

УДК 550.42 : 552.311 (477.46)

**О.В. Заяць**

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка НАН України  
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34  
E-mail: zolgavikt@gmail.com

## ГЕОХІМІЯ РУСЬКО-ПОЛЯНСЬКИХ РІДКІСНОМЕТАЛЕВИХ ГРАНІТІВ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ (ІНГУЛЬСЬКИЙ МЕГАБЛОК УЩ)

Наведено результати досліджень геохімічних особливостей русько-полянських рідкіснометалевих гранітів. Дослідження проведені за допомогою рентгенофлуоресцентного методу та частково — методу мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (*ICP-MS*). В апатитах з русько-полянських рідкіснометалевих гранітів визначено ізотопний склад стронцію ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ). Рідкіснометалеві граніти залягають у південно-східній частині Русько-Полянського масиву Корсунь-Новомиргородського плутону. За петрохімічними властивостями вони подібні до гранітів рапаківі плутону. Це плюмазитові, висококалієві, високозалістисті граніти. Їм властива підвищена окисненість заліза, що є характерною для гіпабісальних утворень. Виділено два типи рідкіснометалевих гранітів: рожеві дрібнозернисті (верхня частина розрізу свердловини) та сірі порфіроподібні (нижня частина розрізу свердловини). Порівняно з середнім складом верхньоконтинентальної кори, русько-полянські рідкіснометалеві граніти збагачені на K, Rb, Zr, Y, Nb, Ta, REE (крім Eu), Hf, Th та збіднені на Ti, P, Sr. Розподіл REE у двох типах гранітів має відмінності. Дрібнозернисті рожеві граніти збагаченні HREE порівняно з LREE ( $[\text{La}/\text{Yb}]_N = 1,8-0,7$ ). Для сірих порфіроподібних гранітів властивий помірно диференційований розподіл REE ( $[\text{La}/\text{Yb}]_N = 9,2-4,8$ ) зі збагаченням LREE. Для русько-полянських гранітів характерна глибока негативна Eu аномалія ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,05-0,13$ ). Вони належать до внутрішньоплитних гранітів А-типу з коровим джерелом магмогенерації ( $A_2$ ), на що вказують високі "корові" значення співвідношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $0,73799 \pm 0,00006$  та  $0,77010 \pm 0,00008$ ), отримані для апатитів із цих гранітів.

*Ключові слова:* рідкіснометалеві граніти, рідкісні елементи, граніти А-типу,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  співвідношення, Русько-Полянський масив, Корсунь-Новомиргородський плутон.

**Вступ.** Унаслідок відсутності відслонень рідкіснометалевих гранітів Русько-Полянського масиву ці породи до теперішнього часу недостатньо добре вивчені. Результати їх досліджень викладені в основному у виробничих звітах і роботах [13, 16]. Разом з тим аналітичні методи, що застосовувались раніше, не дозволяли детальніше дослідити геохімічні особливості рідкіснометалевих гранітів масиву. Для того, щоби заповнити цей прогал, і виконано геохімічне дослідження вказаних порід. Дослідження проведено за допомогою рентгенофлуоресцентного методу (РФА) та частково — мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (*ICP-MS*).

Окрім цього в апатитах із русько-полянських гранітів визначено ізотопний склад стронцію ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ). Взагалі, даних з ізотопії стронцію в апатитах кристалічних порід Українського щита (УЩ) не багато. Найбільш детально проаналізовані апатити з порід лужно-ультраосновної та габро-сієнітової формацій, для яких отриманий широкий діапазон значень  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $0,702-0,856$ ) [8]. Низьке значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  дослідники інтерпретували як таке, що свідчить про глибинне джерело апатитоносних порід. Для високих або аномально високих значень  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  припускали корові або нижньокорові джерела генерації магм [8].

**Метою роботи** було дослідження закономірностей розподілу рідкісних та рідкісноземельних елементів у дрібнозернистих та порфіро-

© О.В. ЗАЯЦЬ, 2015

подібних гранітах і визначення ізотопного складу стронцію апатитів із русько-полянських рідкіснометалевих гранітів.

**Коротка характеристика гранітів Русько-Полянського масиву.** Русько-Полянський масив рапаківіподібних гранітів розташований у північно-східній частині Корсунь-Новомиргородського плутону. У південній частині Русько-Полянський масив включає однойменний масив габро-анортозитів. Північний контакт анортозитового масиву з русько-полянськими гранітами проходить по однойменному розлому. На сході й півдні цей масив має чіткий контакт із гнейсами чечеліївської світи та вміщує їхні ксеноліти.

У південно-східній частині Русько-Полянського масиву залягають рідкіснометалеві граніти, різноманітні за текстурою, структурою і забарвленням. Характерною для них є неоднорідність, що спостерігається у вигляді шлір біотиту і скупчень порфіроподібних укралеників мікрокліну. Така неоднорідність могла бути спричинена накладеними на граніти метасоматичними процесами або ж виникнути ще на магматичній стадії [6]. За структурою рідкіснометалеві граніти масиву дрібно-, середньо- і крупнозернисті, порфіроподібні із різною насиченістю вкраплениками мікрокліну. Розмір укралеників калієвого польового шпату варіює в межах 0,7–3 см і поступово збільшується у напрямку рапаківі Корсунь-Шевченківського масиву.

Забарвлення гранітів змінюється від рожевого до рожево-сірого, сірого. Рожевий колір характерний для більш окиснених русько-полянських гранітів. Окиснене залізо "вивільнювалося" зі структури польового шпату у вигляді тонкого гематитового пилу. Аналогічне явище спостерігається в рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону [9].

За складом рідкіснометалеві граніти масиву переважно біотитові, рідше амфібол-біотитові. К-На польовий шпат завжди помітно переважає над плагіоклазом. У гранітах (в загальній масі і поодиноких овоїдах) К-На польовий шпат представлений здвійникованим мікроклін-пертитом. Кількісний мінеральний склад русько-полянських гранітів, %: мікроклін — 40–70, плагіоклаз — 10–25, кварц — 15–35, амфібол — 1–3, біотит — 0–5, мусковіт — 0–3. Серед акцесорних мінералів гранітів — ільменіт, циркон, флюорит, а також апатит, ортит, бастнезит, паразит, колумбіт, монацит, ксенотим, торит.

Походження гранітів масиву проблематичне. Щодо генезису русько-полянських гранітів існує декілька точок зору з різними варіантами магматичного і метасоматичного їх походження [16]. Геологи "Укрцентргеологія" припускають, що Русько-Полянський масив гранітів є, можливо, опущеним блоком Корсунь-Шевченківського масиву рапаківі, в якому збереглася апікальна частина гранітоїдного інтрузиву. Ймовірно, русько-полянські гранітоїди представляють одну із фаз гранітоїдного магматизму Корсунь-Новомиргородського плутону. За результатами U-Pb датування рідкіснометалеві граніти Русько-Полянського масиву мають вік  $1758 \pm 3$  млн рр. [11], що збігається з опублікованими результатами датування порід Корсунь-Новомиргородського плутону [14, 15].

**Характеристика зразків.** Зразки керну для досліджень відібрано зі св. № 8568, що пробурена в районі с. Руська Поляна ПДРГП "Північгеологія" (2009). Граніти розкриті свердловиною на глибині 139,1 м. Вони представлені двома типами рідкіснометалевих гранітів, що розрізняються за кольором і текстурно-структурними особливостями. У верхній частині свердловини спостерігаються рожеві дрібнозернисті, іноді з невеликою кількістю дрібних порфіроподібних зерен мікрокліну, мусковіт-біотитові й біотитові граніти. З глибини 159,0 м дрібнозернисті граніти поступово змінюються гранітами другого типу. Вони представлені в основному рожево-сірими й сірими середньота крупнопорфіроподібними біотитовими та амфібол-біотитовими гранітами з укралениками мікрокліну та великими кристалами плагіоклазу.

