

ЭВОЛЮЦИЯ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В ЖИДКОСТЬ-ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

А.А. Вошкин, Ю.А. Заходяева

Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, г. Москва, Россия

Разработка химико-технологических процессов разделения компонентов жидких смесей является задачей, актуальность которой возрастает с каждым годом. Особое значение эти процессы имеют для создания новых высокоэффективных технологий замкнутого цикла, обеспечивающих рециклинг стратегически важных металлов, необходимых для создания широкого спектра функциональных материалов. Одним из наиболее доступных, универсальных и эффективных методов извлечения, разделения и очистки веществ является жидкостная экстракция. Очевидно, что сложность задач разделения и важность соблюдения требований экологической безопасности диктуют необходимость разработки новых гетерогенных систем жидкость – жидкость.

За последние годы предложен ряд экстракционных систем, которые могут заменить классические для жидкостной экстракции органические растворители (керосин, гексан, толуол и т.п.). Благодаря своим, зачастую уникальным, физико-химическим свойствам гетерогенные системы на основе водорастворимых полимеров и глубоких эвтектических растворителей обеспечивают новые степени свободы в управлении селективностью экстракционного разделения.

Таким образом, в докладе будут представлены современные данные по актуальным подходам к синтезу и применению экстракционных систем, отвечающих ключевым требованиям «зеленой» химии [1–9]. Особое внимание будет уделено новому типу экстрагентов (растворителей) – глубоким эвтектическим растворителям.

Результаты получены в рамках гранта «Глубокие эвтектические растворители – инструмент создания доступных "зеленых" технологий» РНФ (№ 20-13-00387) и гранта «Разработка экстракционных методов выделения ионов металлов из технологических растворов переработки отходов электроники» РФФИ (№ 18-29-24170).

1. Milevskii N.A., Zinov'eva I.V., Zakhodyaeva Yu.A., Voshkin A.A. Separation of Li(I), Co(II), Ni(II), Mn(II), and Fe(III) from hydrochloric acid solution using a menthol-based hydrophobic deep eutectic solvent. *Hydrometallurgy*. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2021.105777>
2. Федорова М.И., Заходяева Ю.А., Баранчиков А.Е., Кренев В.А., Вошкин А.А. Экстракционная переработка Fe, Ni-содержащих элементов Ni-MH аккумуляторов. *Журнал неорганической химии*. 2021. <https://doi.org/10.1134/S003602362102008X>
3. Voshkin A., Solov'ev V., Kostenko M., Zakhodyaeva Y., Pokrovskiy O. A doubly green separation process: Merging aqueous two-phase extraction and supercritical fluid extraction. *Processes*. 2021. <https://doi.org/10.3390/pr9040727>
4. Федорова М.И., Заходяева Ю.А., Зиновьева И.В., Вошкин А.А. Извлечение легких редкоземельных элементов из нитратных растворов с использованием полиэтиленгликоля-1500. *Известия Академии наук. Серия химическая*. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11172-020-2908-2>
5. Федорова М.И., Зиновьева И.В., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Экстракция Fe(III), Zn(II) и Mn(II) в системе с "зеленым" растворителем для тиоцианата триоктилметиламмония. *Теоретические основы химической технологии*. 2020. <https://doi.org/10.1134/S0040579520020037>
6. Федорова М.И., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Межфазное распределение Fe(III) и Zn(II) в хлоридных системах с Aliquat 336 в полипропиленгликоле 425. *Теоретические основы химической технологии*. 2020. <https://doi.org/10.1134/S0040579520030021>
7. Zakhodyaeva Y.A., Zinov'eva I.V., Tokar E.S., Voshkin A.A. Complex extraction of metals in an aqueous two-phase system based on poly(ethylene oxide) 1500 and sodium nitrate. *Molecules*. 2019. <https://doi.org/10.3390/molecules24224078>
8. Zakhodyaeva Y.A., Rudakov D.G., Voshkin A.A., Timoshenko A.V., Solov'ev V.O. Liquid-liquid equilibrium of aqueous two-phase system composed of poly(ethylene oxide) 1500 and sodium nitrate. *Journal of Chemical and Engineering Data*. 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.8b01138>
9. Zakhodyaeva Y.A., Voshkin A.A., Izyumova K.V., Solov'eva M.S. Extraction separation of the components of leach liquors of batteries. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2017. <https://doi.org/10.1134/S0040579517050244>