

результате выщелачивания не наблюдалось образование легкой фракции. Химический анализ раствора показал, что в раствор перешел только индий в количестве 253 мг/л. Идий и германий в растворе не обнаружены.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что для извлечения редких металлов из состава клинкера выщелачивание соляной кислотой не дает положительных результатов. Применение серной кислоты неэффективно вследствие образования кремниевой кислоты, которая мешает процессу извлечения металлов в раствор. Поэтому есть необходимость проводить исследования по извлечению редких металлов другим способом, таким как электрохлоринация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакерник М.М., Пахомова Г.Н. Металлургия цинка и кадмия. – М.: Металлургия, 1969. – 520 с.
2. Вестник ООО "Медногорский медно-серный комбинат" (RU).
3. Букульбаева Н.С., Эдилканова М.Э., Кокаева Г.А. Обзор технологий переработки клинкера вельц печей // Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева. – 2023. – №2. – С. 45–52.

УДК: 661.152.32

М.Б. Мавлянов

(Ташкентский химико-технологический институт, Янгиерский филиал);

А.У. Эркаев, М.Ш. Адилова, А.Н. Бобокулов

(Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Узбекистан)

E-mail: kafedranmkt@mail.ru тел: (97) 0074774

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГАЛУРГИЧЕСКОГО СПОСОБА ОБОГАЩЕНИЯ КАЛИЙНЫХ РУД ТЮБЕГАТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Основным целевым продуктом калийной промышленности является хлорид калия (KCl), который может служить как в качестве самостоятельного удобрения, так и сырьем для получения калиевых солей – сульфата, карбоната, нитрата и др. Кроме этого, соли калия входят в состав некоторых сложных удобрений, например, нитроаммофоски и аммофоски (NPK удобрения), содержащих три питательных элемента: фосфор, азот и калий.

Сырьем для получения хлорида калия в Узбекистане служат сильвинитовые руды месторождения Тюбегатан. Запасы калийного сырья в Узбекистане оцениваются миллионами тонн (в пересчете на K₂O). Наличие запасов калийных солей и потребность в калийных

удобрениях обуславливают и необходимость переработки руды. Промышленными методами производства хлорида калия из сильвинита в основном являются флотационный и галургический.

В настоящее время на большинстве фабрик перерабатывающих сильвинитовые руды в хлористый калий с применением флотационного способа. Однако применение флотации при значительном содержании в руде нерастворимого остатка приводит к повышенному расходу реагентов и снижению извлечения калия в конечный продукт. Кроме того, известны случаи, когда хлористый калий, получаемый по флотационному способу и содержащий значительное количество нерастворимых примесей, слеживался, причем применение известных методов борьбы с этим свойством не давало положительных результатов [1–3].

При переработке сильвинитов галургическим способом шламы не вызывают таких затруднений, наблюдается более высокая степень использования сырья, особенно при переработке низкосортных калийных руд, с высоким содержанием нерастворимого остатка.

При применении галургического способа можно получить хлорид калия высокой 99%-ной концентрации. И при этом образуется чистый хлорид натрия, который можно использовать как пищевую соль или для получения различных натрийсодержащих веществ. Проведен теоретический анализ галургического способа обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения на основе диаграммы растворимости $KCl-NaCl-H_2O$ при температурах 25 и 100⁰C.

В качестве исследования взяты 5 образцов сильвинита, содержащего, KCl , мас. %: 1 – 9,2, 2 – 13,2, 3 – 18,3, 4 – 26,1, 5 – 31,1.

Для проведения графического анализа в тройной системе без учета н.о. сумму KCl и $NaCl$ принимаем 100%, исходное содержание сырья ($A_1, A_2...A_5$) были введены в фигуративные точки $KCl-NaCl$ координат бинарных твердых солей диаграммы $KCl-NaCl-H_2O$ (рис. 1).

Процесс растворения осуществлялся в двух вариантах: в первом варианте образцы растворяли в чистой воде, во втором в смеси воды и раствора M^{25} (1 : 1). Варианты осуществлялись двумя способами растворимости: полной и частичной.

По графическим расчетам видно, что при растворении по первому варианту (рис. 1) способом полного растворения (25 °C) с увеличением содержания KCl от 9,2 до 31,1% в сильвините снижается расход потребляемой воды с 2,66 до 1,94 т на тонну сильвинита для получения насыщенного раствора, в то время как при 100 °C расход воды снижается с 2,37 до 1,91 т. Когда процесс растворения

проводится при температуре 100 °С, расход воды меньше на 0,03–0,29 т, чем было бы необходимо для растворения образцов при температуре 25 °С. Полученные растворы очищаются от нерастворимых компонентов и изотермически выпариваются при 25 и 100°С, соответственно. Испарение прозрачных растворов продолжается до тех пор, пока лучи не пересекут поперечные сечения BE_{25} и BE_{100} .