**Методи дослідження.** Для аналітичних досліджень з глибини 139,1–252,5 м та з інтервалом опробування 1–1,5 м було відібрано 94 зразки масою приблизно 0,5 кг кожен. Підготовка проб відбувалася в хімічній лабораторії ПДРГП "Північгеологія". Визначення вмісту елементів K, Rb, Sr, Ga, Zr, Nb, Y, Pb, Zn, Th в гранітах методом РФА виконано на рентгенофлуоресцентному аналізаторі *ElvaX mini*, а вміст Ba та La — на рентгенофлуоресцентному спектрометрі з радіонуклідним джерелом (аналітики О.В. Андреев, І.І. Аширова). Дослідження проведено в лабораторії Науково-навчального інституту "Інститут геології" Київського національного університету (КНУ) імені Тараса Шевченка. Калібрування здійснено за стандартними зразками. Межа виявлення еле-

ментів-домішок: К — 0,1 %, Rb — 3 г/т, Sr — 3, Ga — 10, Zr — 10, Nb — 10, Y — 5, Pb — 3, Zn — 20, Th — 10, Ba, La — 10—15 г/т. Концентрація REE визначена за допомогою методу мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS) на мас-спектрометрі *Element-2* у стандартному режимі в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України (аналітики А.І. Самчук, О.Г. Антоненко, Т.І. Макаренко). Переведення в розчин зразків здійснювали за методикою кислотного розкладання в мікрохвильовій печі з наважок дев'яти проб масою 100 мг кожна. Як стандартний зразок використано внутрішньолабораторний атестований зразок граніту, розкладений за тією ж методикою, що й аналізовані зразки.

Аналіз ізотопного складу Sr із апатиту двох зразків сірих порфіроподібних гранітів (гл. 225,0—227,0 та 238,6—242,0 м) виконаний у відділі радіогеохронології ІГМР НАН України. Хімічну підготовку зразків для мас-спектрометричного аналізу виконано за методикою [3]

(аналітики О.Б. Висоцький, І.М. Котвіцька). Для побудов петрохімічних діаграм використано дані силікатного аналізу "Укрцентргеологія", ПДРГП "Північгеологія" та дані роботи [4]. Залучено близько 170 аналізів із русько-полянських рідкіснометалевих гранітів та 50 аналізів з рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону.

**Петрохімічні особливості.** За петрохімічними властивостями русько-полянські рідкіснометалеві граніти подібні до рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону. Концентрація SiO<sub>2</sub> в русько-полянських гранітах становить 70—76 %, досягаючи максимуму в лейкократових різновидах гранітів (табл. 1). Сумарний вміст лугів складає 7,66—9,91 %. При цьому в сумі лугів калій завжди помітно переважає над натрієм K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O > 1,5, що пояснюється домінуванням мікрокліну в мінеральному складі гранітів. За величиною суми лугів русько-полянські граніти потрапляють у поля лужного, лужно-вапнистого та вапнисто-лужного складу (рис. 1, а), хоча власне лужних різновидів

Таблиця 1. Хімічний склад русько-полянських рідкіснометалевих гранітів, ваг. %

Table 1. Chemical composition of the Ruska-Polyana rare-metal granites, wt. %

| Параметр  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Глибина, м  | 156,1—158,0 | 170,5—171,8 | 188,9—190,0 | 196,8—197,9 | 204,7—205,2 | 208,5—210,0 | 224,0—225,0 | 243,0—244,5 | 250,3—250,7 |
| SiO <sub>2</sub>  | 73,30       | 71,00       | 75,23       | 73,56       | 74,90       | 74,10       | 70,29       | 70,07       | 71,39       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 12,17       | 13,80       | 11,99       | 13,23       | 12,57       | 12,48       | 13,49       | 13,23       | 12,97       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 1,27        | 1,20        | 1,05        | 1,04        | 1,31        | 1,00        | 1,65        | 1,28        | 0,79        |
| FeO   | 1,14        | 0,95        | 1,05        | 0,95        | 0,66        | 1,23        | 1,83        | 2,00        | 1,87        |
| TiO <sub>2</sub>  | 0,11        | 0,20        | 0,15        | 0,14        | 0,13        | 0,18        | 0,24        | 0,24        | 0,22        |
| MnO   | 0,06        | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,05        | 0,05        | 0,03        |
| CaO   | 1,27        | 1,12        | 1,34        | 1,34        | 0,67        | 1,12        | 1,68        | 1,46        | 1,40        |
| MgO   | 0,25        | 0,80        | 0,32        | 0,32        | 0,64        | 0,48        | 0,72        | 0,56        | 0,36        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 0,01        | 0,01        | 0,00        | 0,01        | 0,01        | 0,01        | 0,01        | 0,01        | 0,01        |
| K <sub>2</sub> O  | 5,57        | 6,22        | 4,89        | 5,11        | 5,01        | 5,01        | 5,09        | 6,70        | 6,63        |
| Na <sub>2</sub> O   | 3,37        | 3,30        | 2,77        | 3,01        | 2,98        | 2,95        | 3,24        | 3,21        | 2,91        |
| H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>   | 0,07        | 0,42        | 0,28        | 0,28        | 0,44        | 0,22        | 0,16        | 0,16        | 0,10        |
| SO <sub>3</sub>   | 0,02        | 0,03        | 0,03        | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,05        | 0,02        | 0,02        |
| В. п. п.  | 1,13        | 0,98        | 0,69        | 0,82        | 0,67        | 0,93        | 1,00        | 1,02        | 1,05        |
| Сума  | 99,74       | 100,04      | 99,81       | 99,84       | 100,02      | 99,75       | 99,50       | 100,01      | 99,75       |
| <i>Петрохімічні характеристики</i>                                      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O                                    | 8,94        | 9,52        | 7,66        | 8,12        | 7,99        | 7,96        | 8,33        | 9,91        | 9,54        |
| K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O                                      | 1,65        | 1,88        | 1,77        | 1,70        | 1,68        | 1,70        | 1,57        | 2,09        | 2,28        |
| (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,73        | 0,69        | 0,64        | 0,61        | 0,64        | 0,64        | 0,62        | 0,75        | 0,74        |
| FeO <sub>tot</sub> /(FeO <sub>tot</sub> + MgO)                          | 0,90        | 0,72        | 0,86        | 0,85        | 0,74        | 0,82        | 0,82        | 0,85        | 0,88        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 0,53        | 0,56        | 0,50        | 0,52        | 0,66        | 0,45        | 0,47        | 0,39        | 0,30        |

