаря чему резко ухудшаются условия адсорбции на шламах молекул собирателя,

и затрудняется выход глинистых шламов в пенный продукт. При смешивании раствора тилозы с пульпой происходит взаимодействие путем адсорбции на частицах нерастворимого остатка пленки тилозы, придающей им гидрофильность. Это мероприятие позволяет производить процесс флотации при значительном наличии нерастворимого остатка в пульпе флотации при ограниченном расходе дорогостоящего собирателя. Для эффективного ведения процесса флотации допускается лишь небольшой избыток реагентов по отношению к оптимуму, так как значительное превышение содержания реагентов над оптимальным приводит не только к дорогостоящим потерям, но в ряде случаев резко ухудшает коэффициент извлечения [7]. Равномерная (оптимальная) дозировка флотореагентов имеет решающее значение для стабилизации технологического процесса, а, следовательно, и для получения оптимальных технико-экономических показателей [8, 9]. Наиболее существенное влияние на концентрацию реагентов в пульпе оказывает также неравномерная подача руды, а также колебания содержания КСI в руде. Кроме реагентного режима, большое значение на качество флотации оказывает также соотношение между жидкой и твердой фазами. Изменением плотности пульпы можно регулировать соотношение между качеством концентрата и потерями в хвостах. На практике основную флотацию ведут в более густой пульпе для получения более высокого извлечения. Отношение q жидкое/твердое определяет время флотации, которое, в свою очередь определяет выход концентрата γ (в процентах) при заданном содержании α КСI в руде (рисунок 1). Оптимальное значение q (см. рисунок 1) лежит в пределах 2,5...3. Поскольку определяет значение на результаты флотации оказывает вероятность столкновения пузырьков воздуха с минеральными частицами, количество пузырьков и их дисперсность (степень аэрации) являются важными факторами в процессе флотации. Условия флотации также изменяются при флотации материала различной крупности. Увеличение расхода собирателя улучшает флотиремость крупных частиц, увеличение расхода пенообразователя (до определенных пределов) – флотиремость мелких. Флотация мелких частиц обычно требует большого расхода реагента депрессора, снижает скорость и селективность флотации. Слишком крупные частицы флотируются также плохо и вызывают потери КСI в хвостах флотации. Это связано с существованием предела размеров частиц, выше которого они

не способны удержаться на пузырьке при флотации.

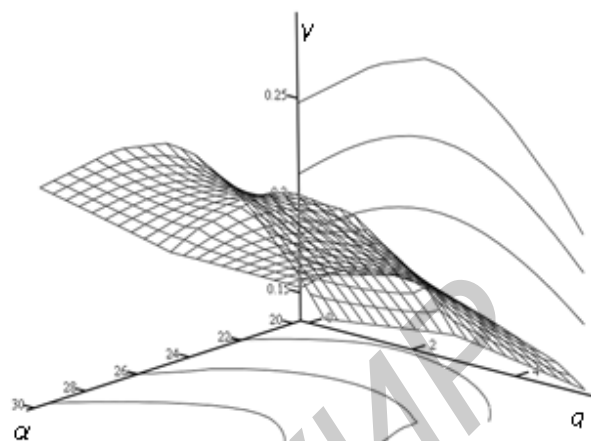


Рис. 1 – Зависимость выхода концентрата от весового соотношения жидкой и твердой фаз и процентного содержания КСI в руде

Мелкие частицы лучше всего флотируются в плотных пульпах, крупные – в разбавленных. Оптимальный размер частиц для каждого отдельного случая имеет, таким образом, индивидуальные значения.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смычник, А.Д.. Технология механизации разработки калийных месторождений / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет . – Мн.:Юнипак, 2005.– 224
2. Технология калийных удобрений: Учеб. пособие. / Под общ. ред. В.В. Печковского. – Мн.: Высшая школа, 1978. – 304 с.
3. Высоцкий, Э.А. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Э.А. Высоцкий, В.Н. Губин, А.Д. Смычник и др. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2003. – 260 с.
4. Глембоцкий, В.А. Основы физико-химии флотационных процессов / В.А. Глембоцкий. – М.: Недра, 1980. – 471 с.
5. Глембоцкая, Т.В. Возникновение и развитие флотации / Т.В. Глембоцкая. – М.: Наука, 1984.– 112 с.
6. Разумов, К. А. Проектирование обогатительных фабрик: Учебник для вузов / К.А. Разумов, В.А. Перов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Недра, 1982. – 518 с.
7. Флотация растворимых солей / Под ред. В.А. Глембоцкого и Х.М. Александровича. – Мн.: Наука и техника, 1971. – 212 с.
8. Глембоцкий, В.А. Флотационные методы обогащения: Учебник для вузов по спец. «Обогащение полезных ископаемых». – М.: Недра, 1981. – 304 с.
9. Агошков, М.И. Разработка рудных месторождений / М.И. Агошков. – М.: Металлургиздат, 1954. – 616 с.
10. Определение оптимальных параметров проведения безынерционной флотации в аппаратах непрерывного и периодического действия / Загоскина Н. В. // Хим. промышленность. – 2004. – № 12. – С. 626-632.