

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертацію Ольги Вікторівни Заяць  
**“Геохімія русько-полянських рідкіснометалевих гранітоїдів  
Корсунь-Новомиргородського плутону”**, подану на здобуття наукового  
ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія

**Актуальність теми дисертації.** Одним з найважливіших завдань фундаментальної геологічної науки на сучасному етапі є виявлення джерел рудної речовини, оцінка умов і механізмів його концентрації. Виключно цікавим матеріалом для досліджень в цьому відношенні є рідкіснометалеві граніти (РМГ), які характеризуються накопиченням широкого спектру рідкісних елементів (Li, Rb, Cs, Ta, Nb, Sn, Be тощо), а також часто зональною будовою, що дозволяє простежувати закономірності їх розподілу і поведінки. Розуміння причин накопичення таких дефіцитних елементів, що зараз широко використовуються у багатьох галузях науки і техніки, звичайно, може допомогти усвідомленому спрямуванню зусиль на пошуки їх родовищ. Існує декілька гіпотез утворення РМГ: диференціація гранітного розплаву; плавлення слюдистої компоненти метаморфізованих в гранулітовій фації порід; кристалізація з особливої пегматитової магми; утворення за рахунок переробки будь-якого субстрату фтористо-рідкіснометальним флюїдом, походження якого також дискусійне (накопичення в результаті фракційної кристалізації або просочування з верхньої мантії).

Вирішенню саме цього важливого питання присвячена дисертація О.В.Заяць. Слушними є висновки автора про відсутність повної картини еволюції масиву не зважаючи на те, що Русько-Полянські рідкіснометалеві гранітоїди Інгульського мегаблоку Українського щита (УЩ) вивчалися різними дослідниками починаючи з 70-х років ХХ сторіччя. За межами уваги дотепер залишались граносієніти Русько-Полянського масиву (РПМ), не проводилось детальних досліджень темноколірних мінералів, не визначався у повному обсязі мікроелементний склад гранітів, не виконувались ізотопно-

геохімічні дослідження щодо визначення можливого джерела родоначальних магм Русько-Полянських гранітоїдів. Крім того існує необхідність уточнення їхнього віку.

Окресленні чинники й визначають актуальність теми дисертації О.В.Заяць «Геохімія русько-полянських рідкіснометалевих гранітоїдів Корсунь-Новомиргородського плутону», яка виконувалась в межах наукових тем Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П.Семененка НАН України: «Геохімія рідкісноземельних елементів в цирконах та монацитах із гранітоїдів Українського щита (за даними ICP-MS)» (№ ДР 0113U003380). Отримані результати знайшли практичне застосування при проведенні ПДРГП «Північгеологія» геологічного довивчення площи М-36-ХХ і складанні комплекту державних геологічних карт масштабу 1:200 000.

Дисетраційна робота повним обсягом 192 сторінки складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури із 177 найменувань та додатків. Виклад супроводжується 56 рисунками. Рукопис структуровано відповідно до чинних вимог.

**У розділі 1** «Сучасний стан геологічної вивченості протерозойських рідкіснометалевих гранітоїдів Східно-Європейської платформи» надано загальні відомості з термінології, класифікації, різних уявлень щодо генезису рідкіснометалевих гранітів загалом. Детально проаналізовані результати попередніх досліджень рідкіснометалевих гранітів Русько-Полянського масиву та розглянуто стан геологічної вивченості об'єктів порівняння, в якості яких обрані РМГ Волинського і Приазовського мегаблоків Українського щита та Салмінського батоліту Балтійського щита.

**У розділі 2** «Методи досліджень» наведено інформацію щодо опробування граносієнітів (свердловина №1) та гранітів (свердловина № 8568) південно-східної частини Русько-Полянського масиву, первинної підготовки та методів лабораторного вивчення фактичного матеріалу.

Широкий перелік застосованих методів включав: мінералогічні, рентгено-дифрактометричні та електронно-парамагнітно-резонансні дослідження мінеральних фракцій та окремих мінералів; петрографічні дослідження прозорих шліфів; вивчення елементного складу порід та мінералів на широкий перелік петrogenних та мікроелементів за допомогою титриметричного, рентгено-флуоресцентного (XRF), атомно-емісійного, ICP MS аналізів та електронно-зондового мікроаналізу; ізотопно-геохімічні дослідження окремих мінералів. В розділі надані технічні і метрологічні характеристики кожного із застосованих методів, наведено процедури необхідного контролю якості досліджень. Результати наведені в тексті роботи та у додатках (А – М).