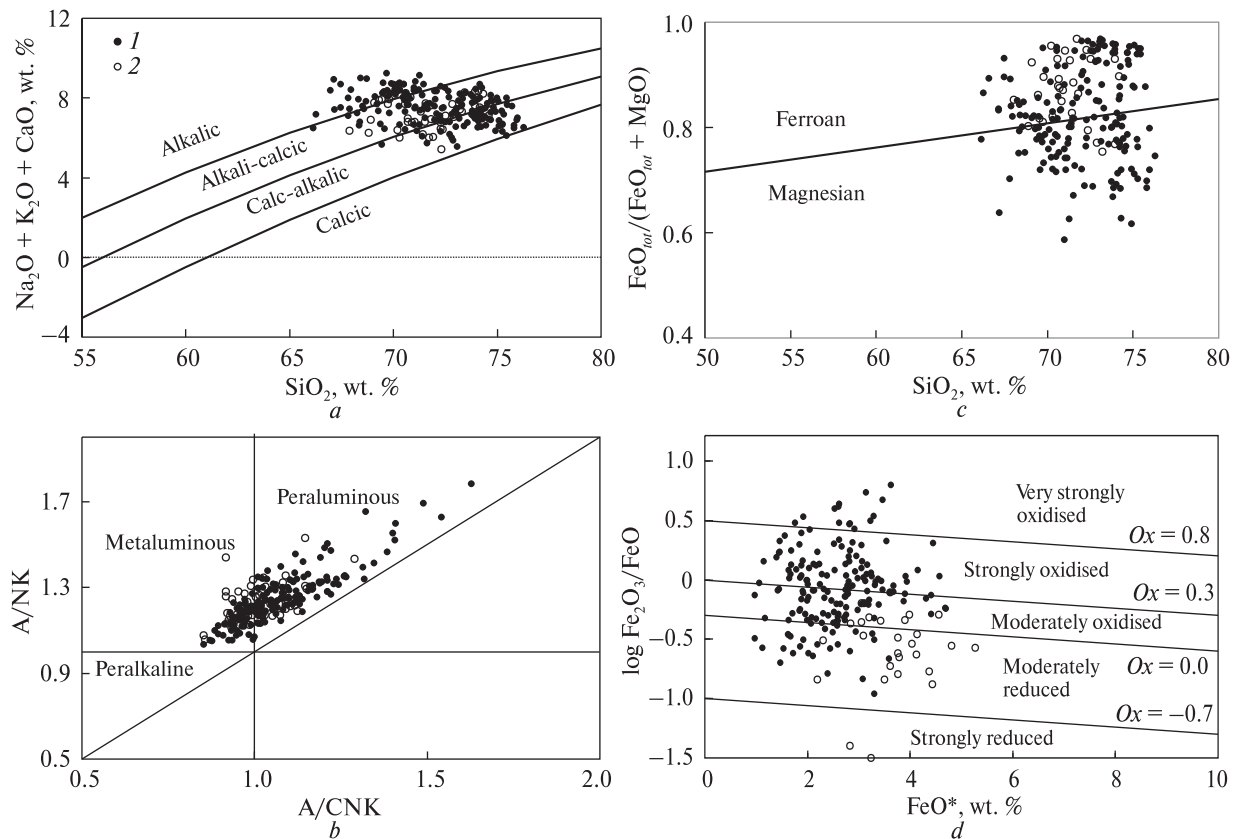


Рис. 1. Класифікаційні діаграми: а –  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$  [21]; б –  $A/\text{CNK} - A/\text{NK}$  [24],  $A = \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $C = \text{CaO}$ ,  $N = \text{Na}_2\text{O}$ ,  $K = \text{K}_2\text{O}$  (у молярних частках); с –  $\text{FeO}_{tot}/(\text{FeO}_{tot} + \text{MgO}) - \text{SiO}_2$  [21]; д – окиснювально-відновна класифікаційна діаграма [17]  $\text{FeO}^* - \log (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO})$ , де  $\text{FeO}^* = 0,9 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ; 1 – русько-полянські рідкіснометалеві граніти, 2 – рапаківи Корсунь-Новомиргородського плутону

Fig. 1. Classification diagrams: a –  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$  [21]; b –  $A/\text{CNK} - A/\text{NK}$  [24],  $A = \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $C = \text{CaO}$ ,  $N = \text{Na}_2\text{O}$ ,  $K = \text{K}_2\text{O}$  (all in molar proportion); c –  $\text{FeO}_{tot}/(\text{FeO}_{tot} + \text{MgO}) - \text{SiO}_2$  [21]; d – redox classification diagram [17]  $\text{FeO}^* - \log (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO})$ , where  $\text{FeO}^* = 0,9 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ; 1 – Ruska-Polyana rare-metal granites, 2 – rapakivi of Korsun-Novomyrhorod pluton

гранітів не виявлено. Лужних фемічних мінералів у русько-полянських гранітах не спостережено.

За співвідношенням Al та Ca, Na, K рідкіснометалеві граніти Русько-Полянського масиву належать до двох різновидів — металюмінієвих та пералюмінієвих гранітів (рис. 1, б). Індекс насиченості глиноземом (*ASI*) в гранітах варіює в широких межах, але в середньому становить 0,9—1,3. Металюмінієві різновиди порід (*ASI* < 1) характеризуються надлишком кальцію порівняно з алюмінієм, що відображається появою в гранітах рогової обманки. Пералюмінієві породи (*ASI* > 1) вміщують більше алюмінію, ніж може вміститись у польових шпатах. Його надлишок у пералюмінієвих різновидах русько-полянських гранітів проявляється появою сидерофіліту — біотиту підвищеної глиноземистості, а також мусковіту. Крім

того, в область перглиноземистих різновидів можуть потрапляти граніти зі зміненими польовими шпатами.

Русько-полянські граніти характеризуються підвищеною залізистістю, хоча точки аналізів русько-полянських рідкіснометалевих гранітів розташовуються не тільки в залізистій області, а і в області магнезійних петротипів (рис. 1, с). Підвищена залізистість порід (0,65—0,95) обумовлена присутністю в граніті високозалізистих мафічних мінералів — біотиту та рогової обманки гастингситового складу. Їхня залізистість вища, ніж у біотиті з рапаківи Корсунь-Новомиргородського плутону і становить 0,95—0,98. Таке високе значення цього параметра характерне для високодиференційованих порід.

Не зважаючи на низьку варіабельність вмісту заліза в гранітах, коефіцієнт їх окиснення

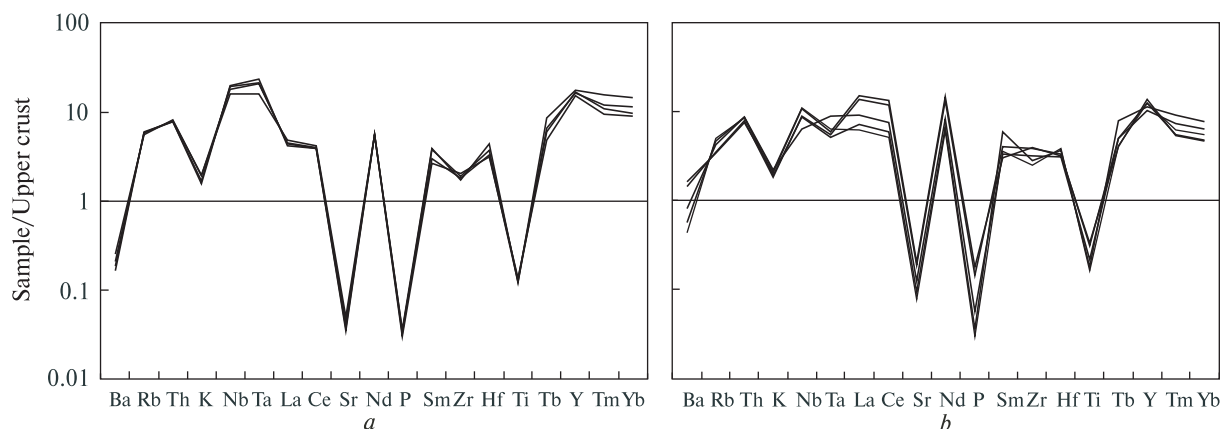


Рис. 2. Розподіл мікроелементів у русько-полянських рідкіснометалевих гранітах першого (а) та другого (б) типів. Нормалізовано до верхньоконтинентальної кори, за [10]

Fig. 2. Upper continental crust-normalized [10] pattern of trace elements in Ruska-Polyana rare-metal granites for the first type (a) and the second one (b)

змінюється в широкому діапазоні: 0,3—0,7 (табл. 1). Максимальні його значення притаманні рожевим дрібнозернистим гранітам верхньої частини розрізу свердловини. Порівняно із гранітами рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону, русько-полянські граніти характеризуються в цілому підвищеною окисненістю заліза (рис. 1, d), що є характерною ознакою для гіпабісальних утворень. За окиснюваністю русько-полянські рідкіснометалеві граніти займають проміжне положення між

рапаківі плутону та пержанськими гранітами. Деякі різновиди більш окиснених пержанських гранітів вміщують рибекіт та егірін, які не зафіксовані нами в досліджуваних русько-полянських гранітах.

