

УДК 548.5:544.6:54.05

<https://doi.org/10.30836/gbhgd.2024.38>

## АКТИВОВАНА ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ МІГРАЦІЯ ЛІТІЮ З МІНЕРАЛІВ У ВОДНИЙ РОЗЧИН

*Ярошук Д.А., Павлишин В.І., Швайка І.Д.*

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П.Семененка НАН України, м. Київ,  
Україна, [mitya.yaroshchuk@gmail.com](mailto:mitya.yaroshchuk@gmail.com), [V.I.Pavlyshyn@gmail.com](mailto:V.I.Pavlyshyn@gmail.com), [igor.d.shvayka@gmail.com](mailto:igor.d.shvayka@gmail.com).

## ELECTRIC CURRENT ACTIVATED MIGRATION OF LITHIUM FROM MINERALS INTO AQUEOUS SOLUTION

*Yaroschuk D.A., Pavlyshyn V.I., Shvayka I.D.*

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation NAS of Ukraine, Kyiv,  
Ukraine, [mitya.yaroshchuk@gmail.com](mailto:mitya.yaroshchuk@gmail.com), [V.I.Pavlyshyn@gmail.com](mailto:V.I.Pavlyshyn@gmail.com), [igor.d.shvayka@gmail.com](mailto:igor.d.shvayka@gmail.com)

This thesis describes an experimental work on electro-kinetic lithium extraction from spodumene and is meant to explore possibility of applying lithium migration effect from minerals to water in technological process of lithium extraction.

Отримання солей літію з природної сировини - ропи соляних озер чи літійвмісних мінералів - актуальна технологічна задача. Нині здебільшого використовують методи упарювання з подальшим виділенням солей літію хімічним шляхом при обробці ропи та гідрометалургійні, кислотні або лужні, схеми для отримання солей з літійвмісних мінералів. Обидва підходи є ресурсо- та енергоємними: для концентрування ропи - це випаровування великих об'ємів води; для гідрометалургійних - використання концентрованих кислот та лугів поряд з нагріванням до високих температур [1,2].

В умовах гіпергенезу (вивітрювання) кристалічного щита алюмосилікати, наприклад сподумен  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  та петаліт  $\text{Li}[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$ , після виносу з них літію, розпадаються на  $\text{SiO}_2$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . У цьому явищі нас цікавить саме процес розпаду сподумену та петаліту й подальша міграція літію у водний розчин, що взаємодіє з мінералами. Ми намагаємося прискорити цей природний процес та дослідити можливість застосувати це явище у технологічному процесі вилучення літію.

Ми спростили складну природну систему взаємодії твердої та рідкої фаз до лабораторної моделі, яка принципово складена з двох порожнин, заповнених водним розчином, між якими розміщено порцію подрібненого мінералу, який відділено від розчину пористою мембраною, що пропускає істинний розчин, але затримує частинки більші за розміром, аніж розмір пори мембрани. Саме таку модель було реалізовано у рамках роботи над дисертацією.

Концентрат сподумену, отриманий методом розділення у бромформі, являє собою 88% сподумену і залишок 12% кварцу у зростках зі сподуменом. Для обробки було приготовано подрібнену пробу класу крупності - 0,1 мм альфа-сподумену та бета-сподумену (прогрітого до 1020 °C). Під кожен зразок збиралася окрема комірка (рис.). Наважка зразку, масою один грам, з наповнювачем із стружки фторопласту поміщалася у електрохімічну комірку. Зразок відділено від камер з електролітом пористою мембраною виготовленої із фторопласту (PTFE) з розміром пор 0,45 мікрон. Камери, об'ємом 7 мл кожна, заповнені електролітом, розташовані з обох боків від зразка мінералу. У камерах

розташовано електроди з титанової пластини товщиною 0,1мм, шириною 10мм та довжиною 90 мм, згорнуті спіраллю для підвищення площі контакту пластини з рідиною. Титан було обрано через його стійкість до електроерозії під час електродних реакцій. В якості джерела струму використовували батарею 12 вольт та понижуючий стабілізатор побутового призначення з діапазоном регулювання 2-6 вольт та 1-4 ампер.

