

ДО ПИТАННЯ, ПІДНЯТОГО У СТАТТІ С.Г. КРИВДІКА "ПРО ГЕНЕЗИС ЛУЖНИХ МЕТАСОМАТИТІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА"

В.О. Синицин

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 58, Київ, Україна*

Стаття С.Г. Кривдіка "Про генезис лужних метасоматитів Українського щита" [4] є чи не першою спробою узагальнення даних щодо лужних метасоматитів Українського щита (УЩ). Актуальність такої роботи очевидна, оскільки для УЩ в цілому констатовано переважання цієї групи метасоматичних порід над кислотними і лужноземельними метасоматитами [16]. З підсумкової монографії [8] легко зробити висновок про велике практичне значення для України докембрійських безкварцових, лужнопольовошпатових гідротермально-метасоматичних утворень. Проте, як і передбачав автор [4], його стаття не може не викликати дискусії стосовно деяких наведених у ній, констатацій, припущень і поглядів.

Цей короткий коментар є переважно критичним і торкається питань, що перебувають поза межами досвіду і компетенції коментатора, хоча є дискусійними і заслуговують на подальше обговорення (наприклад, питання про природу лужнопольовошпатових порід Суцано-Пержанської зони УЩ). Головну увагу зосереджено на загальних положеннях петрології метасоматичних порід, а також на аналізі тієї частини статті [4], що присвячена ураноносним лужним натрієвим метасоматитам УЩ (за термінологією, прийнятою в [9, 11] – лужні натрієві метасоматити в розломах докембрійського фундаменту).

Загальні положення петрології метасоматичних порід. Не можна погодитись з точкою зору С.Г. Кривдіка щодо визначення лужних метасоматитів. Зокрема, слід зазначити, що

застосування аналогії з магматичними породами не є доречним. Виходячи з природи метасоматозу як породоутворювального процесу, очевидно, що лужні метасоматити – це породи, утворені під дією розчину, величина рН якого вища від нейтрального (для даних T , P) значення. Як видно, це загальне визначення не враховує на певні межі вмісту лужних компонентів у метасоматичній породі, як це має місце у класифікації магматичних порід. Емпіричні критерії віднесення метасоматитів до лужних наводяться у низці публікації [9, 11 та інш.], хоча і з певними застереженнями. Зокрема, підкреслюється, що наявність і навіть значний вміст лужних польових шпатів і лужних темнозабарвлених мінералів є прямою ознакою високої концентрації (високого хімічного потенціалу) лужних металів у метасоматичному розчині, а не його високої лужності. Коректнішим способом оцінювання кислотно-лужних властивостей розчину є аналіз метасоматичної зональності (метасоматичних колонок), який дає відповідь на питання "під дією яких (кислих, нейтральних чи лужних) розчинів сформувалась послідовність метасоматичних порід, що складає певну метасоматичну колонку?". Приклади того, як не спрацьовує прямий мінералогічний критерій для метасоматичних порід, можна знайти і в статті [4]. Зокрема, не відповідає дійсності теза про те, що альбітові (або мікроклінові) метасоматити з епідотом і хлоритом не є лужними. Так, епідот-хлоритові альбітити уранових родовищ центральної частини УЩ обґрунтовано віднесені до формації лужних натрієвих метасоматитів [11, 13].

© В.О. Синицин, 2013

Варто зазначити, що в статті [4] терміни з петрології метасоматичних порід (зона, колонка, вертикальна зональність) використовуються подекуди довільно. Тож не завжди зрозуміло, що саме автор має на увазі (приклади наведено нижче). Загалом підкреслимо, що базове поняття «метасоматична формація» в роботі не використовується взагалі. Це призводить до розпливчатості та неструктурованості тих частин публікації, де йдеться про порівняння різних груп метасоматитів, передовсім коли С.Г. Кривдик робить спробу обґрунтувати їхню генетичну спорідненість. Проте, саме в формаційному аналізі формулюється система ознак, за якими метасоматичні породи об'єднують в одну петрогенетичну групу (формацію) або відносять до різних груп. Що стосується лужних метасоматитів, то практично всі згадані в [4] різновиди лужних метасоматитів УЩ наразі визначені як окремі метасоматичні формації, тобто такі, що мають різний петрогенезис [9, 11, 23 та ін.]. У згаданих монографіях описані як самостійні метасоматичні формації альбітизованих гранітів, фенітів, натрієвих метасоматитів зон контактів нефелінсієнітових масивів, лужних натрієвих метасоматитів розломів докембрійського фундаменту, для яких наведено загальні петрогенетичні формулювання, узагальнений опис та комплекс геологічних і речовинних ознак, у тому числі їхня рудна (металогенічна, геохімічна) спеціалізація. Більш детальна інформація про ці метасоматичні формації міститься у низці монографічних робіт та в підсумкових статтях, на які посилаються автори [9, 11, 23].