**Результати геохімічних досліджень і обговорення.** Вибрані результати аналізів русько-полянських рідкіснометалевих гранітів наведені в табл. 2. Порівняно з середнім складом верхньоконтинентальної кори, граніти збагачені на більшість несумісних елементів: К, Rb,

Таблиця 2. Вміст мікроелементів у русько-полянських рідкіснометалевих гранітах, виміряних рентгенофлуоресцентним методом, г/т  
Table 2. Content of trace elements in the Ruska-Polyana rare-metal granites obtained by X-ray fluorescence method, ppm

| Параметр   | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Глибина, м | 143,5—145,0 | 150,7—151,9 | 158,0—158,9 | 162,9—163,9 | 188,9—190,0 | 196,3—196,8 | 210,0—211,7 | 214,4—214,8 | 225,0—227,0 | 231,2—233,0 | 250,3—250,7 |
| K          | 41371       | 47725       | 44589       | 46909       | 47985       | 49876       | 46835       | 56088       | 58823       | 59142       | 57760       |
| Rb         | 648         | 751         | 722         | 676         | 498         | 532         | 392         | 381         | 409         | 390         | 369         |
| Sr         | 19          | 27          | 29          | 25          | 33          | 51          | 67          | 68          | 74          | 70          | 75          |
| Ba         | 78          | 96          | 210         | 147         | 214         | 474         | 773         | 625         | 730         | 879         | 749         |
| Ga         | 43          | 46          | 48          | 42          | 38          | 37          | 29          | 30          | 30          | 30          | 29          |
| Zr         | 280         | 338         | 484         | 301         | 655         | 799         | 579         | 625         | 885         | 711         | 952         |
| Nb         | 303         | 328         | 275         | 153         | 93          | 97          | 83          | 96          | 113         | 100         | 93          |
| Y          | 326         | 366         | 372         | 290         | 255         | 261         | 133         | 210         | 259         | 217         | 255         |
| Pb         | 92          | 124         | 109         | 84          | 71          | 74          | 70          | 64          | 71          | 65          | 57          |
| Zn         | 102         | 148         | 174         | 90          | 133         | 161         | 157         | 212         | 171         | 152         | 153         |
| Th         | 71          | 85          | 68          | 89          | 67          | 83          | 38          | 60          | 72          | 56          | 71          |
| La         | 114         | 133         | 209         | 117         | 238         | 336         | 192         | 295         | 378         | 348         | 420         |
| K/Rb       | 64          | 64          | 62          | 69          | 96          | 94          | 119         | 147         | 144         | 152         | 156         |
| K/Ba       | 528         | 499         | 213         | 320         | 224         | 105         | 61          | 90          | 81          | 67          | 77          |
| Rb/Sr      | 34,91       | 27,79       | 24,78       | 27,33       | 15,23       | 10,46       | 5,82        | 5,63        | 5,54        | 5,59        | 4,95        |
| La/Nb      | 0,38        | 0,40        | 0,76        | 0,76        | 2,55        | 3,46        | 2,31        | 3,09        | 3,34        | 3,48        | 4,54        |

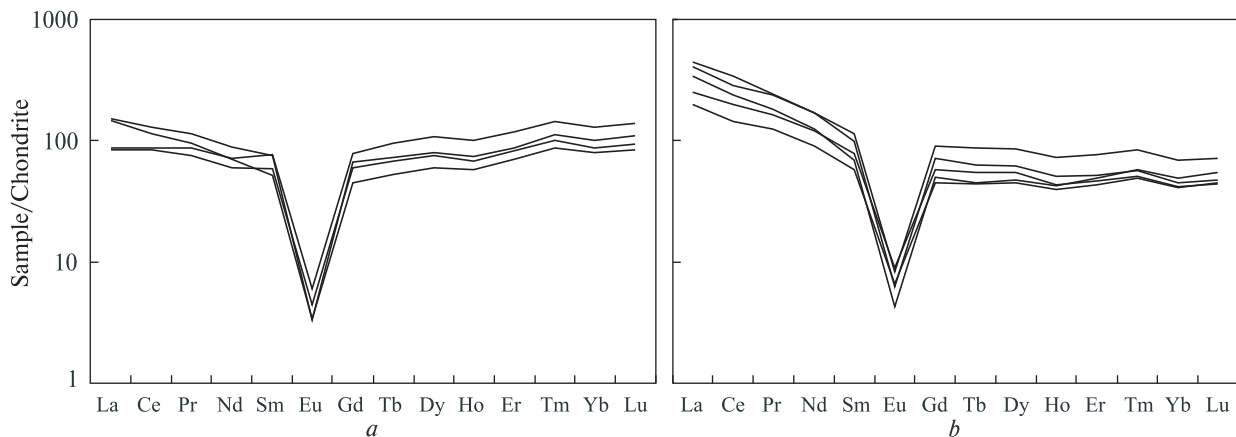


Рис. 3. Хондрит-нормований [10] розподіл *REE* у русько-полянських рідкіснометалевих гранітах першого (а) та другого (б) типів

Fig. 3. Chondrite-normalized [10] pattern of *REE* in Ruska-Polyana rare-metal granites for the first type (a) and the second (b) one

Zr, Y, Nb, Ta, *REE* (окрім Eu), Hf, Th та збіднені на Ti, P, Sr (рис. 2). Від'ємні аномалії Ti, P, Sr можна пояснити тривалою кристалізацією з вихідних розплавів відповідно ільменіту, апатиту та плагіоклазу, що призводило до деплекції залишкових розплавів цими елементами. На спайдер-діаграмах розподілу елементів-домішок у двох типах русько-полянських гранітів спостерігаються деякі відмінності. Із переходом від сірих порфіроподібних до рожевих дрібнозернистих гранітів найбільш чітко проявляється фракціонування елементів, близьких за геохімічними властивостями. Різко зменшується співвідношення K/Rb (від 156 до 64) і, відповідно, збільшується співвідношення Rb/Sr (від 5 до 30–35). Найнижчі значення співвідношення Rb/Sr спостерігаються у сірих порфіроподібних гранітах, що містять підвищену кількість великих зерен плагіоклазу.

По мірі диференціації простежується також різке збіднення на Ba, повільно зменшується вміст Zr та зростає — Y, Nb (табл. 2). Найбільш високі значення Y, Nb та низькі Ba спостерігаються у верхній частині розрізу свердловини, де розвинуті рожеві дрібнозернисті граніти. Вміст Nb зростає стрибкоподібно від сірих порфіроподібних до рожевих дрібнозернистих гранітів.