Для написання **розділу 3 «Геологічна характеристика північно-східної частини Корсунь-Новомиргородського plutону»** автор користувалась переважно літературними джерелами та даними глибинного геологічного картування. Наведені всі необхідні посилання.

В *підрозділах 3.1 та 3.2* коротко охарактеризовано загальні риси геологічної будови складного багатофазного, на думку багатьох дослідників, Корсунь-Новомиргородського plutону (КНП), його північно-східної частини та, окремо (більш докладно), Русько-Полянського масиву. Тут надано характеристику головних петротипів, що складають КНП, їх вікові, просторові та структурні відносини, ступінь вивченості. Окремо розглянуті різноманітні за структурою та складом гранітоїди Русько-Полянського масиву. Автор підкреслює, що загалом масив складений сублужними гранітами суттєво калієвого складу, граніти нормального ряду представлені в підпорядкованій кількості.

Головну увагу при написанні розділу автор приділила характеристиці РМГ, які просторово тяжіють до південно-східної частини Русько-Полянського масиву. Схематична геологічна карта містить дані щодо розташування свердловин, які стали джерелом фактичного матеріалу для

написання роботи. *Підрозділ 3.3*, що присвячений безпосередньо характеристиці РМГ, висвітлює уявлення попередніх дослідників щодо походження досліджуваних РМГ внаслідок просування фронту лужного метасоматозу з південного сходу на північний захід та порядок їх утворення. Саме тут автор вперше висловлює сумніви щодо походження РМГ та порядку їх вкорінення. Доведенню цієї точки зору присвячені наступні розділи роботи.

**Розділ 4** «Петрографічна характеристика гранітоїдів Русько-Полянського масиву» містить результати безпосередніх досліджень автора дисертації. Тут надано повну петрографічну характеристику досліджуваних РМГ та кварцових сінітів Русько-Полянського масиву: структурно-текстурні особливості, мінеральний склад, повна характеристика породоутворюючих та акцесорних мінералів, ознаки та характер автометасоматичних перетворень.

Важливим результатом проведених петрографічних досліджень є виділення за усіма переліченими вище ознаками двох головних типів РМГ та декількох різновидів в межах кожного. Крім того, автор наголошує на відсутності метасоматичної зональності принаймні на досліджуваній ділянці.

Розділ містить достатню кількість рисунків, що ілюструють усі наведені у висновках візуально спостережені ознаки.

**Розділ 5** «Петрохімічні та геохімічні особливості гранітоїдів Русько-Полянського масиву» присвячений інтерпретації власних даних автора щодо елементного та ізотопного складу досліджуваних РМГ.

Проведені процедури петрохімічної класифікації дозволили виявити ознаки спорідненості досліджуваних РМГ та гранітоїдів КНП за багатьма параметрами, а також зафіксувати спільні риси з іншими рідкіснометалевими гранітами, зокрема з гранітами плюмазитового ряду Українського та Балтійського щитів.

Дуже важливим, на думку рецензента, є висновок щодо напрямку еволюції магматичного розплаву, зроблений автором на цьому етапі роботи внаслідок дослідження поведінки  $P_2O_5$ . Він впевнено підверджується також поступовим підвищенням величини відношення  $Rb/Sr$  в напрямку від ранніх до пізніх продуктів диференціації та закономірним збільшенням величини негативної європієвої аномалії в тому ж напрямку.

Автором наведені досить переконливи ознаки приналежності Русько-Полянських РМГ до так званого А-типу гранітів та, за розподілом рідкісних елементів (Li, Be, Rb, Ba, Zr, Nb, Y, REE тощо), виявлено спільні та відмінні риси з іншими представниками цього типу на Українському та Балтійському щитах.

Слід окремо наголосити, що переконливими є аргументи на користь внутрішньоплитного походження магматичних розплавів, особливо це стосується значень  $^{87}Sr/^{86}Sr$ , які фіксуються в апатитах і плагіоклазах, досягаючи значень 0,737-0,856.

За даними U-Pb ізотопного датування за цирконом встановлено, що вік утворення Русько-Полянського масиву складає  $1758 \pm 3$  млн років. Одержане значення віку практично співпадає з віком, визначенім для Корсунь-Новомиргородського плутону.