Характеристика та походження лужних натрієвих метасоматитів (ЛНМ) у розломах докембрійського фундаменту. Метасоматити даної формації досліджено краще, ніж інші метасоматичні породи УЩ. Передусім це стосується геології та речовинного складу, а питання походження цих метасоматичних порід залишається дискусійним, тобто, по суті невирішеним, що зазначено і в [4]. Оскільки в роботі [4] ЛНМ порівнюються з фенітами, а у висновках автор обстоює тезу щодо подібності генезису фенітів та ЛНМ, далі наведу співставлення цих двох груп лужних метасоматитів УЩ. Матеріал викладено відповідно до системного підходу, прийнятого в формаційному аналізі метасоматичних порід [9, 11 та інші] за системою класифікаційних парамет-

рів, яка наводиться в [15] та за ієрархічною послідовністю класифікаційних критеріїв. Результати порівняння фенітів і ЛНМ наведено в таблиці.

Наведені в таблиці характеристики відображають поточний рівень дослідження метасоматичних порід формації фенітів та формації ЛНМ. Порівняльний аналіз цих характеристик свідчить про суттєві відмінності двох груп лужних метасоматитів, що розглядаються в роботі [4]. Очевидно, що теза С.Г. Кривдика про їхню можливу петрогенетичну спільність не підтверджена наявними геологічними і речовинними даними. Окремо слід зупинитися на деяких питаннях геологічного положення, зональності, мінерального та ізотопного складу, які використовуються автором [4] для обґрунтування вказаної тези.

Геологічне положення і зональність. Розмірні характеристики тіл фенітів та ЛНМ можуть бути одного порядку. Так, потужність окремих природнозломних симетрично зональних тіл ЛНМ складає сотні метрів, а розміри за простяганням і падінням перевищують кілометр [1, 8]. Проте, привертає увагу те, що потужність ореолів фенітизації можна співставити з розміром суміжних масивів магматичних порід, з якими феніти генетично пов'язані [2, 4, 9, 10]. Зокрема, пропорційність потужності фенітів та суміжних карбонатитів демонструє Хлібодарівський кар'єр (Східне Приазов'я), описаний у [4, 10]. Постає питання: якими мають бути розміри гіпотетичних (за [4]) карбонатитових тіл, з якими може бути пов'язане походження великих тіл ураноносних ЛНМ – таких як Новокосянтинівське родовище? Особливу увагу в [4] приділено подібності зональної будови та мінералогії двох груп метасоматитів, що розглядаються. Однак, схема вертикальної зональності ЛНМ за [4] не відповідає прийнятій точці зору [1, 11, 13, 14], наприклад, що безкварцові мікроклінальбітові метасоматити ("сієніти") представляють найменш глибинний зріз ("верхня колона", за [4]) вертикальної зональності ЛНМ. Як свідчать численні спостереження і результати вивчення метасоматичної зональності, так звані "сієніти" є проміжною зоною метасоматичних колонок (див. таблицю), яка в апогранітоїдних ЛНМ виявляється на всіх зрізах вертикальної зональності від епідот-хлоритового (верху до гранат-діопсидового (низ)

