**Межфазное распределение редкоземельных элементов в экстракционной системе ДТМПФК/фенол-вода**

***Яковлева С.А.1,2, Чикинёва Т.Ю.2, Зиновьева И.В.2***

*Студентка, 2 курса бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: yakovleva.sofya.2014@gmail.com*

Редкоземельные элементы (Р3Э) критически важны для производства постоянных магнитов, повсеместно используемых в электронике, энергетике и медицине [1]. При переработке неодимовых магнитов до сих пор существует проблема разделения РЗЭ, что приводит к постоянному поиску новых, более эффективных методов экстракции. Одним из перспективных классов экстрагентов являются глубокие эвтектические растворители (DES) [2]. DES имеют преимущество перед классическими экстрагентами, поскольку не требуют разбавителя, обладают более низкой летучестью, являются низкотоксичными. В связи с поставленной задачей переработки неодимовых магнитов нами предложен DES на основе ди(2.4.4-триметилпентил)фосфиновой кислоты (ДТМПФК) и фенола в мольном соотношении 1:3 в качестве экстрагента. Выбор органической кислоты в качестве компонента DES обоснован литературными данными, фенол позволяет обеспечить растворимость экстрагируемого соединения. Предложенный нами DES обладает низкой вязкостью, стабильностью и дешевизной.

В рамках исследования установлены закономерности извлечения трехвалентных РЗЭ (Pr, Nd, Tb, Dy, Yb) с использованием DES ДТМПФК/фенол. Изучено влияние кислотности водной среды, концентрации высаливающего агента, соотношения фаз и содержания компонентов в экстрагенте на эффективность экстракции ионов РЗЭ. Было установлено, что процесс экстракции происходит по катионообменному механизму согласно уравнению:

Me 3+ (вод) + 3HA(орг) = MeA3(орг) + 3H+ (вод), (1)

где HA(орг) – мономерная форма ДТМПФК в гидрофобном глубоком эвтектическом растворителе. Подстрочные индексы (орг) и (вод) обозначают органическую и водную фазы, соответственно.

Уравнение подтверждено на основании данных зависимостей: логарифма коэффициента распределения от равновесного значения pH, а также зависимости степени извлечения от концентрации высаливателя. Степень извлечения ионов РЗЭ увеличивается с уменьшением их радиуса: для Yb составляет 95.22 %. Коэффициент разделения равный 14 достигается для металлов Yb и Pr при pHисх (4.8). В ходе изучения реэкстракции металлов из органической фазы наибольшая степень реэкстракции наблюдалась при использовании 0.5 М раствора HCl и HNO3. Кроме того, подтверждена стабильность экстрагента ДТМПФК/фенол в условиях многократных циклов экстракции-реэкстракции.

Полученные результаты имеют практическое значение для создания практически удобных и экономически выгодных технологий переработки отработанных NdFeB-магнитов гидрометаллургическими методами.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-00667.*

1. Chundawat N.S., Jadoun S., Zarrintaj P., Chauhan N.P.S. Lanthanide Complexes as Anticancer Agents: A Review // Polyhedron. 2021. V. 207. Р. 115387. doi:10.1016/J.POLY.2021.115387.

2. Zinov’eva I.V., Kozhevnikova A.V., Milevskii N.A., Zakhodyaeva Yu.A., Voshkin A.A. Extraction of Cu(II), Ni(II), and Al(III) with the Deep Eutectic Solvent D2EHPA/Menthol // Theor. Found. of Chem. Eng. 2022. V. 56. Р. 221. doi:10.1134/S0040579522020178.