

Дубина Е.С. Науч. рук. Морзак Г.И.
**Направления по снижению воздействий на
окружающую среду отходов калийных предприятий**

БНТУ, ФГДЭ, гр. 30203112

Для переработки сильвинитовых руд в коммерческую продукцию применяют следующие методы обогащения [1]:

- флотационный;
- галургический;
- электросепарация;
- гравитационный.

Промышленное применение нашли в основном только флотационный и галургический методы.

Галургический метод обогащения основывается на различной растворимости хлористого калия и хлористого натрия при повышении температуры. При раздельном растворении с повышением температуры растворимость хлористого калия резко увеличивается, в то время как растворимость хлористого натрия увеличивается незначительно. При совместном растворении растворимость хлористого калия при повышении температуры резко увеличивается, а растворимость хлористого натрия незначительно уменьшается.

Сущность галургического метода состоит в том, что хлористый калий выщелачивают из сильвинита горячим оборотным щелоком, а оставшийся не выщелачиваемый галит направляется в отвал. Полученный горячий крепкий щелок проходит очистку от солевого и глинистого шламов путем отстаивания. Из осветленного горячего щелока производят кристаллизацию хлористого калия. Полученные кристаллы хлористого калия отделяют от

охлажденного маточного щелока, сушат и выпускают в качестве продукции, а маточный щелок после подогрева возвращают на выщелачивание новых порций хлористого калия [2].

Основные достоинства галургического способа:

- возможность получения продукта высокого качества (98 - 99 %);
- возможность комплексного использования сырья;
- высокое извлечение (87-89 %).

Основные недостатки галургического способа:

- большие расходы тепла и пара;
- высокая коррозия аппаратуры из-за высоких температур;
- получение мелкокристаллического продукта, который слеживается.

Технологический процесс переработки сильвинитовой руды галургическим способом состоит из следующих стадий [2]:

1. Дробление руды с предварительным грохочением;
2. Подогрев щелоков;
3. Растворение руды;
4. Фильтрация галитовых отходов;
5. Осветление насыщенного щелока;
6. Кристаллизация хлористого калия;
7. Сгущение и центрифугирование хлоркалийевой суспензии;
8. Сушка хлористого калия и подогрев продукта перед грануляцией;
9. Удаление отходов производства;
10. Гранулирование хлористого калия;
11. Складирование, хранение и погрузка;
12. Охлаждение оборотной водой и резерв щелоков;
13. Приготовление реагентов;

14. Обработка хлористого калия реагентами пылеподавителями;

15. Фасовка и затаривание хлористого калия;

16. Эксплуатация компрессорной станции.

Флотационный метод обогащения является наиболее распространенным. Основан этот метод обогащения на различной способности поверхности минералов сильвина и галита смачиваться насыщенными растворами солей.

При флотационном методе обогащения через обработанную ранее флотореагентами руду пропускают воздух. Частицы сильвина имеющие гидрофобную поверхность прикрепляются на пузырьке воздуха и переходят в пенный продукт (сильвиновый концентрат). Частицы галита имеющие гидрофильную поверхность остается в камере флотомашине (хвосты). Сильвиновый концентрат подвергается обезвоживанию и сушке, а хвосты после обезвоживания транспортируется на солеотвалы [1].

Основные достоинства флотационного метода:

- процесс проводится при нормальных температурах; малые расходы тепла и воды;
- продукт менее слеживается;
- готовый продукт представлен природными зёрнами крупностью от 1 до 3 мм.

Основные недостатки флотационного метода:

- невысокое извлечение (85 - 86 %);
- невозможность получения высококонцентрированного удобрения, массовая доля KCl не превышает 95,5 %;
- применение в качестве собирателей дорогостоящих амин - повышение себестоимости продукции;
- невозможность переработки хвостов содержащие амины.