Вміст рідкісноземельних елементів у русько-полянських гранітах підвищений. Сума *REE* знаходиться в межах 280–790 г/т. Спектри розподілу *REE* двох виділених типів гранітів мають деякі відмінності (рис. 3). Дрібнозернисті рожеві граніти першого типу (рис. 3, а)

збагачені *HREE* та збіднені *LREE* ( $[La/Yb]_N = 1,89–0,69$ ;  $[Gd/Yb]_N = 0,70–0,58$ ). Для них характерна глибока негативна Eu аномалія ( $Eu/Eu^* = 0,05–0,08$ ). *REE*-спектри дрібнозернистих гранітів ідентичні таким фанерозойським Li-F гранітам та онгонітам [7]. Цим породам властивий "рівноплечовий" розподіл *LREE* та *HREE*, глибока негативна Eu аномалія, а також дуже низькі значення K/Rb, La/Nb і високе K/Ba.

Для сірих порфіроподібних гранітів (рис. 3, б) характерний помірно диференційований розподіл *REE* ( $[La/Yb]_N = 9,45–4,94$ ) зі збагаченням *LREE*, як і для дрібнозернистих гранітів, пологий нахил графіків в області *MREE* — *HREE* ( $[Gd/Yb]_N = 1,65–1,03$ ), наявність дещо меншого, порівняно із першим типом гранітів, Eu мінімуму ( $Eu/Eu^* = 0,07–0,13$ ).

Від порфіроподібних до дрібнозернистих гранітів відбувається поступове зростання *HREE*, зменшення *LREE*, за майже незмінного *MREE*, і ледь помітне поглиблення європейського мінімуму. Такий дефіцит Eu властивий всім рідкіснометалевим гранітам. У кам'яномогильських рідкіснометалевих гранітах  $Eu/Eu^* = 0,02–0,27$ , пержанських —  $Eu/Eu^* = 0,03–0,09$  [12, 16]. Низький вміст Eu в рідкіснометалевих гранітах пояснюється тривалим фракціонуванням плагіоклазу в ході кристалізаційної диференціації.

Русько-полянські граніти належать до найбільш різноманітної та "проблемної" групи гранітів — так званих анорогенних гранітів А-типу (рис. 4). Основним петрохімічним параметром для цього типу є залізистість. За де-

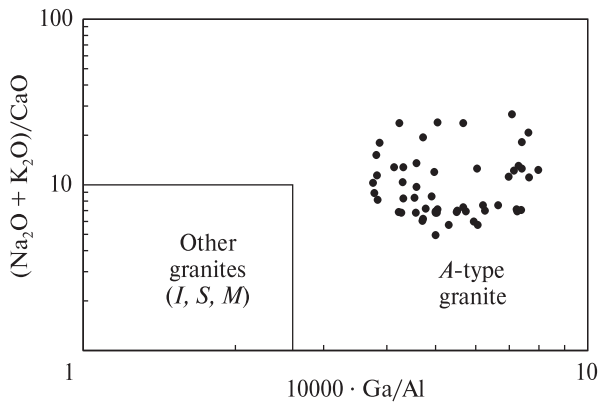


Рис. 4. Дискримінаційна діаграма русько-полянських рідкіснометалевих гранітів  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{CaO}$  —  $10000 \cdot \text{Ga}/\text{Al}$  [27]

Fig. 4. Discrimination diagram of Ruska-Polyana rare-metal granites  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{CaO}$  vs  $10000 \cdot \text{Ga}/\text{Al}$  [27]

кілька десятків років термін "А-тип" втратив первісне значення, а найбільш придатна назва для цих порід — "ferroan" (залізистий) [18, 22]. Вважається, що граніти А-типу кристалізуються із "сухих" високотемпературних магм у різководновних умовах, а їхня еволюція відбувається за плюмазитовим трендом. Кінцевим продуктом глибокої диференціації таких магм є рідкіснометалеві Li-F граніти, до яких відносили русько-полянські граніти [13]. Li-F гранітам властивий гранично високий коефіцієнт глиноземистості ( $al' = 20-100$ ) [5]. Типовими геохімічними ознаками їх є різко підвищений вміст F, Li, Rb, Tl, Sn, Hf, Nb, різко знижені значення концентрації Ba, Sr, REE, Y, Zr і низькі значення K/Rb, Nb/Ta та Zr/Hf [6]. Як було зазначено раніше [5], існують певні труднощі у віднесенні русько-полянських рідкіснометалевих гранітів до класичних Li-F гранітів. Це невисокий коефіцієнт глиноземистості ( $al' = 4-6$ ) [1], невисокий вміст Li (44–111 г/т) [5], високий вміст  $\Sigma\text{REE}$ , Y, Zr і підвищені значення Nb/Ta. За уявленнями [12], русько-полянські граніти, ймовірно за все, належать до рідкіснометалевого ("стандартного") типу плюмазитової серії.

На діаграмі Ce/Nb — Y/Nb досліджувані граніти потрапляють у поле  $A_2$  (рис. 5). До цієї групи відносять породи з високим значенням Y/Nb ( $>1,2$ ), що виникли за рахунок базальтового джерела континентальних окраїн та островних дуг (IAB) або в результаті часткового плавлення кори. Значний вплив на формування порід  $A_2$ -типу мали процеси асиміляції коровим матеріалом, внаслідок чого породи типу

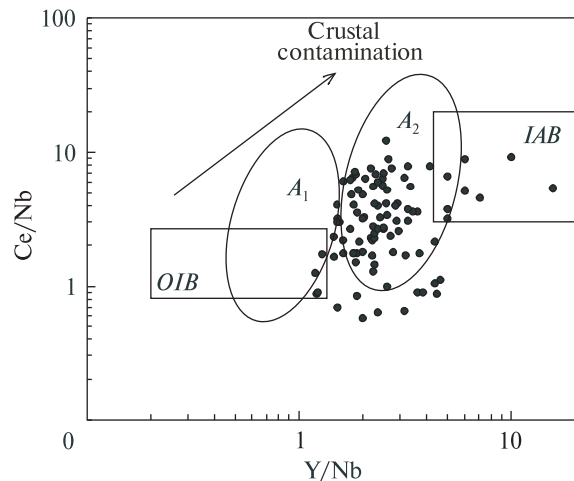


Рис. 5. Діаграма Ce/Nb — Y/Nb для  $A_1$ – $A_2$  підтипу [19] русько-полянських рідкіснометалевих гранітів; OIB — базальти океанічних островів, IAB — базальти континентальних окраїн та островних дуг;  $A_1$  — мантієне джерело,  $A_2$  — корове джерело

Fig. 5. Binary diagram Ce/Nb vs Y/Nb for  $A_1$ – $A_2$  subtype [19] of Ruska-Polyana rare-metal granites; OIB — ocean-island basalt, IAB — island-arc basalt;  $A_1$  — mantle-derived granites and  $A_2$  — crustal granites

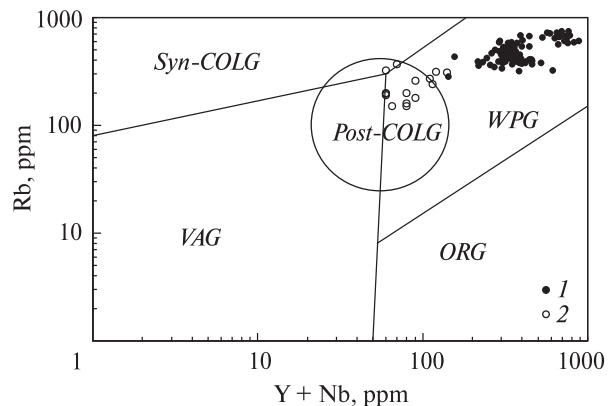


Рис. 6. Дискримінаційна діаграма Rb — Y + Nb тектонічних обстановок [25, 26]. Гранітні поля: WPG — внутрішньоплитні, ORG — граніти океанічних хребтів, VAG — граніти островних дуг, Syn-COLG — граніти синколізійних областей; 1 — русько-полянські рідкіснометалеві граніти, 2 — рапаківи Корсунь-Новомиргородського плутону

Fig. 6. Discrimination diagram Rb vs Y + Nb of tectonic setting [25, 26]. Granite fields: WPG — Within-Plate, ORG — ocean-ridge granitoids, VAG — volcanic-arc granitoids, Syn-COLG — syn-collisional granitoids; 1 — Ruska-Polyana rare-metal granites, 2 — rapakivi of Korsun-Novomyrgorod pluton

$A_2$  порівняно із породами типу  $A_1$  мають підвищене значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  [2].

