

ОЧИСТКА ВОДНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМ ОТ ЖЕЛЕЗА, АЛЮМИНИЯ И МАРГАНЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСТРАГЕНТА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Луцкий Д.С.¹, Иванов П.В.², Фялковский И.С.³, Олейник А.О.⁴, Никулина К.А.⁵

¹Луцкий Денис Сергеевич – кандидат технических наук, доцент;

²Иванов Павел Владимирович – кандидат технических наук, доцент;

³Фялковский Игорь Сергеевич – аспирант;

⁴Олейник Анастасия Олеговна – студент;

⁵Никулина Карина Андреевна – студент,

кафедра общей и физической химии, факультет переработки минерального сырья,
Санкт-Петербургский горный университет,
г. Санкт-Петербург

Аннотация: в статье показана потенциальная возможность применения различных органических растворов на основе растительных масел (подсолнечное, оливковое) с добавлением чистой олеиновой кислоты в качестве экологически чистых экстрагентов для извлечения железа, алюминия и марганца из водно-солевых систем. Получены зависимости степени извлечения ионов железа Fe (3+), Al (3+), Mn (2+) от кислотности водной фазы и типа органического растворителя.

Ключевые слова: экстракция, природные масла, железо, алюминий, марганец, экстрагент.

Гидрометаллургические способы переработки минерального сырья являются наиболее часто применяемыми для получения технологических растворов для дальнейшей переработки. Однако способы очистки данных растворов от сопутствующих целевым элементам железа, алюминия и марганца недостаточно изучены. Что подтверждает необходимость поиска и разработки новых технологий для извлечения и отделения целевых элементов от сопутствующих металлов (железа, алюминия, марганца и др.), с высокими коэффициентами разделения, позволяющих повысить комплексность переработки низко-концентрированного сырья [1].

Жидкостная экстракция – один из наиболее эффективных способов извлечения ионов металлов их различных водно-солевых систем [2-3].

Основой метода является диффузия извлекаемых элементов из водной фазы в органическую. Органическая фаза обычно состоит из органического растворителя и экстрагента. В процессе экстракции экстрагент играет роль активного компонента, взаимодействующего с ионами целевого металла в водной фазе, в свою очередь органический растворитель обуславливает такие свойства органической фазы, как гидрофобность или количество координированных молекул воды вокруг молекулы экстрагента, что в свою очередь влияет на его экстракционную способность [4].

Применимость олеиновой кислоты, которая значительно дешевле существующих аналогов, для выделения катионов металлов из водно-солевых сред отмечена в работе [5].

При использовании карбоновых кислот в качестве разбавителя применяют органические растворители, такие как керосин, хлороформ, дихлорметан, н-додекан, изо-додекан, н-деканол, н-гептан или н-гексан [6-7].

Подобные растворители обычно крайне токсичны, пожароопасны и не разлагаются в окружающей среде на безопасные составляющие. Растворимость данных растворителей в воде достаточно мала, однако, этого достаточно чтобы нанести значительный вред окружающей среде [3].

Таким образом, целью работы является поиск экологически безопасного аналога подобных растворителей эффективных для извлечения железа, алюминия и марганца из водно-солевых систем.

Растительные масла, такие как, пальмовое, рапсовое, кукурузное, подсолнечное имеют огромный потенциал для использования в качестве органических растворителей. Они нетоксичны, экологически безопасны, возобновляемы и биологически разлагаемы. Важно отметить, что большинство растительных масел значительно дешевле растворителей, полученных при переработке нефти.

Материалы и оборудование

В экспериментальной части работы была изучена экстракция железа (III), алюминия (III) и марганца (III) из водных растворов. Исходная концентрация металлов составляла 0,01 моль/кг. В качестве экстрагента применяли раствор олеиновой кислоты в различных растворителях (о-ксилл (ГОСТ 9410-78), оливковое масло (ГОСТ 21314-75)).

Оборудование и процесс экстракции

20 миллилитров органической фазы смешиваются с 200 миллилитрами водной фазы перемешивались с применением лабораторного экстрактора (ES-8110) в делительной воронке, скорость перемешивания 1000 об/мин. рН водной фазы в процессе экстракции поддерживался путем внесения в раствор

требуемого количества гидроксида натрия или азотной кислоты и контролировался рН-метром (Anion 7000). Перемешивание проводилось в течение 30 минут, до наступления равновесного рН водной фазы.