У розділі 6 «Породотвірні та акцесорні мінерали гранітоїдів Русько-Полянського масиву» охарактеризовані особливості елементного складу породоутворюючих (біотити, амфіболи та польові шпати) та акцесорних мінералів (флюорит, циркон тощо) з гранітів і граносіенітів та результати дослідження методом електронного-парамагнітного резонансу польових шпатів із Русько-Полянських гранітів і рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону.

Виявлений широкий перелік акцесорних мінералів (флюорит, циркон, фтор-апатит, ксенотит, колумбіт, гадолініт, ураноторит, ільменіт, гематитом, мінерали групи ільменорутила-стрюверита, монацит, синхізит, бастнезит,

флюоцерит, ітропаризит, фероколумбіт, бритоліт, анатаз, псевдо рутил), на думку рецензента, свідчить на користь досить глибокого ступеня автометасоматичної переробки порід.

Важливе значення для подальших досліджень може мати виявлення декількох генерацій циркону (можливо це стосується і деяких інших мінералів) в РМГ Русько-Полянського масиву, мікроелементний склад яких залишився поки що поза увагою автора.

### **Наукові новації дисертації.**

1. Встановлено напрямок еволюції магматичного розплаву для РМГ Русько-Полянського масиву та встановлено основні закономірності розподілу мікроелементів в напрямку підвищення ступеня диференційованості: збагачення Nb, Y, Ga та Li і збіднення Zr та REE; зміна спектру REE з переважанням в пізніх диференціатах їх ітрієвої підгрупи.

2. Встановлено геохімічну подібність досліджуваних гранітів до рідкіснометалевих гранітів кам'яномогильського комплексу Приазовського мегаблоку УЩ. Як перші, так і другі належать до внутрішньоплитних корових гранітів А-типу. Порівняно з гранітами літій-фтористого типу, вони збагачені такими елементами як Zr, Y та REE і збіднені на Li.

3. Визначено видову приналежність біотитів з рідкіснометалевих гранітів Русько-Полянського масиву, яка змінюється в напрямку підвищення ступеня диференційованості від аніт-сидерофілітів до сидерофілітів. В усіх випадках біотити Русько-Полянських гранітів представлені високозалізистими різновидами.

4. Вперше досліджено хімічний склад темноколірних мінералів з граносієнітів. Показано, що біотити та амфіболи цих порід також мають високу залізистість. За складом біотити з граносієнітів наближаються до аніту, а амфіболи представлені роговою обманкою гастингситового та ферочермакітового складу.

5. Встановлено, що всі темноколірні мінерали гранітоїдів масиву збагачені на хлор.

3. Вперше U-Pb методом визначено ізотопний вік цирконів з гранітів Русько-Полянського масиву. Він складає  $1758 \pm 3$  млн років, що відповідає часу утворення гранітоїдів Корсунь-Новомиргородського plutону.

**Достовірність та обґрунтованість наукових положень і висновків,** сформульованих у дисертаційній праці, забезпечена значним обсягом комплексно опрацьованого мінералогічного й геохімічного матеріалу. В основу роботи покладені дані, одержані за допомогою широкого переліку сучасних прецизійних методів при забезпеченні належного метрологічного контролю їх якості. Апробація результатів на міжнародних наукових конференціях і опублікування у наукових фахових виданнях України, зокрема тих, які включено до міжнародних наукометрических баз, підтверджує наукову новизну і належну обґрунтованість отриманих даних, а також повне ознайомлення наукової громадськості з основними положеннями дисертації.

**Практична значимість праці.** Результати досліджень можуть бути використані науковими та виробничими організаціями, що займаються оцінкою перспектив рідкісноземельної та рідкіснометалевої рудоносності УЩ та інших регіонів.

### **Зauważення.**

1. Недостатньо повно, на думку рецензента, у розділі «Методи досліджень» висвітлені питання щодо методики опробування та репрезентативності кам'яного матеріалу.

2. Той же розділ містить декілька прикрих, не помічених автором, помилок. Очевидно, що: рентгенівський мікроаналіз неможливо застосовувати для одержання дебаеграм (стор. 52); під точністю

вимірювання (стор. 54) автор мала на увазі межу визначення; електронно-мікроскопічні дослідження не призначені для визначення хімічного складу (стор. 55).