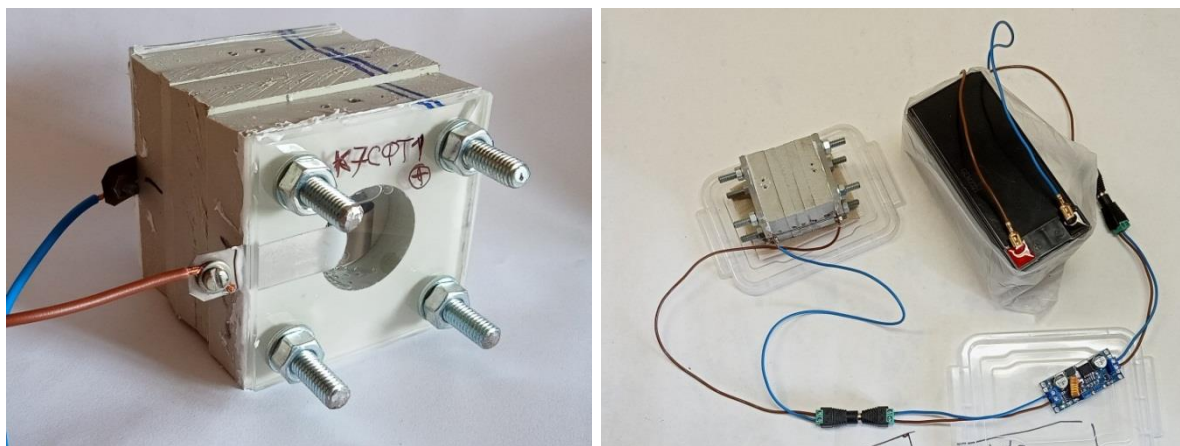


Рисунок. Електрохімічна комірка з листового поліпропілену та органічного скла та зовнішній вигляд з блоком живлення.

У першому експерименті використано електроліт 3% розчину нітрату натрію на дистилаті. Проби на аналіз відбиралися із електродних камер – окремо з плюсової та мінусової камер. Зразки відбиралися через різні проміжки часу знаходження під постійним струмом різної сили та напруги. Зразки аналізувалися на вміст літію на мас-спектрометрі ICP-MS Thermo Scientific Element-2. Найбільшим значенням за вмістом літію у пробі було 7 мг/л літію у розчині електроліту камери, до якої прикладався негативний потенціал. Отже, катіони літію, вилучені із кристалічної решітки оброблюваного мінералу, переходять у розчин і продовжують свій рух, спрямовані до негативного потенціалу, самі маючи позитивний заряд. Спостерігається зміна кислотності електроліту від рН 3 для камери з під'єднаним плюсовим контактом до рН 11 для камери з мінусовим, при тому, що розчин до обробки мав рН 6. Ефект контрастної зміни величини рН між камерами може відігравати важливу роль у протіканні іонного обміну. Під час протікання електрохімічного процесу спостерігається виділення бульбашок газу на позитивному електроді. Подальший план дослідження передбачає застосування замість нітрату натрію розчинів хлориду натрію, нітрату магнію та хлориду магнію.

Концепція електрокінетичного вилучення літію з мінералів може вирішити проблему екологічної шкоди, яка спричинюється концентрованими токсичними реагентами, що використовуються у гідрометалургійних процесах, використання високотемпературних енергоємних методів для переведення сподумену у бета модифікацію, що є кислото реакційною і дозволяє перевести літій у водний розчин в формі легкорозчинної солі, наприклад, сульфату літію, для подальшого виділення слабозчинних солей літію методом співосадження. Очищення отриманих солей літію від шкідливих у подальшому застосуванні домішок

хімічними методами також вимагає вдосконалення і несе великі екологічні ризики (наприклад возгонка літію з органічним розчинником). Для отримання чистих сполук літію з проміжних літійвмісних технологічних розчинів застосовують схожу до нашої конструкцію з тією відмінністю, що в ній обробляють зконцентровану ропу або отриманий кислотним методом сульфат літію з використанням катіонпровідних мембран, у нашій схемі вилучення відбувається безпосередньо із мінеральної сировини з застосуванням дешевшої пористої мембрани [2,3].

**ВИСНОВОК.** Ця експериментальна робота передбачає вивчення процесів міграції літію в умовах лабораторної моделі спрощеної природної системи. Перші результати підтвердили інтенсифікацію процесу переносу літію під дією електричного потенціалу. Експеримент продовжується, а його результати потребують детальнішого аналізу. Більшість технологій побудовані на виявленому у природі, вивченому та інтенсифікованому процесі, який здійснюється у контрольованих умовах. Отже наша ідея полягає у застосуванні процесів метасоматозу для вилучення літію з мінералів із подальшим вивченням економічної доцільності застосування у промислових масштабах.

#### **Література**

1. Коган Б. И, Требования промышленности к качеству минерального сырья. Справочник для геологов. Вып. 41. Литий. Госгеолтехиздат, 1959.
2. Recent Advances in the Lithium Recovery from Water Resources: From Passive to Electrochemical Methods, Luisa Baudino, Cleis Santos, Candido F. Pirri, Fabio La Mantia, and Andrea Lamberti, Advanced Science published by Wiley-VCH GmbH, 2022, DOI: 10.1002/advs.202201380.
3. Patent WO2019/032670 A1, Producing lithium directly from lithium feed sources; Lawrence Ralph, Swonger Steven Michael, Fludder. Robert Edward PACA.