

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТОРІЙ-УРАНОНОСНИХ АЛЬБІТИТІВ НОВООЛЕКСІЇВСЬКОГО РУДОПРОЯВУ, УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ

І.І. Михальченко¹, В.В. Загородній², В.О. Синицин²

*1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

E-mail: alcoldan@i.ua

2 – Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Навчально-науковий інститут “Інститут геології”

03022, вул. Васильківська 90, Київ, Україна

У результаті проведеного дослідження хімічного складу проб з перетину торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву (Партизанське рудне поле, Центральноукраїнський урановорудний район, Український щит) встановлено, що відмінність масової частки оксидів натрію, калію, кремнію, алюмінію апогранітних “нерудних” альбітитів у порівнянні з вихідними гранітами Новоукраїнського масиву подібна відомим особливостями хімічних перетворень гранітів, які відбулися під час утворення тилкових зон апогранітних лужних натрієвих метасоматитів. Хімічний склад “рудних” різновидів торій-ураноносних альбітитів вирізняється від “нерудних” більшими масовими частками оксидів титану (+0,595 %), заліза (+2,735 %), марганцю (+0,065 %), кальцію (+1,399 %) та, відповідно, меншими частками оксидів кремнію (–2,901 %), алюмінію (–2,054 %) натрію (–0,993 %). “Рудні” різновиди торій-ураноносних альбітитів рудопрояву відрізняються від урановорудних альбітитів Вагутинського й Новокосянтинівського родовищ урану значно більшою масовою часткою в хімічному складі диоксиду титану, відповідно, на 0,725 % (у 4,3 рази) та 0,545 % (у 2,34 рази). Пошуковою ознакою тіл торій-уранових руд у лужних натрієвих метасоматитах визначена, зокрема, наявність геохімічних аномалій титану (що відображається у збільшенні обсягу сфену в мінеральному складі породи) в альбітитах з аномальною потужністю експозиційної дози гама-випромінювання.

Ключові слова: хімічний склад, торій, уран, альбітит, Новоолексіївський рудопрояв.

Вступ. Сучасну основу мінерально-сировинної бази урану України складають (і складала) переважно об’єкти рудної формації ураноносних натрієвих метасоматитів Центральноукраїнського, Кіровоградського рудних районів (Кіровоградська металогенічна зона) та Криворізько-Кременчуцької металогенічної зони [4, 8]. Вважається, що визначальні перетворення хімічного складу вихідних порід під час утворення ураноносних натрієвих метасоматитів відбулися завдяки привносу й осадженню урану та натрію, що відображено у назві рудної формації. Відповідно, одними з пошукових ознак руд цього типу є наявність у кристалічному фундаменті центральної частини Українського щита (УЩ) геохімічних ореолів (підвищених концентрацій) натрію й урану (U). На теперішній час встановлено, що окрім зазначених елементів в ореоли лужного натрієвого метасоматозу були привнесені цирконій, берилій, стронцій, та, частково, титан, ванадій та фосфор [20, 12]. Проте, розміри первинних ореолів цих елементів довкола рудних тіл значно менше від ореолів урану [20]. У 1960–1970-х роках у межах теперішнього Центральноукраїнського урановорудного району й Кірово-

градської металогенічної зони були відкриті рідкісноземельно-торій-уран-фосфорні рудопрояви, торій-уранові родовища, рудопрояви, точки мінералізації [3, 10, 13, 14, 16, 17].

Актуальність дослідження хімічного складу торій-ураноносних альбітитів обумовлена необхідністю виявлення відмінностей “рудних” від “нерудних” різновидів цих порід, а також доповнення й уточнення переліку пошукових ознак торій-уранових руд в ореолах лужного натрієвого метасоматозу.

У цій роботі ми наводимо результати дослідження розподілу головних петрогенних компонентів уздовж перетину торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву (Партизанське рудне поле, Центральноукраїнський рудний район).

Зазначаємо, що характеризуючи альбітити Новоолексіївського рудопрояву, до “рудних” різновидів порід ми умовно віднесли породи з масовою часткою (МЧ) U у хімічному складі більше 100 г/т, відповідно, до “нерудних” – де менше 100 г/т.

Геологічна будова. Новоолексіївський рудопрояв (Партизанське рудне поле, Центральноукраїнський урановорудний район, УЩ) був виявлений у центральній частині складного алохтонного Новоукраїнського гранітного масиву в

результаті проведення спеціалізованих пошукових геологорозвідувальних робіт масштабу 1 : 50 000 М.Ф. Сиродоевим та ін. (пошуково-зйомочна експедиція № 46 казенного підприємства “Кіровгеологія” (сучасна назва)) у 1978 р. Масштаби Партизанського рудного поля були визначені у 1978–1986 рр. у ході виконання пошукових, пошуково-оцінювальних і розвідувальних робіт. У цей період були виявлені Партизанське й Кіровське родовища, Захаровський, Новоолексіївський, Сотницький (Арепівський) та інші рудопрояви.

Земна кора в районі Партизанського рудного поля має двоповерхову будову: нижній поверх складений інтрузивними породами (із залишками ультраметаморфічних й метаморфічних порід) докембрійського кристалічного фундаменту; верхній – пухкими кайнозойськими породами чохла. Рудні об’єкти формації ураноносних і торій-ураноносних натрієвих метасоматитів Партизанського рудного поля були виявлені в нижньому структурному поверсі. Фундамент тут складений переважно сублужними гранітами новоукраїнського комплексу (PR_1^{nu}) (вік оцінюється в 2038–2025 млн р. [5]). Серед гранітів трапляються невеликі тіла монзонітів й габроїдів згаданого вище магматичного комплексу.

Складний ареал гідротермально-метасоматичних порід геологічної формації лужних натрієвих метасоматитів зон глибинних розломів (PR_1^{mt}) (“діафторовані” граніти (передова зона гідротермального метаморфізму) → альбіт-мікроклінові (мікроклін-альбітові) метасоматити (“сієніти”) (проміжна зона метасоматичної колонки) → альбітити (тилова зона метасоматичної колонки) [14] були виявлені в зоні перетину північно-східної Адабаської й північно-західної Войнівської зон розломів. Головний розлом Адабаської зони (однойменний із зоною) складається з декількох швів мілонітів, ультрамілонітів, бластомілонітів, які знаходяться в оточенні ширших зон катаклазу, падіння – північно-західне. Войнівська зона є частиною регіональної північно-західної Андріївсько-Онїкеєвської зони розломів, яка трасується, зокрема, “доальбітитовими” дайками основних та ультраосновних порід северинського комплексу (PR_1^{sv}) (назва комплексу за О.М. Сухініним, 1984). Тіла лужних натрієвих метасоматитів у межах Партизанського рудного поля виявлені переважно в зоні Адабаського розлому та його лежачому боці (більш детальний геологічний опис наведений [4, 9]). Оцінка віку уранініту з альбітиту Адабаської зони розломів – 1810 ± 5 млн. р. [4,

С. 212]. Віковий проміжок утворення лужних натрієвих метасоматитів Інгульського мегаблоку УЩ оцінюється у 1840–1800 млн р. [5].