Класифікаційні параметри фенітів і ЛНМ

| Класифікаційні параметри | Формація фенітів | Формація ЛНМ у розломах докембрійського фундаменту |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Природа | Метасоматична | Метасоматична |
| Геологічне положення | Приконтатові магматичної стадії, пов'язані з магматичними породами лужно-ультраосновних карбонатитових комплексів. Геологічний і абсолютний вік приблизно відповідає віку приконтатових магматичних порід | Прирозломні, зв'язок з магматичними породами відсутній (не встановлений). Геологічний вік: після гранітоїдів кіровоградсько-житомирського комплексу, до гранітів рапаківі. Абсолютний вік ~1,8 млрд р. |
| Глибинність | Від абісальних до приповерхневих (переважно гіпабісальні) | Абісальні помірного тиску |
| Температура | Високотемпературні (>550–600 °C) | Середньо-помірнотемпературні (550–300 °C) |
| Кислотність | Лужні | Лужні |
| Хімічна спеціалізація розчинів | Калій-натрієві, сильно недосичені кремнеземом, фторидно-вуглекислотні | Натрієві, насичені кремнеземом відносно альбіту, хлоридні з низьким вмістом вуглекислоти |
| Формаційна належність | Формація фенітів, металогенічна спеціалізація яких подібна до суміжних карбонатитів (Nb, Ta, TR, P та ін.), $U < Th \approx U$ | Формація ЛНМ у розломах докембр. фундаменту, з металогенічною спеціалізацією на U в залізисто-кремністих і алюмосилікатних породах, на U, V, Sc, TR в аподоломітових і апокварцитових ЛНМ. $U \gg Th$ |
| Метасоматична зональність (колонки) | Інфільтраційно-дифузійна | Інфільтраційна в алюмосилікатних і залізисто-кремністих породах, інфільтраційно-дифузійна в діопсидових кварцитах і доломітах |
| | Горизонтальна зональність значною мірою проявлена у повноті заміщення мінералів вихідних порід | Горизонтальна зональність виявлена в зміні: альбітиту → безкварцеві мікроклін-альбітові метасоматити → метасоматити з кварцем або діафорити → вихідні породи |
| | Вертикальна зональність: від абісальних альбітових фенітів до гіпабісальних калієвих фенітів. Ca/Na відношення в мінералах зростає з глибиною | Вертикальна зональність: зі зменшенням глибини: піроксенів → амфіболові → епідот-хлоритові альбітиту. Ca/Na відношення в амфіболах і піроксенах зростає з глибиною |
| Метасоматичні породи (зони) | Типоморфні мінеральні асоціації центральних зон: кислий плагіоклаз (антипертит) ± КПШ (пертит) + Ca-Na амфіболи і піроксени | Типоморфні мінеральні асоціації центральних зон: альбіт + Ca-Na амфіболи і піроксени; альбіт + епідот + хлорит |
| | Мінеральні асоціації спорідненої (накладеної) стадії в центральних зонах: не виділяються | Мінеральні асоціації спорідненої (накладеної) стадії в центральних зонах: хлорит або Fe-Mg слюда (флогопіт) + карбонат + гематит |
| Джерела | [2, 4, 9, 10, 19] | [1, 7, 11, 12, 13, 14, 18, 23] |

[13]. У фенітах лужні польові шпати у внутрішніх зонах можуть бути представлені натрієвими або калієвими мінералами, а в ЛНМ виключно альбітом. Ця відмінність вказує, що феніти утворювались під дією калій-натрієвих розчинів ($K < Na \sim K$), а ЛНМ під дією суттєво натрієвих ($K \ll Na$). Що стосується збільшення з глибиною Ca/Na відношення в темнозбарвлених мінералах, яке встановлюється в обох типах метасоматитів, то слід визнати конвергентну природу цього явища. Такий висновок підтверджується лише даними, наведеними в [4]: подібна зміна складу мінералів має місце не тільки в метасоматичних породах різної формаційної належності, але і в магматичних породах. Загально відомо, що зниження основності плагіоклазу в цілому відповідає зниженню термобаричних умов кристалізації магматичних порід і переходу від високих до низьких фацій метаморфізму. Подібна загальна закономірність, очевидно, викликана зростанням хімічного потенціалу

кальцію відносно натрію за збільшення температури.

Вік та геохімія ізотопів. Важко погодитись з автором [4] стосовно невизначеності віку ураноносних ЛНМ. Справа навіть не в значеннях абсолютних величин, які отримано багатьма дослідниками і які коливаються в досить вузькому діапазоні [1, 3]. Важливо, що однозначно встановлено геологічний вік ЛНМ, який визначається січним положенням метасоматитів відносно новоукраїнських і кіровоградсько-житомирських гранітів, а також тим, що тіла ЛНМ не перетинають породи суміжного Корсунь-Новомиргородського плутону. До того ж, встановлено, що мінеральні асоціації ЛНМ у тілах серед гранітів і гнейсів інгулецької серії екзоконтатової полеси цього плутону зазнали його термального впливу [3].