3. Петрографічна характеристика порід в розділі 4.1 подана до деякої міри сумбурно. З тексту незрозуміло про які саме граніти іде мова.

4. Бажано було б побачити більш узагальнений петрографічний нарис з чітким виділенням типів порід та їх взаємовідносин хоча б на рівні припущення. Можливо, було б варто на цьому етапі надати їм умовні назви: щось на зразок «сірі» та «рожеві» або «дрібнозернисті» та «порфіроподібні», а не оперувати тут і в подальшому тексті громіздкими описами типу «рожево-сірі середньо-крупнозернисті граніти з інтервалу глибин 225,0-227,0 м». Це значно спростило б сприйняття роботи.

5. Рисунок 5.2, як зрозуміло з підпису до нього, наведений за даними попередніх дослідників. Було б доцільно подати на цих діаграмах для зіставлення дані автора, тим більше, що ці дані наведені в тексті і в додатках.

6. Автором взагалі не сформульовано чіткі критерії, за якими вона встановлює ступінь диференційованості та порядок формування досліджуваних гранітоїдів. Крім того, дещо порушене є логіка викладання стосовно цього питання: в тексті (стор. 93) спочатку декларується її точка зору (відмінна від поглядів попередніх дослідників, наведених на стор. 66), а лише пізніше, починаючи зі стор. 96, викладаються докази. Хотілося б почути від автора чітко сформульовані критерії.

7. З тексту роботи не зрозуміло що саме автор має на увазі під терміном «середньозважене». Це зауваження пов'язане із зауваженням № 1. Бажано почути пояснення.

8. На думку рецензента, висновок про те, що слабкий кореляційний зв'язок між U і Y у верхній частині розрізу пояснюється накладеними постмагматичними процесами (стор. 103) є лише припущенням автора. В роботі відсутнє обґрунтування цього твердження.

9. Серед досліджених в роботі гранітів епізодично фігурують альбіти. Хотілося б почути думку автора стосовно їх генезису та співвідношень з досліджуваними гранітами в аспекті диференціації.

10. Непогано було б навести оцінку рівноважності використаних для геотермометрії мінеральних пар, особливо враховуючи високий ступінь автометасоматичних змін.

11. Не зовсім зрозуміло, чому при формулюванні наукової новизни отриманих результатів автор наголошує лише на дослідженні поведінки несумісних (некогерентних) елементів, адже внесок до доказової бази роботи даних щодо поведінки сумісних (когерентних) та несумісних елементів рівний.

12. Шкода, що в тексті дисертації і в підписах до рисунків не наведена кількість залучених до інтерпретації вимірів.

**Висновок.** Висловлені зауваження не впливають на загальну високу оцінку наукових новацій і не піддають сумніву основні наукові положення та висновки дисертації О.В.Заяць, по них можна легко дійти консенсусу в ході дискусії під час обговорення. Робота ґрунтується на особисто отриманих даних із застосуванням комплексу сучасних методів вивчення мінеральної речовини. Автореферат повністю відповідає змістові і послідовності розділів дисертації, містить висновки, список опублікованих за темою дисертації праць, анотації українською, російською й англійською мовами. Основні наукові результати, положення і висновки роботи повністю висвітлено у наукових фахових виданнях, зокрема тих, які включено до міжнародних науково метричних баз. Результати апробовано на наукових, у тому числі міжнародних, наукових конференціях.

У підсумку вважаю, що дисертаційна робота О.В.Заяць є самостійною завершеною науковою працею, в якій вирішene наукове завдання з комплексного вивчення речовинного складу русько-польських рідкіснометалевих гранітоїдів, вивчення закономірностей розподілу

елементів-домішок у гранітах, з'ясування їх геохімічної спеціалізації, порівняння з подібними об'єктами на Українському щиті та за його межами.

Дисертація відповідає п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор – Заяць Ольга Вікторівна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 - геохімія.

Кандидат геологічних наук,  
доцент, докторант, доцент кафедри  
мінералогії, геохімії та петрографії,  
ННІ «Інститут геології»  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

I.I. Лазарєва

Власноручність підпису I.I.Лазарєвої засвідчує:  
заст. директора ННІ «Інститут геології»  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка з  
науково-педагогічної роботи  
кандидат геологічних наук



I.M. Безродна

Відгук надіймов до Співради № 26.203.01  
22 червня 2017 р.

Х. секретар Співради № 26.203.01  
О.І. І.А. Швайка