Альбітити, в яких були виявлені рудні концентрації Новоолексіївського рудопрояву, знаходяться в південно-західній частині Партизанського рудного поля. Контакти дослідженого перетину альбітитів із вихідним “діфторованим” гранітом нечіткі. Лужні натрієві метасоматити відрізняються від граніту зникненням біотиту й альмандину, різким зменшенням частки кварцу, появою у мінеральному складі гідротермально-метасоматичних порід сфену, епідоту, амфіболу (актиноліту?), андрадиту, піроксену (діопсид-егірин?), гематиту. На відміну від вихідного граніту лужні натрієві метасоматити мають підвищену магнітну сприятливість. “Нерудні” різновиди альбітитів – червонувато-сірого кольору із зеленуватим відтінком, крупнозернисті, з реліктовою порфіровидною структурою. Розподіл кольорових мінералів в об’ємі – украй нерівномірний, часто фіксується епідот. Акцесорні мінерали – дрібний та середній сфен і гематит. Спостерігається слабкий “доальбітитовий” катаклаз. “Рудні” різновиди альбітитів вирізняються зеленувато-сірим забарвленням з характерними бурими плямами. Розподіл кольорових мінералів у “рудних” альбітитах нерівномірний. Значна частина об’єму складена псевдоморфозами альбіту, які утворилися по великих кристалах мікрокліну вихідного граніту, у основній масі багато середніх і великих кристалів і зростків сфену й гематиту (вишнева риска на порцеляні), яких значно більше, ніж у “нерудних” альбітитах, що, звичайно, повинно позначитись на хімічному складі цього різновиду альбітитів. Макроскопічно відрізняється досить потужне “доальбітитове” брекчіювання та катаклаз і синрудне слабке брекчіювання. Переходи до “нерудних” альбітитів – через зони цегляного кольору потужністю до 5 см (верхня зона частково розбурена).

Аналіз попередніх досліджень і публікацій.

Результати дослідження хімічного складу порід із ореолів ураноносних лужних натрієвих метасоматитів (альбітитів) Кіровоградського й Центральноукраїнського урановорудних районів опубліковані в роботах [3–11, 13–18, 22, 23]. Однак результати порівняння “рудних” і “нерудних” різновидів ураноносних альбітитів наведені в досить обмеженій кількості робіт. Зокрема, це роботи В.Н. Обрізанова (Ватутинське родовище) [15], Ф.И. Ракович [18], А.К. Мігути (Новокостянтинівське, Северинське, Ватутинське та ін. родовища) [11], Р.В. Голевої

[6], В.О. Синицина [4], *Cinely Sandrine et al.* [23]. Дані щодо розподілу головних петрогенних компонентів уздовж перетину ореолу лужних натрієвих метасоматитів, які утворилися по вихідних метаморфізованих вулканогенно-осадових породах мідно-уранового родовища Валгалла (*Valhalla, Mount Isa district, Australia*, свердловина V39) ми знайшли в роботі *Paul Polito et al.* [24].

Характеристика зміни хімічного складу дайки діабазу в ході утворення аподіабазу в ореолі апогранітних лужних натрієвих метасоматитів Апрельського родовища (Центральноукраїнський рудний район) наведена в роботі [7].

Типоморфні зміни у хімічному складі вихідних порід гранітоїдного складу (гнейсів, гранітів, тощо) внаслідок утворення по них парагенезиса порід тилової зони лужних натрієвих метасоматитів (ураноносних альбітитів) [4, 9, 11, 18]), такі: значне збільшення МЧ оксиду натрію (Na_2O), (у кілька разів), значне зменшення МЧ оксиду калію (K_2O), (у декілька десятків разів), зменшення МЧ діоксиду кремнію (SiO_2), (зменшення – не більше ніж на 10–12 %), незначне збільшення сесквіоксиду алюмінію (Al_2O_3 , одиниці відсотків), незначне збільшення МЧ оксиду кальцію (CaO). Зміни МЧ оксидів марганцю (MnO), магнію (MgO) та P_2O_5 – несуттєві (за даними [11, 15]). При утворенні альбітитів відбулося зменшення МЧ оксиду заліза (FeO), і, відповідно, збільшення МЧ сесквіоксиду заліза (Fe_2O_3 , сумарне Fe майже незмінне). Доволі суперечливі дані щодо зміни МЧ діоксиду титану (TiO_2): за даними [11, 15] МЧ TiO_2 при утворенні альбітитів майже не змінювалася, а за даними [9] МЧ TiO_2 у хімічному складі апогранітних альбітитів значно більша, ніж у вихідних породах.

Хімічний склад “рудних” різновидів апогранітних ураноносних альбітитів відрізняється від “нерудних” меншими значеннями МЧ Na_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , більшими – МЧ MnO , MgO , CaO , діоксиду вуглецю (CO_2). МЧ TiO_2 та P_2O_5 змінилася несуттєво [11, 15]. На Ватутинському родовищі сума МЧ $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ у “рудних” і “нерудних” різновидах майже тотожна [15]. У рудних альбітитах Новокостянтинівського родовища зі збільшенням МЧ У сума МЧ $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ має тенденцію до збільшення (за даними [11]).

Із середини 1960-х рр. у кристалічному фундаменті центральної частині УЩ відомі рідкісно-земельно-торій-уран-фосфорні рудопрояви, які також були виявлені в ореолах лужних натрієвих метасоматитів [10, 13]. У хімічному складі апогранітоїдних альбітитів Знамянського рудопрояву МЧ

P_2O_5 коливається від 1,35 % до 15 %, при цьому в ураноносних зонах МЧ P_2O_5 у хімічному складі альбітитів більша 4 % [10].