После перемешивания проводили расслаивание водной и органической фаз. Пробы органической и водной фаз анализировали на содержание Fe (III), Al (III), Mn (II) с применением рентгенофлуоресцентного спектрометра PANalytical Epsilon 3.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента были получены зависимости степени извлечения Fe (III), Al (III), Mn (II) от равновесного рН водной фазы при экстракции с применением различных растворителей при добавлении чистой олеиновой кислоты и без него.

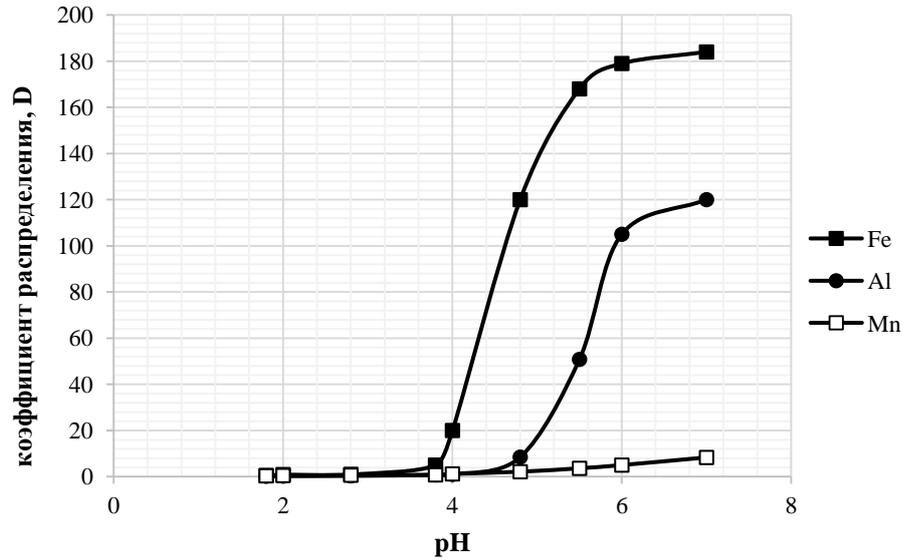


Рис. 1. Зависимость степени извлечения Fe (III), Al (III), Mn (II) от равновесного pH водной фазы при экстракции раствором олеиновой кислоты в *o*-ксилоле (0.5 моль/л)

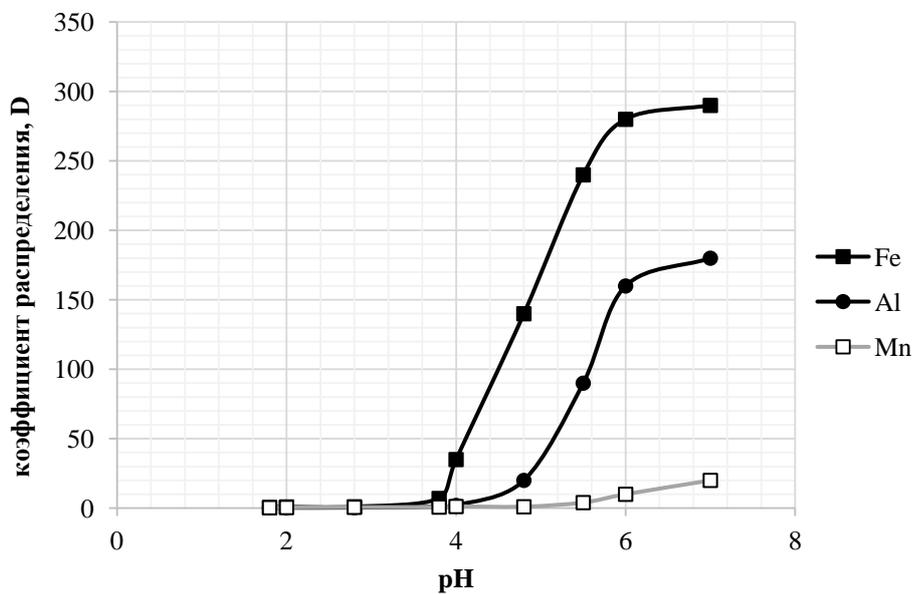


Рис. 2. Зависимость степени извлечения Fe (III), Al (III), Mn (II) от равновесного pH водной фазы при экстракции раствором олеиновой кислоты в оливковом масле (0.5 моль/л)