Процесс флотационного обогащения сильвинита состоит из следующих стадий [2]:

1. Дробление руды с предварительным грохочением.
2. Измельчение руды с предварительной и поверочной классификацией.
3. Обесшламливание руды.
4. Флотация сильвина.
5. Сгущение и обезвоживание хвостов флотации.
6. Обезвоживание концентрата.
7. Сгущение шламов.
8. Выщелачивание хлорида натрия из концентрата.
9. Сушка хлористого калия.
10. Гранулирование мелкого калия.
11. Погрузка хлористого калия.
12. Приготовление реагентов.
13. Складирование отходов производства.

В основе гравитационного способа лежит разделение по плотности минералов в тяжелых средах. Минералы, плотность которых меньше плотности среды всплывают в ней, а имеющие большую плотность тонут. Этот метод пригоден для обогащения руд, минералы которых имеют различную плотность.

В качестве тяжелых сред применяют тяжелые жидкости или суспензии, последние получают добавлением, например, к насыщенному раствору солей тонкоизмельченного минерала с большой плотностью (магнетит, барит, кварцевый песок и т.д.).

Гравитационным обогащением, невозможно получать высококонцентрированные калийные удобрения с одновременно высоким извлечением KCl из руды, поэтому применяют гравитационное обогащение в сочетании, например, с флотационным методом [1, 3].

Основные достоинства гравитационного способа:

- небольшая энергоемкость;
- простота проведения процесса; возможность переработки части руды при более крупном дроблении.

К недостаткам данного способа относятся:

- невысокое качество концентрата (65-70% хлористого калия);
- высокие потери сильвина с хвостами.

В основе электросепарации лежит различная способность минералов, входящих в состав руды, приобретать, например, при трении, заряды разного знака. Размолотые до определенной крупности частицы руды подвергаются термической обработке (нагревают, а затем охлаждают) при непрерывном перемешивании. В результате этого на поверхности частиц сильвина и галита возникают электростатические заряды разных знаков. Обработанную руду подают в электросепаратор, где частицы минералов свободно падают в электрическом поле постоянного напряжения и в зависимости от знака заряда отклоняются в сторону электродов разной полярности, т.е. происходит разделение исходного сырья на концентрат, промежуточный продукт и "хвосты". Иногда обогащаемую руду предварительно обрабатывают специальными реагентами, что создает значительную разницу в электропроводности разделяемых минералов. Затем обработанную руду подают в сепаратор, где и происходит обогащение [1, 3].

Основные достоинства электросепарации:

- малая энергоемкость;
- простота конструкции применяемого оборудования и отсутствие необходимости тонкого измельчения;
- проведение процесса в сухом виде, создающее возможность для сухого складирования отходов производства и вследствие этого значительно улучшающее охрану окружающей среды.

Основные недостатки электросепарации:

- невысокое качество концентрата (крупнозернистый концентрат содержит до 92% хлористого калия, а мелкозернистый – до 82%).

В производстве различных калийсодержащих удобрений образуется значительное количество отходов. Так, при получении хлористого калия из сильвинита флотационным и галургическим методами основными отходами производства являются галитовые отвалы и глинисто-солевые шламы.

При переработке сильвинитовых руд на каждую, тонну хлористого калия получают 3 – 4 т галитовых отходов (отвалов). Основным компонентом галитового отвала является хлористый натрий. Кроме того, галитовые отходы содержат небольшое количество хлористого калия, хлористого магния, сульфата кальция, брома, нерастворимого остатка и некоторые другие компоненты [2].

В настоящее время основное количество галитовых отходов складировается на поверхности земли в солеотвалы, которые занимают большие площади ценных пахотных земель.

Галитовые отвалы являются постоянным источником засоления почв и подземных вод в районах их расположения. Рассолы с содержанием солей до 300 г/л образуются за счет растворения солеотвалов атмосферными осадками, конденсационной влаги, отжатия свежих галитовых отходов, имеющих начальную влажность 10 – 12%, которая при складировании понижается до 5 – 8%.

Образующиеся рассолы проникают в подземные воды и, достигнув водоупора, распространяются в горизонтальном направлении до выхода подземных вод на поверхность.

В решениях правительства Республики Беларусь, принятых в последние годы по вопросам охраны окружающей среды и рационального использования

природных ресурсов, остро поставлена проблема сокращения количества отходов калийных предприятий, их переработки и снижение вредного влияния на растительный и животный мир. Комплексное решение поставленных задач включает [4]:

- внедрение селективной разработки месторождений;
- совершенствование способа захоронения галитовых отходов;
- рациональное использование солеотвалов;
- производство поваренной соли из галитовых отходов.