Виділення невирішеної раніше частини загальної проблеми. Треба визнати, що на теперішній час відмінності хімічного складу (головні петрогенні компоненти) “нерудних” й “рудних” торій-ураноносних альбітитів центральної частини УЩ залишаються не дослідженими.

Об’єкт дослідження – перетин торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву.

Предмет дослідження – хімічний склад торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву.

Мета дослідження – визначити відмінності у складі “рудних” і “нерудних” різновидів альбітитів Новоолексіївського рудопрояву.

Зв’язок роботи з науковими та практичними завданнями. Дослідження пов’язане з виконанням: наукових робіт Інституту геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України № III-01-13 “Хроностратиграфія та геодинаміка мегаблоків Українського щита” (ДР 0112U006807), № III-01-11 “Генезис уранових родовищ центральної частини Українського щита” (ДР 0111U 001015); розпорядження Президента України “Про розроблення енергетичної стратегії України на період до 2030 р. і на подальшу перспективу” (зі змінами, від 27.02.2001 № 42/2001-рп), яким підтримані пропозиції НАН України щодо розроблення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року та дальшу перспективу, та відповідної постанови Кабінету Міністрів України від 06.06.2001 № 634-8 “Про затвердження комплексної програми створення ядерно-паливного циклу України” (зі змінами), проведенням казенним підприємством “Кіровогеологія” геологорозвідувальних робіт (шифр робіт 46-63), наукової роботи Науково-навчального інституту “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка за темою № 14БП049-02 “Створення геологічного депозитарію північно-західної та центральної частин Українського щита”.

Методи дослідження. Збір даних попередніх і сучасних геологічних досліджень, геологічна і радіометрична документація кернів новітньої свердловини. Наважки з дублікатів проб у сховищі проб ПЗЕ № 46 були відібрані авторами разом з робітницями Т. Калініченко та С. Чайкою, за погодженням з керівництвом ПЗЕ № 46.

МЧ SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , S, Cl у пробах із кернів

свердловин новітніх геологорозвідувальних робіт були визначені за допомогою методу рентгено-спектрального флуоресцентного аналізу на рентгеновському багатоканальному спектрометрі СРМ-25 згідно з методикою МВВ 74-12-97 (лабораторія Навчально-наукового інституту “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка). Прилад забезпечений фіксованими спектрометричними каналами з хвильовою дисперсією. Перед проведенням рентгенофлуоресцентного аналізу матеріал наважок проб був розтертий до розміру часток не більше 30 мкм. Аналітичні проби упресували в круглі диски діаметром 40 мм у прес-формі в кювету з борної кислоти (H_3BO_3) глибиною 2 мм. Під час виконання аналізу рентгеновська трубка спектрометра з Rh-анодом працювала в режимі 25 кV, 40 mA, експозиція складала 100 сек. Аналітичними лініями служили K α -лінії елементів визначуваних компонентів.

Розрахунок концентрації виконаний за методом послідовних наближень по співвідношеннях способу фундаментальних параметрів із ефективною довжиною хвилі первинного збуджувального спектру. Розрахункові співвідношення цього способу для кожного визначеного елементу А мають вигляд:

$$C_A = C_{0A} \times K_{1A} K_{2A}, \quad (1)$$

де – нульове наближення, яке включає концентрацію елементу А в зразку порівняння C_A , і заздалегідь погоджене поліномом першого ступеня між експериментальними і заздалегідь розрахованими теоретичні інтенсивності; K_{1A} – поправка на поглинання флуоресцентного випромінювання елементу А елементами проби; K_{2A} – поправка на додаткове підбудження інтенсивності елементу А флуоресцентним випромінюванням елементів проби.

Поправки враховують вплив усіх елементів проби на результат аналізу визначуваного елементу А. Їх розраховували за співвідношеннями, наведеними в [1, 2, 19].

В якості зразка для порівняння використана проба стандартного зразка, близького за складом і геологічним походженням до групи проаналізованих проб. Рівняння виду (1) складалося для кожного елементу, що визначався. При використанні чисельного алгоритму методу послідовних наближень (ітерацій) за співвідношеннями (1) знаходили перше наближення, використовуючи величину отриманого нульового наближення. Друге і подальші наближення обчислювали аналогічно.

Цикл ітерацій завершували після досягнення необхідної точності розрахунків, або після п’яти кроків ітерації. На кожному циклі ітерацій враховували заздалегідь визначені гравіметричним методом МЧ H_2O^- і втрат при прожарюванні (ВПП).

Методика МВВ 74-12-97 атестована Держстандартом України (атестат № 1855-12-97 від 07.04.1997). Точність результатів аналізу відповідає даним, які показують відносно середньоквадратичне відхилення відтворюваності $\sigma_{\text{вт}}$ (за [21]), %: SiO_2 – 0,6, TiO_2 – 4,0, Al_2O_3 – 3,5, Fe_2O_3 – 2,3, MnO – 17, MgO – 4, CaO – 2,8, Na_2O – 6,2, K_2O – 3,3, P_2O_5 – 5,8.

Висновок про відмінності у хімічному складі рудних і нерудних різновидів альбітитів зроблено на підставі результатів дослідження розподілу МЧ кожного петрогенного компонента вздовж перетину лужних натрієвих метасоматитів, та порівняння оцінок середніх арифметичних МЧ у досліджених групах порід.

З огляду на те, що тилова зона дослідженого перетину ореолу лужних натрієвих метасоматитів Новоолексіївського рудопрояву утворилася по вихідних гранітах гранат-біотитових Новоукраїнського гранітного масиву, хімічний склад альбітитів рудопрояву порівнювали з хімічним складом апогранітних відмін альбітитів Новокосятинівського (граніти новоукраїнського комплексу) і Ватутинського (граніти кіровоградського комплексу) родовищ урану Центральноукраїнського урановорудного району (наведені в роботах [11, 15]).

Досліджений рівень організації геологічної речовини – гірська порода.

Результати визначення хімічного складу вихідних проб з перетину гранітів і альбітитів Новоолексіївського рудопрояву наведені в табл. 1. Визначення № 1, 16 у табл. характеризують хімічний склад проб, відібраних із вмісного “діафторованого” граніту, № 2–5, 10–15 – “нерудних” альбітитів, відповідно, № 6–9 – “рудних” альбітитів (МЧУ > 100 г/т). Усі проби суміжні. Криві розподілу основних петрогенних компонентів уздовж дослідженого перетину наведені на рисунку. Оцінка середніх арифметичних МЧ головних петрогенних компонентів у хімічному складі виділених груп порід Новоолексіївського рудопрояву наведена в табл. 2.