У контексті вікових співвідношень слід звернути увагу на те, що вік калієвих апліт-пегматоїдних гранітів і суміжних метасомати-

тів, а також руд К-У формації на 200 млн рр. більший від віку ураноносних альбітитів [1]. Отже породи вказаної формації не могли скласти "верхню частину метасоматичної колонії" [4] ЛНМ. Тому "в процесі формування ураноносних альбітитів ... торій (разом з ураном)" не могли концентруватися у "т. зв. сієнітах К-У формації", як це припускається в [4].

Очевидно, ізотопні дані, щодо генезису лужних метасоматитів УЩ заслуговують на спеціальний розгляд. Що до ЛНМ, то можна констатувати: для цих метасоматичних порід накопичено значний масив експериментальних даних з геохімії стабільних ізотопів [4, 5, 20–22]. Генетична інтерпретація цих даних є досить неоднозначною [1]. В останніх роботах з цього питання [20–22] викладено висновок щодо метеорного походження метасоматичних розчинів. Не додають визначеності і результати дослідження ізотопії стронцію в ЛНМ серед порід саксаганської та гданцевської світ Криворіжжя [6] і в апогранітних альбіти-тах Новоукраїнського масиву [17]. У роботі [6] автори роблять висновок про те, що джерело метасоматичних розчинів характеризувалося дуже високим значенням Rb/Sr, базуючись на оригінальних даних про високі значення $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ у метасоматичних породах і мінералах у порівнянні з низькими у вихідних породах. Протилежні експериментальні дані отримано в роботі [17], в якій висунуто тезу про глибинне джерело натрію та урану ураноносних альбітитів.

Замість висновків. Завершуючи критичний огляд публікації [4], слід констатувати, що на сьогодні відсутні переконливі аргументи –

підстави для припущень щодо генетичної подібності ЛНМ та фенітів. Мабуть ця робота не поставить крапки у питанні щодо генезису ЛНМ. Очевидно, на часі – детальне вивчення окремих фактів і побудова генетичних гіпотез. Вирішення питання щодо генезису ЛНМ слід шукати на шляху створення загальних петрогенетичних моделей крупних регіонів, геоблоків або УЩ в цілому. Окремо зазначимо, що метасоматичні формації фенітів та ЛНМ у розломах докембрійського фундаменту наразі слід розглядати як самостійні класифікаційні одиниці, кожна з яких характеризується певними геологічними, речовинними і металогенічними параметрами. Поєднання цих одиниць не тільки не є обґрунтованим, воно може перешкоджати вирішенню прикладних задач саме через різну рудну спеціалізацію фенітів та ЛНМ.

Висловлюючи свою особисту точку зору, я розумію, що мені не вдалося повністю уникнути суб'єктивних оцінок. Слід також підкреслити, що стаття [4], окрім питань, обговорених вище, містить низку інших, що заслуговують на увагу у процесі узагальнення наявних відомостей про метасоматичні породи УЩ. Цей напрямок, важливий з теоретичної та практичної точок зору, залишається надзвичайно актуальним. З огляду на це, можна сподіватись, що дискусійний (і, можливо, навіть провокаційний) характер публікації [4] викличе продовження дискусії та конструктивного обговорення, які сприятимуть поглибленню знань і досягненню порозуміння щодо цього питання петрології метасоматичних порід.

