

Відгук

Офіційного опонента, **Ковальчука Володимира Івановича**, доктора фізико-математичних наук (01.04.24 - Фізика колоїдних систем), старшого наукового співробітника, завідувача відділу макрокінетики природних дисперсних систем Інституту біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України на дисертацію **Ярощука Дмитра Андрійовича «Кристалохімія сподумену та петаліту Шевченківського і Полохівського родовищ у зв'язку з вилученням з них літію»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю.

Актуальність теми. Запропонована у дисертаційній роботі Дмитра Ярощука концепція прямого електровилуговування літію з мінералів (сподумену та петаліту) шляхом створення локальних градієнтів рН за рахунок електролізу води у розчинах нетоксичних солей є актуальною та перспективною. Проте текст містить низку термінологічних та стилістичних неточностей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження виконувались в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України у рамках навчання у аспірантурі.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів. В основу роботи покладено результати, отримані аспірантом під час аналізу структурних змін наважки з електрокінетичної комірки до та після обробки. Інтерпретація отриманих рентгенівських даних та підрахунок співвідношення мінеральних фаз у пробі також виконані дисертантом особисто.

Достовірність і обґрунтованість отриманих результатів. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів базується на застосуванні сучасних лабораторних методів досліджень.

Наукова новизна виконаних досліджень має високий рівень та полягає:

у використанні електрохімічних явищ для обробки зразків концентрату розчинами, що містять іони водню та гідроксилу, синтезовані безпосередньо в комірці за рахунок дисоціації та електродній реакції розщеплення води. Відбувається перехід літію у розчинну форму. Електрокінетичні методи вилучення опробовані у США мають кілька відмінностей – обидві групи дослідників використовували катіон-провідну мембрану в якості сепаратора у комірці - в нашому випадку це відносно недорогого пориста гідрофобна фторопластова мембрана з розміром пори 0,45 мікрон.

В одному з пропонованих методів, сподумен спочатку наноситься на поверхню електрода, а у систему додають концентровану сірчану кислоту. Інша розробка розрахована на роботу із гідрометалургійними розчинами або з літійвмісною ропою і дозволяють отримувати чисті сполуки літію завдяки йонселективності мембрани.

1. Анотація та Вступ

Сформульовано мету роботи: дослідження деградації та структурних змін мінералів з концентратів сподумену (α , β , γ -модифікації) та петаліту при взаємодії з водними розчинами солей натрію та магнію в електричному полі.

Зазначено використання нетоксичних електролітів, де кислотне та лужне середовище створюється шляхом дисоціації води безпосередньо в комірках.

Вказано методи досліджень: рентген-фазовий аналіз (XRD) у програмі MATCH 4 та мас-спектрометрія (ICP-MS).

Наведено перелік нових рідкіснометалевих мінералів, вперше виявлених для Полохівського та Шевченківського родовищ (наприклад, протопіроксен, лантаніт, бавеніт, лукасит тощо).

Зауваження

1. В анотації та вступі неприпустимо використовувати займенники першої особи та розмовні звороти, такі як «я власноруч виготовив», «точніше кажучи», «наскільки мені відомо». Науковий стиль вимагає безособових конструкцій (наприклад, «було виготовлено», «встановлено»).

2. Присутні одруківки («В данній», «Впроджсовж», «віддомо») та проблеми з пунктуацією (відсутні крапки, зайві пробіли).

3. Фраза «за допомогою тимчасово безкоштовного програмного забезпечення» звучить непрофесійно для дисертації; достатньо просто вказати назву ПЗ (MATCH 4).

4. Оформлення списку публікацій: Перелік статей містить посилання на роки випуску журналу, які ще не настали або вказані з помилкою (2025, 2026 роки), що потребує перевірки дат.

Розділ 1. Історія регіональних досліджень

Описано історію відкриття літію, петаліту та сподумену Хосе Бонефасіу де Андрада-е-Сілвою та Й. А. Арфведсоном. Зібрано дані про історію використання літію в медицині (від античності до 1950-х років) та промисловості. Наведено хронологію вивчення літієвих родовищ на території України (Шевченківське, Полохівське) та діяльність дослідників (В. Кушев, А. І. Гінзбург). Розглянуто хімічні та фізичні властивості літію, його ізотопи та геохімічні особливості (ізоморфізм з магнієм, залізом, алюмінієм).

Зауваження:

1. Історичний екскурс про використання літію давньоримськими лікарями (Соран Ефеський) та у напої «7 Up» перевантажує геологічну дисертацію. Цей блок варто було б суттєво скоротити.

2. Фрази на кшталт «Можна припустити, що на етапі загострення «холодної війни»...» та «Залишається незрозумілим звідки саме в

радянському союзі отримували літійовмісну сировину...» є публіцистичними. Дисертація має спиратися на факти або залишати ці питання поза увагою, якщо вони не стосуються суті експерименту.

Розділи 2 та 3. Геологічний опис родовищ

Надано опис Шевченківського (Приазовський мегаблок) та Полохівського (Інгульський мегаблок) родовищ, включаючи координати, структурно-мінералогічні зони та типи руд.