МЧ SiO_2 в пробах “нерудних” альбітитів (кількість визначень (n) – 10; мінімальне визначення МЧ (min) – 63,75 %; максимальне визначення МЧ (max) – 67,09; оцінка середнього арифметичного (ave) – 65,581) значно менша, ніж у пробах

Таблиця 1. Результати визначення хімічного складу граніту й альбітитів з перетину Новоолексіївського рудопроая (метод рентгеноспектрального флуоресцентного аналізу)

Номер з/п	Назва породи	Масова частка, %														
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Cl	H ₂ O ⁻	ВПП	Σ
1	Граніт	70,45	0,35	14,44	3,27	0,04	0,27	1,13	3,07	5,49	0,24	0,01	0,01	0,12	0,52	99,41
2	Альбітит “нерудний”	66,28	0,29	16,45	2,40	0,04	0,24	2,05	10,86	0,06	0,40	0,02	0,01	0,08	0,35	99,53
3		66,59	0,21	16,01	2,38	0,04	0,38	1,80	10,91	0,03	0,17	0,01	0,01	0,18	0,60	99,32
4		66,67	0,15	16,49	1,69	0,03	0,33	1,44	11,28	0,04	0,27	0,00	0,01	0,20	0,66	99,26
5		66,15	0,51	15,54	2,75	0,03	0,40	1,61	10,82	0,07	0,15	0,01	0,01	0,35	0,70	99,10
6	Альбітит “рудний”	63,90	0,67	14,43	4,45	0,06	1,11	2,63	9,88	0,10	0,25	0,01	0,01	0,24	0,90	98,64
7		62,61	1,06	12,82	6,82	0,07	0,85	4,05	9,56	0,07	0,28	0,01	0,01	0,24	0,74	99,19
8		62,32	1,20	12,25	6,89	0,07	1,18	3,99	9,33	0,07	0,34	0,01	0,01	0,32	0,98	98,96
9	Альбітит “нерудний”	61,89	0,85	14,42	4,46	0,06	1,23	3,45	9,65	0,07	0,43	0,03	0,01	0,63	1,33	98,51
10		64,55	0,48	14,77	4,31	0,04	0,39	3,04	10,14	0,06	0,44	0,01	0,01	0,20	0,78	99,22
11		65,23	0,20	16,06	1,49	0,03	0,21	2,14	11,01	0,03	0,64	0,01	0,01	0,93	0,61	98,60
12		65,11	0,42	15,39	3,25	0,04	0,57	2,64	10,48	0,08	0,40	0,01	0,01	0,16	0,70	99,26
13		64,39	0,50	15,16	3,78	0,04	1,08	2,03	9,96	0,18	0,48	0,01	0,01	0,77	0,43	98,82
14		63,75	0,52	15,12	4,25	0,05	0,97	2,68	10,20	0,14	0,44	0,01	0,01	0,31	0,67	99,12
15		67,09	0,22	14,35	2,90	0,04	0,76	1,88	10,32	0,08	0,28	0,01	0,01	0,69	0,32	98,95
16	Граніт	71,35	0,35	12,87	3,18	0,03	0,31	1,21	4,24	4,44	0,24	0,01	0,01	0,34	0,55	99,13

Таблиця 2. Оцінка середніх арифметичних масових часток головних петрогенних компонентів хімічного складу перетину порід Новоолексіївського рудопроая, %

Назва породи	Оцінка середніх арифметичних масових часток головних петрогенних компонентів, %										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
Граніт	70,900	0,350	13,655	3,225	0,035	0,290	1,170	3,655	4,965	0,240	
Альбітит “нерудний”	65,581	0,350	15,534	2,920	0,038	0,533	2,131	10,598	0,077	0,367	
Альбітит “рудний”	62,680	0,945	13,480	5,655	0,065	1,093	3,530	9,605	0,078	0,325	
Оцінка зменшення (–) і збільшення масової частки головних петрогенних компонентів, %											
2–1	–5,319	0,000	1,879	–0,305	0,003	0,243	0,961	6,943	–4,888	0,127	
3–2	–2,901	0,595	–2,054	2,735	0,027	0,560	1,399	–0,993	0,001	–0,042	

вихідного граніту ($n = 2$; $min = 70,45$ %; $max = 71,35$; $ave = 70,900$) (див. табл. 1, 2). У хімічному складі проб “рудних” альбітитів МЧ SiO₂ ($n = 4$; $min = 61,89$ %; $max = 63,90$; $ave = 62,680$) менша ніж, у пробах “нерудних” альбітитів (див. табл. 1, 2; рисунок).

Незважаючи на суттєві коливання МЧ TiO₂ у пробах “нерудних” альбітитів ($min = 0,15$ %; $max = 0,52$) оцінка ave МЧ цього компоненту (0,350 %) не вирізняється від проб вихідного граніту ($min = 0,35$ %; $max = 0,35$; $ave = 0,350$). Хімічний склад проб “рудних” альбітитів вирізняється від хімічного складу проб “нерудних” альбітитів значно більшою МЧ TiO₂ ($min = 0,67$ %; $max = 1,20$; $ave = 0,945$) (див. табл. 1, 2; рисунок).