В результате выпаривания первоначально в обеих изотермах кристаллизуется NaCl. С точки зрения энергосбережения, руда с содержанием менее 18,3 % KCl, полностью растворяется при 25 °С, испаряя 40–60 % воды, 41,1–58,3 % NaCl отделяется от общей массы сильвинита, а фильтрат с температурой 100 °С направляется на частичное растворение более концентрированный (18,3%) по KCl сильвинита. Шлам и фильтрат, из которого отделяются кристаллы NaCl, охлаждают до 25 °С и отделяют 94–96 % KCl из сильвинита.

При этом, количество воды, которое необходимо выпарить для насыщения раствора увеличивается с 2,19; 0,95 и 0,34 до 3,7; 2,25 и 0,41, т.е. в 1,03, 2,37 и 1,20 раза (при 25°С), соответственно. Однако, при 100 °С оно увеличивается с 2,21; 1,87 и 1,37 до 3,36; 2,61 и 1,9, то есть в 1,52; 1,39 и 1,38 раза.

В соответствие с вышеизложенным количество хлорида натрия, которое кристаллизуется во время испарения при 25 °С, уменьшается с 0,75; 0,57 и 0,19 до 0,70; 0,42 и 0,08, т.е. снижается в 1,42; 1,43 и 1,6 раза соответственно.

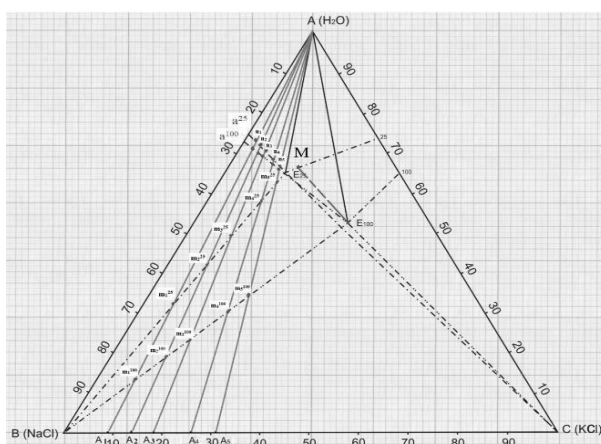


Рисунок – Графический расчет по первому варианту на основе диаграммы растворимости системы KCl–NaCl–H₂O

Также необходимо отметить, что если раствор, полученный при 100 °С, охладить до 25 °С, то в раствор, соответственно, выделяется 0,059; 0,115; 0,203 и 0,117; 0,205 и 0,310 т хлорида калия. При способе полного растворения по варианту 2 выход NaCl из выпаренного

раствора (при 100 °С) выше, чем в первом варианте: с 0,80; 0,73 и 0,53 повышается до 1,49; 1,10 и 0,75 т, т.е. в 1,86; 1,92 и 1,41 раза выход больше. При способе расворения выход чистой поваренной соли (хлорида натрия) и хлорида калия увеличиваются по сравнению с вариантом 1. На основе теоретического анализа предложена принципиальная схема комплексной переработки низкосортных сильвинитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mavlyanov M.B., Erkayev A.U., Adilova M.SH. Study of Low Silvinite Enrichment Process in Tubegatan Deposit // Published by:International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Asian Journalof Multidimensional Research, ISSN: 2350-0328, Vol 8, Issue 9, September 2021. India. – P. 18237–18241.

2. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Изучение процесса получения хлорида калия галургическим способом из сильвинита Тюбегатанского месторождения //«Univsum:технические науки» Выпуск:11(104) ноябрь, 2022. С.30-38.

3. Mavlyanov M.B., Bekchanov B.B., Adilova M.SH., Erkayev A.U. Study of the chemical and mineralogical composition of potassium ores of tubegatan mine//Science and innovation international scientific journal, Vol 2, Issue 25 October 2023. – P. 81–87.

УДК 669.872

Д.Б. Холикулов, д-р техн. наук, проф.,
зам. директора по научной работе и инновациям;
Х.Р. Хайдаралиев, докторант кафедры «Металлургия»;
Ш.Т. Хожиев, Ph.D., доц. кафедры «Металлургия»;
С.С. Муталибхонов, ст. преп. кафедры «Металлургия»
(Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического
университета им. Ислама Каримова, г. Алмалык, Узбекистан)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ФЕРРИТА ЦИНКА СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРАЗИНА СУЛЬФАТА

Феррит цинка (ZnFe_2O_4) представляет собой один из основных компонентов отходов гидрометаллургических процессов [1]. Наличие цинкового феррита затрудняет переработку цинкового кека. Он образуется при обжиге цинкового концентрата и препятствует полному переходу цинка в раствор при обработке серной кислотой. Стабильность феррита цинка усложняет извлечение металла [2]. Эффективная переработка феррита цинка позволяет извлекать цинк и железо, что