Зроблено огляд світових пегматитових родовищ (Бікіта в Африці, Південна Кароліна в США, Кет-Лейк у Канаді, Мінас Жера в Бразилії) для глобального контексту.

Зауваження:

1. Нумерація рисунків є хаотичною і не відповідає розділу. У тексті одразу йде «Рис. 2.3», «Рис. 2.4», потім посилання на «рис. 4» та «рис. GS2023-4-1» для канадського родовища.

*2. Розділ 3 (зарубіжні родовища) виглядає як ізольований реферат. Не вистачає абзацу, який би пояснював, *чому* саме ці чотири родовища обрані для опису і як їх геологічна будова корелює або контрастує з українськими об'єктами.*

Розділ 4. Кристалохімічні особливості сподумену

У розділі описано чотири генерації сподумену Шевченківського родовища, вказано їх морфологічні ознаки, фізичні властивості (твердість, густину, колір) та зв'язок з кварцом.

Наведено таблиці хімічного складу чистого сподумену, псевдоморфоз по ньому та петаліту. Представлено базу даних кристалографічних параметрів сподумену (просторові групи, параметри комірки).

Зауваження:

Спостерігається плутанина в нумерації. Спочатку йде «Таблиця 1.11», потім «Таблиця 1.12», а далі — дві таблиці взагалі без номерів.

Джерела даних: У таблиці кристалографічних параметрів наведено дані англійською мовою (наприклад, "Space group: C 1 2/c 1 (15)") без перекладу та належного форматування.

Розділ 5. Процеси зміни сподумену

Детально проаналізовано морфологію кристалів та процеси вторинних гіпогенних змін мінералів.

- Описано процеси сподуменізації петаліту, петалітизації сподумену, , переходу сподумену в евкриптит або циматоліт, мусковітизації, мікроклінізації та альбітизації сподумену.

- Визначено причини зниження вмісту Li_2O у природних зразках сподумену порівняно з теоретично максимально можливим вмістом для цієї структури - 8,1% Li_2O .

Зауваження:

Застаріла література: У теоретичних відступах автор часто посилається на дослідників першої половини та середини XX століття (Hess 1925, Schaller 1927, Landes 1933, Ginzburg 1950). Бажано додати більше посилань на сучасні дослідження метасоматичних процесів у пегматитах.

Загалом, робота базується на потужному масиві геологічних і мінералогічних даних та пропонує інноваційний підхід до вилучення літію.

Розділ 6. Кристалохімічні особливості петаліту полохівського родовища

В розділі описано генерації петаліту, що було ідентифіковано на полохівському родовищі, хімічний склад зразків петаліту запозичений з робіт дослідників з ІГМР НАНУ минулих років та фазовий склад зразка концентрату петаліту, який використовувався у електрокінетичному експерименті. Сучасні методи дозволили ідентифікувати 6 структурних різновидів петаліту.

Зауваження:

Не підписана таблиця з виявленими структурними різновидами петаліту.

Розділ 7. Процеси зміни петаліту

В розділі описано процеси зміни петаліту в природних умовах, що досліджувалися в минулому. Явища альбітизації петаліту, його розпаду на сподумен та кварц, утворення з петаліту глинистих мінералів

Зауваження:

Не зрозуміло, для чого в кінці розділу наведена таблиця з акцесорними літійвмісними мінералам

Розділ 8. Огляд існуючих методів збагачення літєвих руд та вилучення літію з мінеральних концентратів

В розділі наведено стислий опис технологій збагачення руд літію та їх подальшої гідрометалургійної переробки для отримання солей літію, які застосовують у промисловості, а також деякі сучасні методи, технологічна готовність яких на рівні TRL8-9, тобто проходять випробування на напівпромислових установках, або впроваджені в кількох виробництвах, але ще не знайшли повсюдного використання.

Розділ 9. Експериментальне дослідження структурних змін сподумену та петаліту при взаємодії з водними розчинами солей в електричному полі

Розділ присвячено опису експериментальної роботи з використанням електрохімічних комірок. Наведено просторове креслення з конструкцією комірки, описані параметри експерименту та режими роботи.

Зауваження:

Твердження автора про те, що запропонований процес «цілком можливо масштабувати до напівпромислового» виключно за рахунок збільшення кількості комірок, є недостатньо обґрунтованим з інженерної точки зору, оскільки відсутні базові енергетичні розрахунки.

Наведені зауваження не зменшують високу наукову цінність та практичну значимість дисертаційної роботи здобувача та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Ярощука Д.А. за темою «Кристалохімія сподумену та петаліту Шевченківського і Полохівського родовищ у зв'язку з вилученням з них літію» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням. Дисертаційна робота є актуальною, має практичне значення та наукову новизну, відповідає вимогам чинного законодавства України, які передбачені Постановою від 12 січня 2022 №44 «Про Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Здобувач **Ярошук Дмитро Андрійович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 103 Науки про Землю.

Офіційний рецензент:

Ковальчук Володимир Іванович

Доктор фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник,

завідувач відділу макрокінетики природних дисперсних систем

Інституту біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України

Підпис Ковальчука В.І. засвідчую:

Вчений секретар

Інституту біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України

кандидат хімічних наук



Войтенко О. Ю.