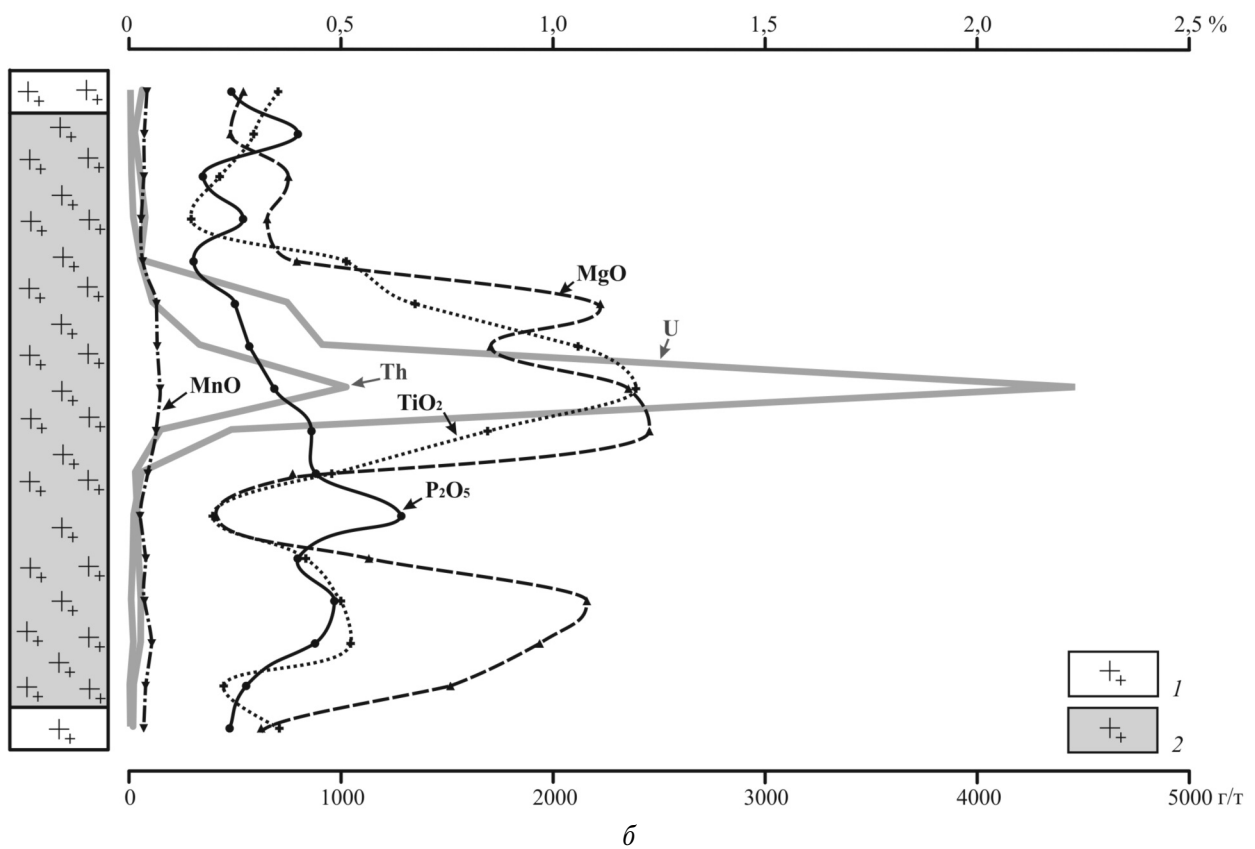
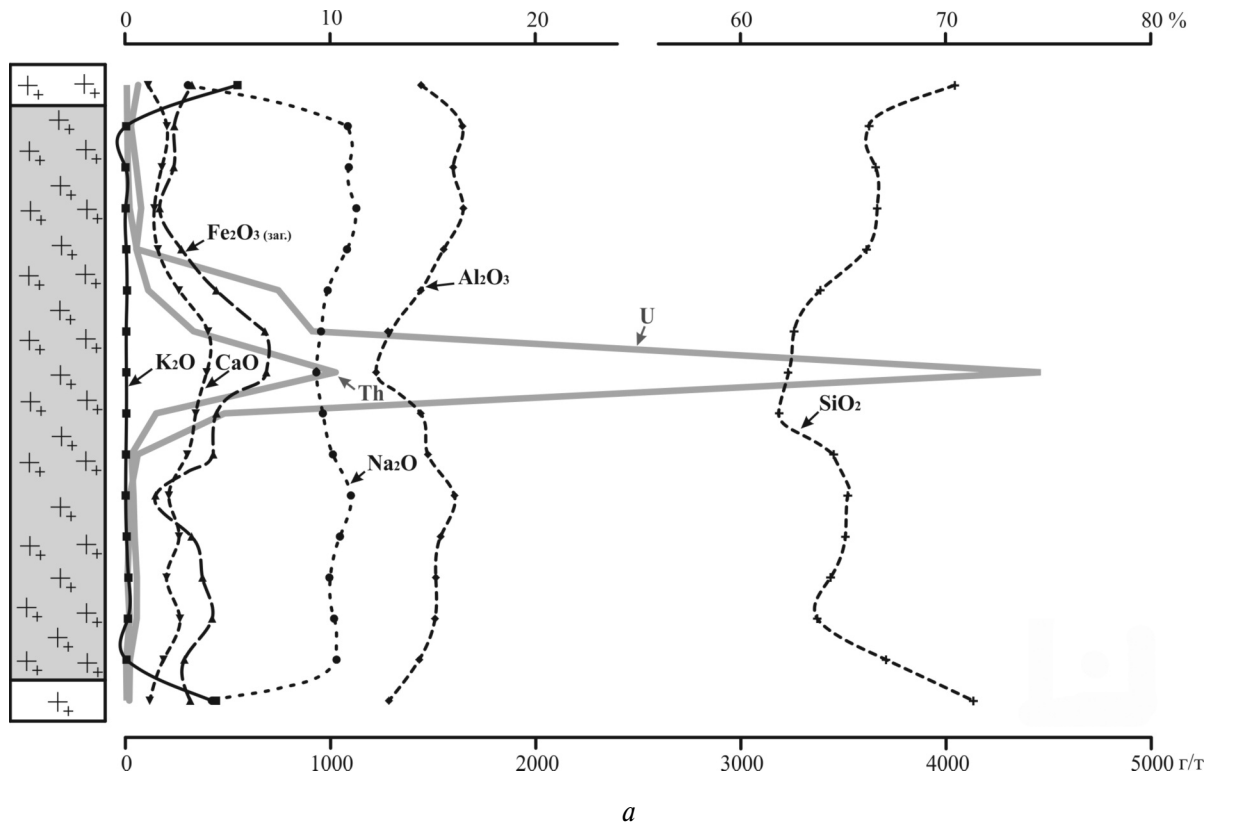
МЧ Al₂O₃, які були визначені в пробах “нерудних” альбітитів ($min = 14,35$ %; $max = 16,49$; $ave = 15,534$) більші від визначених у пробах граніту ($min = 12,87$ %; $max = 14,44$; $ave = 13,655$). У

хімічному складі проб рудних альбітитів МЧ Al₂O₃ менша, ніж у нерудних відмінах ($min = 12,25$ %; $max = 14,43$; $ave = 13,48$) (див. табл. 1, 2; рисунок).

МЧ Fe₂O₃ в пробах рудних альбітитів ($min = 4,45$ %; $max = 6,89$; $ave = 5,655$) значно більша, ніж у пробах нерудних відмінностей альбітитів ($min = 1,49$ %; $max = 4,31$; $ave = 2,920$), і пробах вихідного граніту ($min = 3,18$ %; $max = 3,27$; $ave = 3,225$) (див. табл. 1, 2; рисунок).