Сущность метода селективной разработки месторождений состоит в том, что происходит выемка в горную массу сильвинитовых прослоев, а промежуточный прослой галита и глины остаётся в разрабатываемом пространстве. Применение такой выемки позволит:

- уменьшить количество галитовых отходов за счёт уменьшения количества выдаваемой на поверхность пустой породы,
- сократить площади земель для складирования отходов и вредное воздействие галитовых отходов на окружающую среду,
- уменьшить оседание земной поверхности, повысить извлечение ценного компонента.

Для уменьшения воздействия галитовых отходов возможна их закладка в выработанное пространство после разбавления рассолом [4].

Преимущества селективной технологии добычи сильвинитовой руды состоят в следующем:

- 1) резко повышается качество добываемой руды (до 35 – 37 % KCl);
- 2) значительно снижаются потери полезного ископаемого (извлечение руды из недр достигает 80 – 90%);

3) уменьшается количество галитовых отходов (около 30% твердых отходов остается в подземных выработках).

При современных масштабах производства хлористого калия из сильвинита количество получаемых ежегодно галитовых отходов составляет десятки миллионов тонн. Эти отходы лишь частично могут быть переработаны на содопродукты и поваренную техническую соль. Значительная часть их не находит сбыта и подлежит захоронению. Одним из способов захоронения галитовых отходов является закладка их в выработанное шахтное пространство [5].

В настоящее время твердые галитовые отходы складировуют на поверхности земли в виде солеотвалов высотой 25 – 30 м. В целях охраны окружающей среды и сохранения земельных угодий разработан и применяется способ высотного складирования галитовых отходов.

При трехъярусном складировании отходов в солеотвалы высотой 100 м отчуждаемые площади земель сокращаются в 3 – 3,5 раза, в такой же мере снижается образование рассолов от выпадения атмосферных осадков [6].

Наиболее перспективным и экономически целесообразным направлением использования галитовых отходов является производство поваренной соли. Хлористый натрий, или поваренная соль, – важнейшее химическое сырье, применяется также в качестве приправы к пище, как консервирующее средство, для кормления скота. Так, средняя годовая норма потребления соли в пищу на одного человека составляет 8 – 8,5 кг, а общее потребление, включая промышленное, достигает в некоторых странах 75 кг/год.

Переработка галитовых отходов в различные сорта поваренной соли должна заключаться в удалении из них примесей, в том числе хлористого калия, нерастворимого остатка и токсически действующих веществ [4].

Библиографический список

1. Печковский В.В. Технология калийных удобрений / В.В. Печковский, Х.М. Александрович, Г.Ф. Пинаев; под ред. В.В. Печковского. – М.: Высшая школа, 1968. – 264 с.;
2. Промышленный технологический регламент № 4-06 производства галургического хлористого калия СОФ 4 РУ: утв. ОАО "Беларуськалий". – Солигорск, 2016. – 190 с.;
3. Способ получения хлористого калия и хлористого натрия: пат. 2019536 Россия, Л.М. Папулов, И.А. Михайлова, Н.А. Мартышенко, Н.А. Бормотова, Н.Н. Мещерякова, Л.В. Якимова, А.В. Радусhev; заявитель ОАО «Уралкалий», опубли. 15.09.2004// Бюл. №4. – С.10;
4. Васина М. В., Бруева О. Ю. Пути решения проблем в области обращения с отходами // Молодой ученый. — 2015. — №19. — С. 90-92. — URL <https://moluch.ru/archive/99/22193/> (дата обращения: 01.05.2018);
5. Инструкция по обращению с промышленными отходами в ОАО «Беларуськалий»: утв. ген. директором ОАО «Беларуськалий» 26.05.2017. – Солигорск: ОАО «Беларуськалий», 2017. – 37 с.;
6. Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. Отходы производства и потребления и влияния на природную среду - Минск 2011.- 245 с.