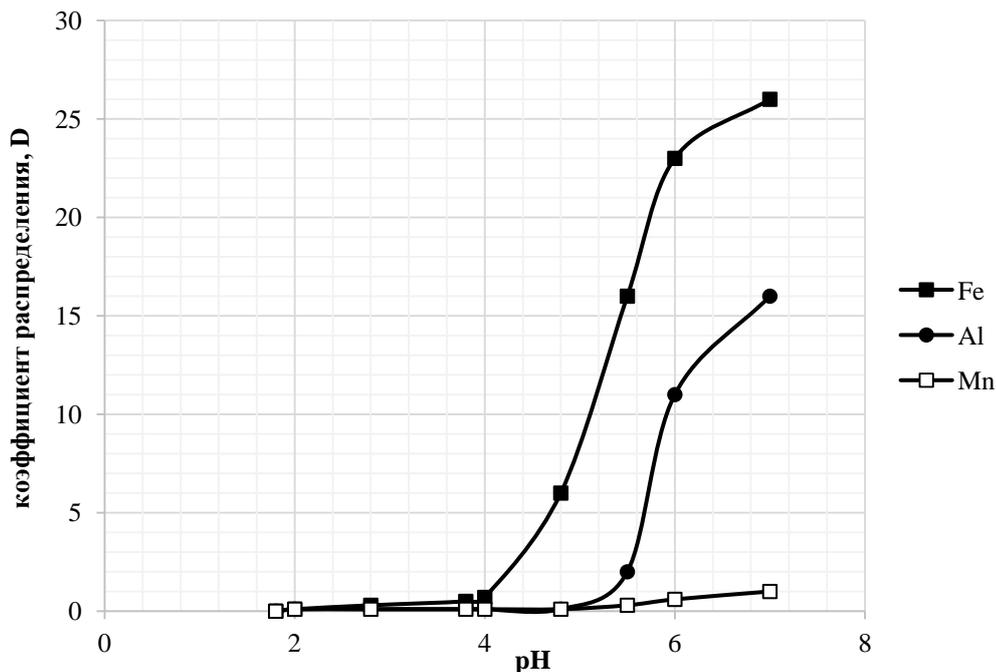


Рис. 3. Зависимость степени извлечения Fe (III), Al (III), Mn (II) от равновесного pH водной фазы при экстракции чистым оливковым маслом

Выводы

Во всех изученных экстракционных системах, наблюдаются схожие по форме сигма-образные зависимости степени извлечения Fe (III), Al (III), Mn (II) от pH;

Марганец, практически не извлекается в широком диапазоне pH, что создает предпосылку для разделения экстракционным методом. Алюминий практически не извлекается при pH менее 5.0, а железо менее 3.8.

Растительные масла без добавления чистой олеиновой кислоты являются низкоэффективными экстрагентами и играют больше роль растворителя, нежели дополнительного экстрагента.

Список литературы

1. Чиркст Д.Э., Луцкий Д.С., Луцкая В.А., Жуков С.В., Литвинова Т.Е. Разделение самария, европия и эрбия нафтеновой кислотой при стехиометрическом расходе экстрагента // Высокие технологии, фундаментальные исследования, экономика. Том 1, 2011. С. 305-308.
2. Луцкий Д.С. Применение растительных масел в качестве растворителей для экстрагентов, применяемых при извлечении редкоземельных элементов из водно-солевых систем. Д.С. Луцкий, Г.А. Штырц. European Research: Innovation in Science, Education and Technology // European research № 2 (13) / Сб. ст. по мат.: XIII межд. науч.-практ. конф. (Россия, Москва, 23-24 февраля 2016). М., 2016. С. 35-39.
3. Watson J.S. Separation Methods for Waste and Environmental Applications, Marcel Dekker, Inc., The United States of America, 1999.
4. Singh D.K., Singh H., Mathur J.N. Extraction of rare earths and yttrium with high molecular weight carboxylic acids / Elsevier, Hydrometallurgy, 2006. Vol. 81. P. 174–181.
5. Ren Z.Q., Zhang W., Dai Y., Yang Y., Hao Z. Modeling of effect of pH on mass transfer of copper(II) extraction by hollow fiber renewal liquid membrane, Ind. Eng. Chem. Res. 47 (2008) 4256-4262.
6. Memon S., Akceylan E., Sap B., Tabakci M., Roundhill D.M., Yilmaz M. Polymer supported calyx [4] arene derivatives for the extraction of metals and dichromate anions, J. Polym. Environ. 11 (2003) 67-69.
7. Simonin J.P., Hendrawan H., Dardoize F., Clodic G. Study of salt effects on the kinetics of extraction of cobalt(II) and zinc(II) at trace level by D2EHPA in n-dodecane, Hydrometallurgy. 69 (2003) 23-25.