МЧ MnO у пробах нерудних альбітитів ($min = 0,03$ %; $max = 0,05$; $ave = 0,038$) і вихідних гранітів ($min = 0,03$ %; $max = 0,04$; $ave = 0,035$) майже не відрізняються, тоді як у рудних відмінностей альбітитів частка марганцю більша майже удвічі ($min = 0,06$ %; $max = 0,07$; $ave = 0,065$) (див. табл. 1, 2; рисунок).

У дослідженому перетині альбітитів МЧ MgO у вихідному граніті ($min = 0,27$ %; $max = 0,31$; $ave = 0,290$) менша, ніж у нерудних ($min = 0,21$ %;



Криві розподілу масових часток головних хімічних компонентів уздовж перетину торій-ураноносних альбітітів Новолексіївського рудопояву (схема): *a* – SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O ; *б* – TiO_2 , P_2O_5 , MnO , MgO (%). Вихідні данні наведені в табл. 1. Пояснення – у тексті. Умовні позначення: 1 – граніт гранат-біотитовий порфіровидний новоукраїнського комплексу, “діафторований”; 2 – альбітит апогранітний

max – 1,08; *ave* – 0,533), так і рудних альбітитів (*min* – 0,85 %; *max* – 1,23; *ave* – 1,093) (див. табл. 1, 2; рисунок).

У ряду граніт (*min* – 1,13 %; *max* – 1,21; *ave* – 1,170), нерудний альбітит (*min* – 1,44 %; *max* – 3,04; *ave* – 2,131), рудний альбітит (*min* – 2,63 %; *max* – 4,05; *ave* – 3,530) МЧ СаО суттєво збільшується (див. табл. 1, 2; рисунок).

Визначені МЧ Na₂O у пробах нерудних альбітитів (*min* – 9,96 %; *max* – 11,28; *ave* – 10,598) значно більші, ніж у пробах граніту (*min* – 3,07 %; *max* – 4,24; *ave* – 3,655). У рудних альбітитах МЧ Na₂O (*min* – 9,33 %; *max* – 9,88; *ave* – 9,605) менша, ніж у нерудних відмінностях (див. табл. 1, 2; рисунок).

МЧ K₂O у хімічному складі проб нерудних (*min* – 0,03 %; *max* – 0,18; *ave* – 0,077) і рудних (*min* – 0,07 %; *max* – 0,10; *ave* – 0,078) альбітитів значно менша, ніж у пробах з граніту (*min* – 4,44 %; *max* – 5,49; *ave* – 4,965) (див. табл. 1, 2; рисунок).

У хімічному складі проб з граніту МЧ P₂O₅ (*min* – 0,24 %; *max* – 0,24; *ave* – 0,240) менша, ніж у пробах із нерудних (*min* – 0,15 %; *max* – 0,64; *ave* – 0,0,367) і рудних (*min* – 0,25 %; *max* – 0,43; *ave* – 0,325) відмін альбітитів (див. табл. 1, 2; рисунок).

Обговорення результатів. У результаті утворення апогранітних “нерудних” альбітитів Новоолексіївського рудопрояву по вихідних “діафторованих” гранітах новоукраїнського комплексу в хімічному складі перетвореного обсягу надр відбулося зменшення МЧ SiO₂ (–5,319 %), K₂O (–4,888 %), Fe₂O₃ (–0,305 %), при цьому найбільш значимим було зменшення МЧ K₂O – понад 64 рази; збільшення МЧ Na₂O (+6,943 %), Al₂O₃ (+1,879 %), СаО (+0,961 %), MgO (+0,243 %), P₂O₅ (+0,127 %). Характер змін МЧ Na₂O, K₂O, SiO₂, Al₂O₃ при утворенні альбітитів Новоолексіївського рудопрояву подібний, у цілому, відомим особливостям хімічних перетворень гранітів під час утворення тилоних зон апогранітних лужних натрієвих метасоматитів, зокрема, Ватутинського та Новокостянтинівського родовищ урану (за даними [11, 15]).

Хімічний склад “рудних” альбітитів НОР вирізняється від “нерудних” меншою МЧ: SiO₂ (–2,901 %), Al₂O₃ (–2,054), Na₂O (–0,993 %) P₂O₅ (–0,042 %); більшою МЧ: TiO₂ (+0,595 %), Fe₂O₃ (+2,735 %), MnO (+0,065 %), MgO (+ 0,560 %), СаО (+1,399 %).

При порівнянні відмінностей середніх арифметичних МЧ (табл. 2) вирізняються три групи головних петрогенних компонентів: I – компоненти, оцінки середніх МЧ яких у хімічному складі “рудних” альбітитів більші, ніж у “неруд-

них” різновидах: TiO₂ (+0,595), Fe₂O₃ (+2,735), MnO (+0,065), MgO (+ 0,560), СаО (+1,399); II група – компоненти, оцінки середніх МЧ яких у хімічному складі рудних альбітитів менші, ніж у нерудних відмін: SiO₂ (–2,901 %), Al₂O₃ (–2,054), Na₂O (–0,993 %); до III групи віднесені K₂O і P₂O₅, оцінки середніх МЧ яких у “рудних” і “нерудних” відмінностях альбітитів суттєво не розрізняються.

З особливостей розподілу МЧ головних петрогенних компонентів уздовж дослідженого перетину альбітитів однозначними по відношенню до зруденіння є компоненти, МЧ яких більша (це – TiO₂, Fe₂O₃, MnO, СаО), чи менша (SiO₂, Al₂O₃, Na₂O) у порівнянні з хімічним складом “нерудних” альбітитів (співпадають із результатами порівняння оцінок середніх арифметичних МЧ цих компонентів). Відповідно, неоднозначними є розподіли МЧ двох компонентів: MgO та P₂O₅. Найбільші МЧ MgO визначені як в інтервалі “рудних”, так і “нерудних” альбітитів. Максимальні визначення МЧ P₂O₅ тяжіють до інтервалу “нерудних” альбітитів, хоча оцінки середніх арифметичних розрізняються несуттєво (рисунок, табл. 2).