Належність русько-полянських рапаківподібних гранітів до А-типу безсумнівна. Диску-

сійним залишається геотектонічна позиція формації рапаківі та типу *A* взагалі. На дискримінаційній діаграмі  $Rb - (Y + Nb)$  розташування фігуративних точок досліджуваних рідкісно-металевих гранітів і рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону різне. Русько-полянські граніти тяжіють до поля внутрішньоплитних гранітів (рис. 6), а фігуративні точки рапаківі знаходяться одночасно і в полі невідзначеності, і у контурі поля постколізійних гранітів. Це можна пояснити тим, що в рапаківі збереглися геохімічні ознаки, притаманні постколізійним гранітам [23]. Припускається, що формування рапаківі пов'язано з фінальним відлунням колізійних процесів під час занурення гіпотетичних плит (або мікроплит) під Східноєвропейський кратон [23]. Питання про те, чи варто у такому разі пов'язувати утворення формації рапаківі із внутрішньоплитним магматизмом, залишається відкритим. У зв'язку з цим віднесення русько-полянських гранітів до геодинамічного типу внутрішньоплитних гранітів може бути невірним.

В апатитах із двох зразків русько-полянських сірих порфіроподібних гранітів визначений ізотопний склад стронцію. Значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в апатитах виявилось аномально високим, що значно вище, ніж у цілому для корових гранітів. Воно становить  $0,73799 \pm 0,00006$  (гл. 225,0—227,0 м) та  $0,77010 \pm 0,00008$  (гл. 238,6—242,0 м). Такі аномально високі значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,737—0,856) виявлені в апатитах із сієнітів Великовисківського та Яструбецького масивів УЩ [8]. Як і русько-полянські граніти, сієніти з високим значенням  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  характеризуються високим ступенем кристалізаційної диференціації. Вони мають високу залізистість фемічних мінералів, збагачені на  $Zr$ ,  $Y$ ,  $REE$  та збіднені на  $Sr$  та  $Ba$ . Простою контамінацією

корового матеріалу високе значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  пояснити неможливо [8]. Ці аномально високі значення можуть бути обумовлені декількома причинами. Одна з них — суттєвий перерозподіл  $Sr$  між мінералами внаслідок подальших накладених процесів у гранітах. Відмічалось [20], що у деяких калієвих породах апатит може вміщувати незначну кількість  $K$  і, відповідно,  $Rb$ , що також може призвести до змін ізотопного складу стронцію в апатиті.

**Висновки.** 1. Русько-полянські рідкіснометалеві граніти — високодиференційовані породи. На це вказує їхня підвищена залізистість, збагаченість на більшість рідкісних та рідкісноземельних елементів, збідненість на  $Ti$ ,  $P$ ,  $Sr$ ,  $Eu$ .

2. Два досліджувані типи гранітів різні за кількістю та розподілом елементів-домішок. Найбільш високодиференційовані дрібнозернисті граніти збагачені на  $Y$ ,  $Nb$  та  $HREE$  відносно  $LREE$  і збіднені на  $Ba$ . У порфіроподібних гранітах спостерігається чітке переважання  $LREE$  над  $HREE$ .

3. За всіма ознаками русько-полянські граніти належать до внутрішньоплитних гранітів *A*-типу з коровим джерелом магмогенерації ( $A_2$ ), на що вказують і високі "корові" значення співвідношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , отримані для апатитів цих гранітів.

*Автор вдячна чл.-кор. НАН України, проф. Л.М. Степанюку, д-ру геол.-мінерал. наук, проф. С.Г. Кривдіку, д-ру геол. наук, пров. н. с. Л.В. Шумлянському, канд. геол.-мінерал. наук, с. н. с. О.О. Юшину, канд. фіз.-мат. наук, с. н. с. А.Л. Ларікову (ІГМР НАН України) за суттєві зауваження та цінні поради під час підготовки статті, а також канд. геол.-мінерал. наук, с. н. с. О.В. Андрєєву (КНУ імені Тараса Шевченка) у проведенні рентгенофлуоресцентного аналізу.*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андрєєва Е.Д., Богатиков О.А., Бородаевская М.Б., Гоньшакова В.И., Егоров Л.С., Ефремова С.В., Коваленко В.И., Малеев Е.Ф., Марковский Б.А., Масайтис В.Л., Михайлов Н.П., Наседкин В.В., Петрова М.А., Полунина Л.А., Ротман В.К., Румянцева Н.А., Филиппова Т.П., Фролов В.Т., Фролова Т.И., Хворова И.В., Щербакова М.Н. Классификация и номенклатура магматических горных пород: Справ. пособие. — М.: Недра, 1981. — 160 с.
2. Гребенников А.В. Гранитоиды А-типа: проблемы диагностики, формирования и систематики // Геология и геофизика. — 2014. — 55, № 9. — С. 1356—1373.
3. Довбуш Т.І., Скобелев В.М., Степанюк Л.М. Методичні рекомендації з уран-свинцевого, рубідій-стронцієвого та самарій-неодимового ізотопного датування геологічних об'єктів при ГРП. — К.: УкрДГРІ, 2008. — 77 с.
4. Есипчук К.Е., Орс В.И., Щербаков И.Б., Шеремет Е.М., Скобелев В.М., Рябоконт В.В., Галецкий Л.С., Панов Б.С., Юшин А.А., Бочай Л.В., Голуб Е.Н., Демяненко В.В., Бучинская К.М., Свешников К.И., Сухоруков Ю.Т., Щербаков Д.Н., Осадчий В.К., Пийяр Ю.К., Самчук А.И., Кушнир А.С., Андреев А.В., Чебуркин А.К. Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность: Справ. — Киев: Наук. думка, 1993. — 232 с.



