

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ЛИТИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОНИРОВАННЫХ ПОЛИТИТАНАТОВ КАЛИЯ

В условиях современного быстро развивающегося общества литий считается одним из наиболее востребованных материалов для применения в различных областях промышленности, особенно для мобильных источников энергии.

Основными источниками лития выступают отложения соляных озер и горные породы – пегматиты. Почти 60% лития получают из рассола осаждением известковой соды в виде карбоната лития (Li_2CO_3) путем выпаривания. Известно несколько исследований с использованием различных осаждающих агентов и условий данного процесса [1, 2]. Испарение в этом процессе осуществляется за счет солнечного света – основного источника энергии, что делает производство лития из соляных озер более доступным по сравнению с другими методами и источниками. Однако указанный процесс занимает достаточно длительное время от 12 до 18 месяцев. Кроме того, после процесса испарения возникает необходимость отделения ионов других металлов по разнице растворимости, что вызывает трудности по извлечению лития с высокой эффективностью, особенно когда ионы лития отделяются от ионов магния. В дополнение, во время этого процесса образуется большое количество промышленных отходов, приводящих к нежелательному загрязнению окружающей среды.

Другим методом извлечения лития является процесс ионного обмена селективными по отношению к ионам лития адсорбентами [3]. Традиционными материалами, используемыми в данном методе, являются оксиды марганца со структурой шпинели, которые работают как литий ионное сито [4]. Они являются высокоселективными к иону лития и эффективными для его извлечения. Однако регенерация адсорбентов занимает пару недель. Кроме того, ионы марганца в адсорбенте растворяются во время регенерации, ограничивая повторное использование [5].

В данной работе в качестве новых сорбентов для ионов лития предлагается использовать протонированные полититанаты калия (ПТКП). Материалы получены путем обработки рентгеноаморфного

слоистого полтитаната калия, синтезированного в гидроксидно-соле-вом расплаве и характеризующего рН суспензии ~10-11, в растворах серной кислоты при стабильных значениях водородного показателя от 2.0 до 7.0 с шагом 1.0. Процесс протонирования обеспечивает высокую удельную поверхность исследуемых сорбентов и увеличение межслой-ного расстояния, что в совокупности обеспечивает необходимую эф-фективность извлечения ионов лития из водных растворов и дает воз-можность нанесения сорбентов на твердую подложку для их широкого промышленного применения. Различная кислотность среды во время протонирования оказывает влияние на состав и структуру образую-щихся продуктов, что вызывает дополнительный научный интерес.

Сорбционная способность ПТКП исследована на примере вод-ного раствора LiCl с концентрацией 10 ммоль/л при концентрации сор-бентов 5 г/л. Концентрация ионов лития в растворе определяли потен-циометрическим методом с использованием иономера лабораторного И-160МП, оснащенного литий-селективным электродом ЭЛИС-142Li, через 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240 минут.

Эффективность извлечения ионов лития протонированными полтита-натами калия рассчитывали по формуле:

$$\text{Э, \%} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

где C_0 – исходная концентрация ионов лития в растворе, ммоль/л; C_t – концентрация ионов лития в растворе в момент времени t , ммоль/л. Эффективность извлечения ионов лития из водного раствора его хло-рида с использованием протонированных полтитанатов калия пред-ставлена в таблице 1.

Таблица 1. Эффективность извлечения ионов лития из водного раствора его хлорида с использованием протонированных полтитана-тов калия

№ п/п	Сорбент	Э, %
1	ПТКП (рН~2.0)	13.7±0.2
2	ПТКП (рН~3.0)	25.0±0.4
3	ПТКП (рН~4.0)	54.1±0.5
4	ПТКП (рН~5.0)	15.4±0.4
5	ПТКП (рН~6.0)	22.0±0.1
6	ПТКП (рН~7.0)	41.5±0.5

Наибольшую эффективность извлечения демонстрируют об-разцы, протонированные при рН ~ 4.0 и 7.0. В первом случае, предпо-ложительно, это связано с оптимальным замещением ионов калия на ионы гидроксония/водорода в процессе протонирования, достаточным

для увеличения удельной поверхности за счет эксфолиации слоистых частиц полититаната калия и недостаточным для начала процесса кристаллизации сорбентов, приводящем к обратному эффекту. Во втором случае – увеличением количества нейтральных и отрицательно заряженных центров сорбции, что благоприятно влияет на связывание катионов щелочного металла.

Установлено, что сорбционное квазиравновесие в системе суспензия ПТКП – водный раствор хлорида лития достигается спустя максимум 60 минут взаимодействия.

Таким образом, полученные полититанаты калия в зависимости от степени протонирования, обусловленной рН модифицирующей суспензии, характеризуются различной эффективностью извлечения ионов лития в диапазоне от 14 до 54 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bukowsky H., Uhlemann E., Steinborn D. The recovery of pure lithium chloride from “brines” containing higher contents of calcium chloride and magnesium chloride // *Hydrometallurgy*. – 1991. – Vol. 27. – № 3. – P. 317-325.
2. An F. P. et al. Observation of electron-antineutrino disappearance at Daya Bay // *Physical Review Letters*. – 2012. – Vol. 108. – № 17. – P. 171803.
3. Miyai Y., Ooi K., Katoh S. Recovery of lithium from seawater using a new type of ion-sieve adsorbent based on $MgMn_2O_4$ // *Separation Science and Technology*. – 1988. – Vol. 23. – № 1-3. – P. 179-191.
4. Chitrakar R. et al. Recovery of lithium from seawater using manganese oxide adsorbent ($H_{1.6}Mn_{1.6}O_4$) derived from $Li_{1.6}Mn_{1.6}O_4$ // *Industrial & engineering chemistry research*. – 2001. – Vol. 40. – № 9. – P. 2054-2058.
5. Nishihama S., Onishi K., Yoshizuka K. Selective recovery process of lithium from seawater using integrated ion exchange methods // *Solvent Extraction and Ion Exchange*. – 2011. – Vol. 29. – № 3. – P. 421-431.

Н.А. Бондарева, аспирант,
П.П.Пурыгин профессор, д.х.н., В.А. Ермохин, к.х.н.
(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТАУРИНА И АМИНОКАПРОНОВОЙ КИСЛОТЫ

В ходе проделанной работы нами были вновь синтезированы таурин и некоторые композиции на основе таурина и аминокaproновой