З огляду на викладені вище дані, хімічний склад “рудних” різновидів дослідженого перетину торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву відрізняється від “рудних” відмін апогранітних ураноносних альбітитів Ватутинського й Новокостянтинівського родовищ урану значно більшою МЧ TiO₂, відповідно, на 0,725 % (у 4,3 рази) та 0,545 % (у 2,34 рази) (розрахунки виконані за даними, що наведені в [11, 15]). У торій-урановорудних альбітитах нами не знайдені макроскопічні ознаки наявності карбонат-хлорит-гематитового чи карбонат-флогопіт-магнетитового парагенезису мінералів завершальної стадії пороудоутворення лужних натрієвих метасоматитів. З огляду на одну зі специфічних фізичних властивостей торій-уранових руд, а саме значну радіоактивність, пошуковою ознакою тіл торій-уранових руд у лужних натрієвих метасоматитах є, зокрема, наявність геохімічних аномалій Ti (за збільшення в породі об'ємної частки сфену – одного з головних мінералів-концентраторів Ti) в альбітитах з аномальною потужністю експозиційної дози гама-випромінювання.

Висновки. 1. Наведені результати дослідження розподілу головних петрохімічних компонентів уздовж перетину альбітитів Новоолексіївського рудопрояву підтвердили припущення, зроблене за даними макроскопічної геологічної документації цього інтервалу щодо наявності підвищених масо-

вих часток оксидів заліза й титану в “рудних” різновидах цих гідротермально-метасоматичних порід у порівнянні з “нерудними” альбітитами.

2. Встановлено, що відмінність масових часток оксидів натрію, калію, кремнію, алюмінію в хімічному складі апогранітних “нерудних” альбітитів у порівнянні з вихідними гранітами Новоукраїнського масиву подібна до відомих особливостей хімічних перетворень гранітів, які відбулися при утворенні тилових зон апогранітних лужних натрієвих метасоматитів.

3. У дослідженому перетині тилової зони ореолу лужних натрієвих метасоматитів хімічний склад “рудних” різновидів торій-ураноносних альбітитів відрізняється від “нерудних” більшими масовими частками оксидів титану, заліза, марганцю, кальцію, та, відповідно, меншими частками оксидів кремнію, алюмінію, натрію.

4. Для “рудних” різновидів торій-ураноносних альбітитів дослідженого перетину не характерна концентрація п’ятиокису фосфору, що відрізняє

їх від “рудних” альбітитів торій-ураново-фосфорно-рідкісноземельних рудних об’єктів центральної частини УЩ.

5. Пошуковою ознакою тіл торій-уранових руд у лужних натрієвих метасоматитах визначена, зокрема, наявність геохімічних аномалій Ті (що проявляється у збільшенні обсягу сфену) в альбітитах з аномальною потужністю експозиційної дози гама-випромінювання.

Для підтвердження або спростування отриманих висновків щодо особливостей хімічного складу апогранітних торій-ураноносних альбітитів напрям подальших робіт ми вбачаємо у дослідженні хімічного складу перетинів лужних натрієвих метасоматитів Новоолексіївського рудопрояву, та інших торій-урановорудних альбітитів Партизанського рудного поля.

Автори висловлюють подяку начальнику ПЗЕ № 46 В.М. Сергієнку і головному геологу ПЗЕ № 46 В.І. Погукаю за сприяння у виконанні цього дослідження.

Список літератури

1. *Афонин В.П.* Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ горных пород и минералов / В.П. Афонин, Т.Н. Гуничева. – Новосибирск : Наука, 1977. – 252 с.
2. *Афонин В.П.* Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ / В.П. Афонин, Т.Н. Гуничева, Л.Ф. Пискунова. – Новосибирск : Наука, 1984. – 224 с.
3. *Гаврусевич И.Б.* Уран-ториевая минерализация в альбититах Кировского рудопроявления / И.Б. Гаврусевич, Н.Г. Корнева, А.В. Пушкарёв // Геохимические особенности ураноносных щелочных метасоматитов УЩ. – К. : ИГФМ АН УССР, 1986. – С. 28–35. (Препринт / ИГФМ АН УССР).
4. *Генетические* типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / [Я.Н. Белевцев, В.Б. Коваль, А.Х. Бакаржиев и др.]. – К. : Наук. думка, 1995. – 396 с.
5. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой // Отв. ред. Н.П. Щербак. – К. : Наук. думка, 2008. – 240 с.
6. *Голева Р.В.* Особенности строения и состав полевошпатовых метасоматитов с урановой и бериллиевой минерализацией / Р.В. Голева, Е.С. Пастухова, Е.В. Копченкова, В.Т. Шацкая, И.Г. Минеева, Е.П. Шпанов, Н.П. Заболотная // Материалы по геологии урановых месторождений. Информ. сб. – 1979. – Вып. 54. – С. 60–89.
7. *Іванов Б.Н.* Речовинне перетворення дайок діабазу в ореолі апогранітних лужних натрієвих метасоматитів / Б.Н. Іванов, І.І. Михальченко, В.О. Синицин, В.В. Загородній // Доп. НАН України. – 2013. – № 9. – С. 122–127.
8. *Інструкція* із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ уранових руд. – К. : ДКЗ України, 1999. – 96 с.
9. *Комаров А.Н.* Редкометальные тектоно-метасоматические зоны Украинского щита / А.Н. Комаров, Л.А. Черкашин. – К. : Наук. думка, 1991. – 180 с.
10. *Кузьмин А.В.* Фосфорное оруденение в ураноносных тектоно-метасоматических узлах / А.В. Кузьмин, С.П. Чумакова, А.В. Пушкарёв // Информ. бюллетень (геология, методика поисков). – 1973. – № 24. – С. 44–53.
11. *Мигута А.К.* Условия образования и локализации уранотитановых руд / А.К. Мигута – М. : ВИМС, 1983. – 276 с. (Ротапринт / ОЭП ВИМС, 1983).
12. *Минеева И.Г.* Взаимосвязь урана и золота в эндогенных и экзогенных процессах рудогенеза на докембрийских щитах : автореф. дис. ... д-ра. геол.-мин. наук : спец. 04.00.11 “Геология, поиски и разведка рудных и нерудных месторождений, металлогения” / И.Г. Минеева. – М., 1997. – 50 с.
13. *Минеева И.Г.* Сравнительная геохимическая характеристика и типоморфные элементы полевошпатовых метасоматитов с урановой и бериллиевой минерализацией / И.Г. Минеева // Материалы по геологии урановых месторождений. Информ. сб. – 1979. – Вып. 54. – С. 197–218.
14. *Обризанов В.Н.* Основные черты геохимии Ватутинского месторождения урана и некоторые проблемы натриевого метасоматоза : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук : спец. 04.00.02 “Геохимия” / В.Н. Обризанов. – Березовка, 1974. – 27 с.