5. Заяць О.В., Ларіков А.Л., Сьомка Л.В., Кошелєв О.В. Геохімічні особливості й типізація рідкіснометалевих русько-полянських гранітів корсунь-новомиргородського комплексу // Мінер. ресурси України. — 2012. — № 4. — С. 18—22.
6. Коваленко В.И. Петрология и геохимия редкометальных гранитоидов. — Новосибирск : Наука, 1977. — 206 с.
7. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Будников С.В., Царева Г.М., Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Котов А.Б., Яковлева С.З. Гранитоиды Югодзырского района (Юго-Восточная Монголия) и связь с ними W-Мо оруденения // Геология руд. месторождений. — 1999. — **41**, № 5. — С. 404—424.
8. Кривдік С.Г., Дубина О.В., Довбуш Т.І., Котвицька І.М., Висоцький О.Б., Безсмолова Н.В., Амашукелі Ю.А.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в апатитах із лужних і основних порід Українського щита // Мінерал. журн. — 2011. — **33**, № 3. — С. 55—62.
9. Митрохин О.В. Анортозит-рапаківігранітна формація Українського щита (геологія, речовинний склад та умови формування) : дис. ... д-ра геол. наук. — К., 2011. — 346 с.
10. Перепелов А.Б., Ефремов С.В. Данные по распределению редких элементов для петролого-геохимических расчетов и графиков // Геохимические процессы и полезные ископаемые: Вестн. ГеоИГУ. — 2000. — Вып. 2. — С. 215—228.
11. Пономаренко О.М., Заяць О.В., Безвинний В.П., Довбуш Т.І. Особливості речовинного складу та ізотопний вік руськополянських рідкіснометалевих гранітів Українського щита // Геохімія та рудоутворення. — 2011. — Вип. 30. — С. 18—26.
12. Шеремет Е.М., Кривдік С.Г., Седова Е.В. Редкометалльные граниты Украинского щита (петрология, геохимия, геофизика и рудоносность) / Под ред. А.Н. Пономаренко, А.В. Анциферова. — Донецк : Ноулидж, 2014. — 250 с.
13. Шеремет Е.М., Панов Б.С., Коломиец Г.Д. Редкометалльные лейкограниты в районе Корсунь-Новомиргородского массива гранитов рапакиви // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1989. — № 3. — С. 32—34.
14. Шестопалова Е.Е., Степанюк Л.М., Довбуш Т.И., Котвицкая И.Н. Уран-свинцовый возраст циркона гранитоидов Корсунь-Новомиргородского плутона (Ингульский мегаблок УЩ) // Мінерал. журн. — 2014. — **36**, № 4. — С. 95—106.
15. Шумлянський Л.В., Митрохин О.В., Богданова С.В., Братчук О.М., Якубенко П.Ф. U-Pb по цирконах ізотопний вік порід Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону // Геолог України. — 2008. — № 1—2. — С. 77—85.
16. Щербаків І.Б. Петрология Украинского щита. — Львов : ЗУКЦ, 2005. — 364 с.
17. Blevin P.L. Redox and compositional parameters for interpreting the granitoid metallogeny of Eastern Australia: implications for gold-rich ore systems // Resource Geol. — 2004. — **54**. — P. 241—252.
18. Creaser R.A., Price R.C., Wormald R.J. A-type granites revisited: assessment of a residual-source model // Geology. — 1991. — **19**. — P. 163—166.
19. Eby G.N. Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications // Geology. — 1992. — **20**. — P. 641—644.
20. Edgar A.D. Barium- and strontium-enriched apatites in lamproites from West Kimberley, Western Australia // Amer. Miner. — 1989. — **74**. — P. 889—895.
21. Frost B.R., Branes C.C., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A geochemical classification for granite rocks // J. Petrol. — 2001. — **42**. — P. 2033—2048.
22. Frost C.D., Frost B.R. On ferroan (A-type) granitoids: their compositional variability and modes of origin // J. Petrol. — 2011. — **52**. — P. 39—53.
23. Kostenko N.V., Tolstoy M.I. The geotectonic typing of rapakivi granitoid formation // Geochemistry of magmatic rocks-2010: Abstr. of the XXVII Intern. conf. School "Geochemistry of alkaline rocks" (Moscow-Koktebel', Russia-Ukraine, Sept. 9—16, 2010). — P. 76—77 [Електрон. ресурс]. — Режим доступу: <http://alkaline2010.web.ru/>.
24. Maniar P.D., Piccoli P.M. Tectonic discrimination of granitoids // Geol. Soc. Amer. Bull. — 1989. — **101**. — P. 635—643.
25. Pearce J.A. Sources and setting of granitic rocks // Episodes. — 1996. — **19**, No 4. — P. 120—125.
26. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. — 1984. — **25**. — P. 956—983.
27. Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites; geochemical, characteristics, discrimination and petrogenesis // Contribs Mineral. and Petrol. — 1986. — **95**. — P. 407—419.

Надійшла 15.04.2015

## REFERENCES

1. Andreeva, E.D., Bogatkov, O.A., Borodaevskaja, M.B., Gon'shakova, V.I., Egorov, L.S., Efremova, S.V., Kovalenko, V.I., Maleev, E.F., Markovskij, B.A., Masajtis, V.L., Mihajlov, N.P., Nasedkin, V.V., Petrova, M.A., Polunina, L.A., Rotman, V.K., Rumjanceva, N.A., Filippova, T.P., Frolov, V.T., Frolova, T.I., Hvorova, I.V. and Shherbakova, M.N. (1981), *Klassifikacija i nomenklatura magmatischen gornyh porod*, Spravochnoe posobie, Nedra, Moscow, 160 p.
2. Grebennikov, A.V. (2014), *Geologija i geofizika*, Vol. 55 No 9, pp. 1356-1373.

3. Dovbush, T.I., Skobeljev, V.M. and Stepanyuk, L.M. (2008), *Metodychni rekomendacii' z uran-svyncevoogo, rubidij-stroncijevogo ta samarij-neodymovogo izotopnogo datuvannja geologichnyh ob'ektiv pry GRR*, UkrDGRI, Kyiv, 77 p.
4. Esipchuk, K.E., Orsa, V.I., Shherbakov, I.B., Sheremet, E.M., Skobelev, V.M., Rjabokon', V.V., Galeckij, L.S., Panov, B.S., Jushin, A.A., Bochaj, L.V., Golub, E.N., Demjanenko, V.V., Buchinskaja, K.M., Sveshnikov, K.I., Suhorukov, Ju.T., Shcherbak, D.N., Osadchij, V.K., Pijjar, Ju.K., Samchuk, A.I., Kushnir, A.S., Andreev, A.V. and Cheburkin, A.K. (1993), *Granitoidy Ukrainського shhita Petrohimija, geohimija, rudonosnost'*, Spravochnik, Naukova dumka, Kyiv, 232 p.
5. Zajac', O.V., Larikov, A.L., Syomka, L.V. and Koshelev, O.V. (2012), *Mineral'ni resursy Ukrainy*, Kyiv, No 4, pp. 18-22.
6. Kovalenko, V.I. (1977), *Petrologija i geohimija redkometal'nyh granitoidov*, Nauka, Novosibirsk, 206 p.
7. Kovalenko, V.I., Jarmoljuk, V.V., Budnikov, S.V., Careva, G.M., Sal'nikova, E.B., Kovach, V.P., Kotov, A.B. and Jakovleva, S.Z. (1999), *Geologija rudnyh mestorozhdenij*, Vol. 41 No 5, pp. 404-424.
8. Kryvdik, S.G., Dubyna, O.V., Dovbush, T.I., Kotyvc'ka, I.M., Vysoc'kyj, O.B., Bezsmolova, N.V. and Amashukeli, Ju.A. (2011), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 33 No 3, pp. 55-62.
9. Mytrohyn, O.V. (2011), *Anortozyt-rapakivgranitna formacija Ukrain's'kogo shhyta (geologija, rehovynnj sklad ta umovy formuvannja)*, dysertacija ... d-ra geologichnyh nauk, Kyiv, Ukraine, 346 p.
10. Perepelov, A.B. and Efremov, S.V. (2000), *Geohimicheskie processy i poleznye iskopaemye*, Vestnik GeoIGU, Vyp. 2, pp. 215-228.
11. Ponomarenko, O.M., Zajac', O.V., Bezvynnyj, V.P. and Dovbush, T.I. (2011), *Geohimija ta rudoutvorennja*, Kyiv, Ukraine, Vyp. 30, pp. 18-26.
12. Sheremet, E.M., Kryvdik, S.G. and Sedova, E.V. (2014), in Ponomarenko, O.M., Antsiferov, A.V. (eds), *Redkometal'nye granity Ukrainського shhita (petrologija, geohimija, geofizika i rudonosnost')*, Noulidzh, Donetsk, 250 p.
13. Sheremet, E.M., Panov, B.S. and Kolomic, G.D. (1989), *Dokl. AN USSR*, Ser. B, No 3, pp. 32-34.
14. Shestopalova, E.E., Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I. and Kotvickaja, I.N. (2014), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 36 No 4, pp. 95-106.
15. Shumlyansky, L.V., Mytrohyn, O.V., Bogdanova, S.V., Bratchuk, O.M. and Jakubenko, P.F. (2008), *Geolog Ukrainy*, Kyiv, No 1-2, pp. 77-85.
16. Shherbakov, I.B. (2005), *Petrologija Ukrainського shhita*, ZUKC, L'vov, 364 p.
17. Blevin, P.L. (2004), *Resource Geol.*, Vol. 54, pp. 241-252.
18. Creaser, R.A., Price, R.C. and Wormald, R.J. (1991), *Geology*, Vol. 19, pp. 163-166.
19. Eby, G.N. (1992), *Geology*, Vol. 20, pp. 641-644.
20. Edgar, A.D. (1989), *Amer. Miner.*, Vol. 74, pp. 889-895.
21. Frost, B.R., Branes, C.C., Collins, W.J., Arculus, R.J., Ellis, D.J. and Frost, C.D. (2001), *J. Petrol.*, Vol. 42, pp. 2033-2048.
22. Frost, C.D. and Frost, B.R. (2011), *J. Petrol.*, Vol. 52, pp. 39-53.
23. Kostenko, N.V. and Tolstoy, M.I. (2010), Abstr. of XXVII Intern. conf. "Geochemistry of magmatic rocks-2010", Moscow-Koktebel', pp. 76-77, available at: <http://alkaline2010.web.ru/>.
24. Maniar, P.D. and Piccoli, P.M. (1989), *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 101, pp. 635-643.
25. Pearce, J.A. (1996), *Episodes*, Vol. 19 No 4, pp. 120-125.
26. Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G. (1984), *J. Petrol.*, Vol. 25, pp. 956-983.
27. Whalen, J.B., Currie, K.L. and Chappell, B.W. (1986), *Contribs Mineral. and Petrol.*, Vol. 95, pp. 407-419.