Література

1. Белевцев Я.Н., Коваль В.Б., Бакаржиев А.Х. и др. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины – К. : Наук. думка, 1995. – 396 с.
2. Глевасский Е.Б., Кривдик С.Г. Докембрійський карбонатитовий комплекс Приазов'я. – К. : Наук. думка, 1981. – 228 с.
3. Иванов Б.Н., Макивчук О.Ф., Михальченко И.И., Шафранская Н.В. Формация щелочных натриевых метасоматитов центральной части Украинского щита (минералого-петрографические типы и структурно-тектоническая позиция) // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2011. – № 2. – С. 43–55.
4. Кривдик С.Г. Про генезис лужних метасоматитів Українського щита // Геохімія та рудоутворення. – 2013. – Вип. 33. – С. 3–17.
5. Луговая И.П., Щербак Д.Н., Проскурко Л.И. Особенности формирования редкометального месторождения альбититовой формации докембрия по изотопным данным // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1981. – № 2. – С. 30–33.
6. Мельниченко Б.Ф., Бартницкий Е.Н., Скобелев В.М. Состав флюидов при формировании щелочно-карбонатных метасоматитов Желтореченской структуры Северного Криворожья // Тез. доклада XII Всесоюз. симп. по стабильным изотопам в геохимии. – М. : ГЕОХИ АН СССР, 1989. – С. 72–74.
7. Мельниченко Б.Ф., Синицын В.А., Коваль В.Б. Метасоматиты Желтореченского ванадий-скандиевого месторождения // Докл. АН Украины. – 1994. – № 3. – С. 117–122.

8. *Металлические* и неметаллические полезные ископаемые Украины. – Том 1. Металлические полезные ископаемые / Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др.; под ред. Щербака Н.П., Боброва А.Б. – К.-Львов: Центр Европы, 2005. – 785 с.
9. *Метасоматизм* и метасоматические породы / Жариков В.А., Русинов В.Л., Маракушев А.А. и др. под ред. Жариков В.А., Русинов В.Л. – М.: Научный мир, 1998. – 492 с.
10. *Моргул В.Г.* Петрологія лужних метасоматитів Східного Приазов'я : Автореф. дис. ... канд. геол. наук. – К., 2012. – 20 с.
11. *Омельяненко Б.И.* Околорудные гидротермальные изменения пород. – М.: Наука, 1978. – 216 с.
12. *Синицын В.А.* Гидротермальный синтез и гидролиз темноцветных минералов натриевых щелочных метасоматитов : Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – М., 1986. – 24 с.
13. *Синицын В.А.* Минеральные реакции и метасоматическая зональность апогранитоидных ураноносных альбититов докембрия // Докл. АН УССР. – Сер.Б. – 1991. – № 7. – С. 105–108.
14. *Синицын В.О., Шунько В.В.* Дослід систематизації метасоматитів Українського щита на формаційній основі // Геолог України. – 2010. – № 3. – С. 57–63.
15. *Синицын А.А., Мельниченко Б.Ф., Романенко И.М.* Химический состав породообразующих минералов апогранитоидных ураноносных альбититов докембрия. – К., 1988. – 49 с. – (Препр. ИГФМ АН УССР).
16. *Синицын В.О., Сьомка В.О., Кривдик С.Г.* Аналіз та шляхи удосконалення систематики, класифікації і номенклатури метасоматичних порід // Тез. доп. наук. конф. "Теоретичні питання і практика дослідження метасоматичних порід і руд (до 70-річчя Віктора Степановича Монахова)" (14–16 берез. 2012 року, Київ) / Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України. – К., 2012. – С. 73–76.
17. *Степанюк Л.М., Бондаренко С.М., Сьомка В.О. та ін.* Джерело натрію та урану ураноносних альбітитів (на прикладі Докучаївського родовища Інгульського мегаблоку Українського щита) // Геохімія та рудоутворення. – 2012. – Вип. 31–32. – С. 99–104.
18. *Тарханов А.В., Кудлаев А.П., Петрин А.В. и др.* Желтореченское ванадий-скандиевое месторождение // Геология рудных месторождений. – 1991. – № 6. – С. 50–56.
19. *Шнюков С.Е.* Апатиты, цирконы и сфены из околокарбонатитовых фенитов и щелочных метасоматитов зон диафореза Украинского щита как генетические и петрогенетические индикаторы : Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Львов, 1988. – 26 с.
20. *Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н.* Изотопный состав углерода и серы раннепротерозойских пород центральной части Украинского щита // Доп. НАН України. – 2008. – № 7. – С. 123–129.
21. *Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Лазаренко Е.Е.* Особенности рудообразующего флюида Новоконстантиновского месторождения урана (Украинский щит) // Там само. – 2009. – № 4. – С. 130–136.
22. *Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н.* Эволюция серы в процессе формирования альбититовых месторождений урана (Украинский щит) // Там само. – 2010. – № 5. – С. 123–129.
23. *Щербань И.П.* Рудоносные околожильные метасоматиты. – К.: Либідь, 1996. – 352 с.