15. *Обризанов В.Н.* Баланс вещества при образовании щелочных метасоматитов Ватутинского месторождения / В.Н. Обризанов // Информ. бюллетень (геология, геохимия, геофизика, методика работ). – 1972. – № 21. – С. 24–40.
16. *Обризанов В.Н.* К вопросу о связи месторождений натрий-урановой формации с гранитами / В.Н. Обризанов // Информ. бюллетень. – 1976. – № 28. – С. 4–18.
17. *Пушкарев А.В.* Геохимические особенности натриевого метасоматоза и уранового рудогенеза / А.В. Пушкарев, В.Б. Коваль, И.Б. Гаврусевич // Геохимические особенности ураноносных щелочных метасоматитов УЩ. – К. : ИГФМ АН УССР, 1986. – С. 17–20.
18. *Ракович Ф.И.* Распределение микроэлементов в гнейсах, мигматитах, гранитах и образованным по ним натриевым метасоматитах / Ф.И. Ракович // Распределение микроэлементов в гнейсах, мигматитах, гранитах и образованных по ним натриевых метасоматитах. – К. : ИГФМ АН УССР, 1976. – 40 с. (Препринт / ИГФМ АН УССР).
19. *Рентгенофлуоресцентный анализ* / Под ред. Н.Ф. Лосева; авт. кол.: В.П. Афонин, Н.И. Комяк, В.Н. Николаев и др. – Новосибирск : Наука, 1991. – 170 с. 3.
20. *Среднемасштабное прогнозирование и составление прогнозных на уран карт. Методические рекомендации* / Под ред. Ю.М. Шувалова; ВСЕГЕИ. – Л., 1988. – 188 с.
21. *Чарыков А.К.* Математическая обработка результатов химического анализа / А.К. Чарыков. – Л. : Химия, 1984. – С. 147–157.
22. *Щербань И.П.* Рудоносные околожильные метасоматиты / И.П. Щербань. – К. : Либідь, 1996. – 252 с.
23. *Sandrine Cinely.* Sodium metasomatism in the Michurinka uranium ore deposit of the Kirovograd–Novoukrainsk district / Sandrine Cinely, Michel Cuney, Alexander Emetz, Olivier Vanderyhaenge, Philippe Boulvais // Метасоматозе sodique et Minйралізаціє ураніфієрє асоцієє: Exemples du district de Kirovograd – Novoukrainsk (Ukraine), du batholite du Kurupung (Guyana), et du gisement d’Espinharas (Brйsil). – 2008. – P. 51–101.
24. *Polito Paul A.* The Proterozoic, albitite-hosted, Valhalla uranium deposit, Queensland, Australia: a description of the alteration assemblage associated with uranium mineralisation in diamond drill hole V39 / Paul A. Polito, T. Kurt Kyser, Cliff Stanley // Mineralium Deposita. – 2009. – P. 11–40.

Михальченко І.І., Загородний В.В., Синицин В.А. Хімічний склад торій-ураноносних альбітитів Новоалексїєвського рудопроявлення, Український щит.

В результате изучения химического состава проб из пересечения торий-ураноносных альбититов Новоалексїєвського рудопроявлення (Партизанське рудне поле, Центральнорукраїнський урановорудний район, Український щит) установлено, що відміння масових долей оксидів натрія, калія, кремнія, алюмінія в хімічному складі апогранітних “нерудних” альбітитів в порівнянні з вихідними гранітами Новоукраїнського масива подібні відомим особливостям хімічних перетворень гранітів, які відбулися при утворенні тылових зон апогранітних щелочних натриевих метасоматитів. Хімічний склад “рудних” різновидностей торій-ураноносних альбітитів відрізняється від “нерудних” більшими масовими частями оксидів титана (+0,595 %), заліза (+2,735 %), марганца (+0,065 %), кальція (+1,399 %) і, відповідно, меншими частями оксидів кремнія (–2,901 %), алюмінія (–2,054 %), натрія (–0,993 %). “Рудні” різновидності торій-ураноносних альбітитів рудопроявлення відрізняються від урановорудних альбітитів Ватутинського і Новокостантинівського місорожень урана значно більшою масовою долей в хімічному складі діоксида титана, відповідно, на 0,725 % (в 4,3 рази) і 0,545 % (в 2,34 рази). Установлено, що пошуковим признаком тел торій-уранових руд в щелочних натриевих метасоматитах слугує, в частині, наявність геохімічних аномалій титана (що відображається в збільшенні доли сфєна в мінеральному складі породи) в альбітитах з аномальною потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання.

Ключові слова: хімічний склад, торій, уран, альбітит, Новоалексїєвське рудопроявлення.

Mihalchenko I.I., Zagorodiy V.V., Sinityn V.A. Chemical Composition of Thorium-Uranium Albitites of Novoalekseevka Ore Deposit, the Ukrainian Shield.

As a result of study of chemical composition of samples that were obtained from crossing of thorium-uranium albitites of Novoalekseevka ore deposit (Partisan ore field, Central–Ukrainian uranium ore-bearing district, the Ukrainian shield), is set, that difference of the masses of oxides of natrium, potassium, silicon, aluminium of apogranitic “non-metalliferous” albitites by comparison to initial granites of Novoukrainka massif similar to the known features of chemical transformations of granites which happened when alkaline apogranitic alkaline sodium metasomatites generated. chemical composition of “metalliferous” variety of albitites are differing from “non-metalliferous” the greater mass portions of oxides of titanium (+0,595 %), iron (+2,735 %), manganese (+0,065 %), calcium (+1,399 %), accordingly, less mass portions oxides of silicon (–2,901 %), aluminium (–2,054 %) sodium (–0,993 %). “Metalliferous” variety of thorium-uranium albitites of Novoalekseevka ore deposit are differ from uraniferous albitites of Vatutinka and Novokonsnantinovka uranium ore deposit greater mass portions of titanium dioxide, accordingly, at 0,725 % and 0,545 %. Reconnaissance indication thorium-uranium ore body in the alkaline sodium metasomatites is, in particular, presence geochemical anomalies of titanium (that is represent at growth sphene volume in the mineral composition of rock) in the albitites with anomalous power exposure dose of gamma-ray is proved.

Key words: chemical composition, thorium, uranium, albitite, Novoalekseevka ore deposit.

Надійшла 29.05.2015