Received 15.04.2015

О.В. Заяць

Институт геохимии, минералогии и рудообразования  
им. Н.П. Семеново НАН Украины  
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34  
E-mail: zolgavikt@gmail.com

#### ГЕОХИМИЯ РУССКО-ПОЛЯНСКИХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ГРАНИТОВ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСКОГО ПЛУТОНА (ИНГУЛЬСКИЙ МЕГАБЛОК УЩ)

Приведены результаты исследования геохимических особенностей русско-полянских редкометалльных гранитов. Исследование проведено с помощью рентгенофлуоресцентного метода и частично — методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). В апатитах из русско-полянских редкометалльных гранитов определен изотопный состав стронция ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ). Редкометалльные граниты залегают в юго-восточной части Русско-Полянского массива Корсунь-Новомиргородского плутона. По петрохимическим свойствам они подобны гранитам рапакиви плутона. Это плюмазитовые, высококальциевые, высокожелезистые граниты. Им свойственна повышенная окисленность железа. Выделены два типа редкометалльных гранитов: розовые мелкозернистые (верхняя часть разреза скважины) и серые порфириподобные (нижняя часть разреза скважины). По сравнению со средним составом верхнеконтинентальной коры, русско-полянские редкометалльные граниты обогащены K, Rb, Zr, Y, Nb, Ta, REE (кроме Eu), Hf, Th и обеднены Ti, P, Sr. Распределение REE в двух типах гранитов различно. Мелкозернистые розовые граниты обогащены HREE по сравнению с LREE ( $[\text{La}/\text{Yb}]_N = 1,8$ —

0,7). Для серых порфироподобных гранитов свойственно умеренно дифференцированное распределение *REE* ( $[La/Yb]_N = 9,2-4,8$ ) с обогащением *LREE*. Для русско-полянских редкометалльных гранитов характерна глубокая отрицательная Eu аномалия ( $Eu/Eu^* = 0,05-0,13$ ). Они относятся к внутриплитным гранитам *A*-типа с коровым источником магмогенерации ( $A_2$ ), на это указывают аномально высокие "коровые" значения отношения  $^{87}Sr/^{86}Sr$  ( $0,73799 \pm 0,00006$  и  $0,77010 \pm 0,00008$ ), полученные для апатитов этих гранитов.

**Ключевые слова:** редкометалльные граниты, редкие элементы, граниты *A*-типа,  $^{87}Sr/^{86}Sr$  отношение, Русско-Полянский массив, Корсунь-Новомиргородский плутон.

*O.V. Zaiats*

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy  
and Ore Formation of the NAS of Ukraine  
34, Acad. Palladina Pr., Kyiv-142, Ukraine, 03680  
E-mail: zolgavikt@gmail.com

GEOCHEMISTRY OF RUSKA-POLYANA RARE-METAL  
GRANITES OF KORSUN-NOVOMYRGOROD PLUTON  
(INGUL MEGABLOCK, THE UKRAINIAN SHIELD)

The study of geochemical peculiarities of Ruska-Polyana rare-metal granites was realized by X-ray fluorescence method and partly by mass spectrometry by inductively coupled plasma (*ICP-MS*). Isotopic composition of strontium ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ ) in apatites of the Ruska-Polyana rare-metal granites was determined. Rare-metal granites occur in the south-eastern part of the Ruska-Polyana massif of Korsun-Novomyrgorod pluton. They are different as to texture, structure and color. These are biotite, amphibole-biotite granites. According to the properties they are similar to petrochemical rapakivi granites of Korsun-Novomyrgorod pluton. These are plumasite, high-K, high-iron granites. They are characterized by the increased oxidation of iron, which is characteristic of not deep formations. Two types of rare-metal granites were identified. The granites of the first type are presented by pink, fine-grained granites (the upper part of the hole section). The granites of the second type are gray porphyritic granites (the lower part of the hole section). Ruska-Polyana rare-metal granites are enriched in K, Rb, Zr, Y, Nb, Ta, *REE* (except for Eu), Hf, Th and depleted of Ti, P, Sr compared with the average composition of the upper crust. Ruska-Polyana rare-metal granites are characterized by high crystalline differentiation degree: highly enriched in iron, enrichment in Rb, Y, Zr, *REE* and depletion of Sr (prolonged feldspar fractionation). *REE* distribution in two types of granite is different. Fine-grained pink granite *HREE* enrichment compared with *LREE* ( $[La/Yb]_N = 1.8-0.7$ ). For gray porphyritic granite is typical, moderately differentiated distribution *REE* ( $[La/Yb]_N = 9.2-4.8$ ) with an enrichment of *LREE*. The two types are characterized by a deep negative Eu anomaly ( $Eu/Eu^* = 0.05-0.13$ ). The deep negative Eu anomalies in granites were caused by the intensive feldspar fractionation. The Ruska-Polyana rare metal granites are within-plate *A*-type ones. They belong to granites with crust source of magma generation ( $A_2$ ). The abnormally high values of ratio  $^{87}Sr/^{86}Sr$  in apatites of Ruska-Polyana rare-metal granites were obtained ( $0.73799 \pm 0.00006$  and  $0.77010 \pm 0.00008$ ). They indicate on a crust source too. Such abnormal high ratio  $^{87}Sr/^{86}Sr$  in apatites of Ruska-Polyana rare-metal granites can be explained by crystalline differentiation with K and Rb accumulation and Sr depletion.

**Keywords:** rare-metal granites, rare elements, *A*-type granites,  $^{87}Sr/^{86}Sr$  ratio, Ruska-Polyana massif, Korsun-Novomyrgorod pluton.