

**БІОТИТИ РІДКІСНОМЕТАЛЕВИХ ГРАНІТІВ РУСЬКОПОЛЯНСЬКОГО
МАСИВУ (ІНГУЛЬСЬКИЙ МЕГАБЛОК УЩ)****О.В. Заяць¹, А.Л. Ларіков¹, В.Б. Соболев², С.В. Кушнір¹, О.А. Вишневський¹, Л.В. Сьомка¹***1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03680, просп. акад. Палладіна, 34, м. Київ, Україна**E-mail: zolgavikt@gmail.com**2 – Технічний центр НАН України**вул. Покровська, 13, м. Київ, Україна*

Наведено результати визначення хімічного складу біотитів руськополянських рідкіснометалевих гранітів із керну свердловини № 8568. Досліджувані біотити характеризуються високою залізистістю (0,97–0,99) й високим умістом Al_2O_3 (16,97–20,99 %). Найбільш глиноземистими є біотити із дрібно-середньозернистих гранітів верхньої частини розрізу свердловини. За складом вони належать до чистих сидерофілітів. Біотити із більш глибинних середньо-крупнозернистих гранітів мають проміжний аніт-сидерофілітовий склад. Середній уміст TiO_2 в біотитах варіює в межах 1,65–3,08 %. Нижній його вміст зафіксовано в біотитах із гранітів верхньої частини розрізу свердловини. У біотитах із глибшої частини розрізу свердловини він зростає. Біотити із руськополянських рідкіснометалевих гранітів характеризуються високим умістом Zn (0,17–0,26 %), а також підвищеною концентрацією Ta (до 0,13 %) порівняно з Nb (до 0,03 %) та Cl (0,57–1,05 %) порівняно з F (0–0,23 %).

Ключові слова: біотит, хімічний склад, руськополянські граніти, залізистість, глиноземистість, елементи-домішки.

Вступ. Біотит – типовий фемічний мінерал порід гранітоїдів. Він чутливо реагує на мінливість фізико-хімічних параметрів гранітної системи, таких як склад розплаву, температура, тиск [8]. Так, зростання лужності розплаву сприяє збідненню біотиту на глинозем та збагаченню на титан, при цьому залізистість біотиту зростає менш закономірно. Підвищення температури, на думку багатьох дослідників, спричиняє зменшення вмісту алюмінію, зменшення залізистості та зростання вмісту титану.

На даний час опубліковано мало робіт про хімічний склад біотитів із русько-полянських рідкіснометалевих гранітів [10]. Нами не знайдено літературних даних щодо вмісту в біотитах таких елементів-домішок як Zn, Sr, Ba, Zr, Nb, Ta, Cl.

Раніше дослідниками виявлено, що біотити руськополянських гранітів належать до майже

чистих сидерофілітів [10]. При цьому, біотити, за винятком біотитів найбільш лейкократових жильних гранітів, відрізняються високим умістом TiO_2 , близьким до такого біотитів рапаківі та деяких різновидів пержанських гранітів. Однак біотити руськополянських гранітів загалом більш глиноземисті, особливо в лейкократових різновидах, ніж у рапаківі та пержанських гранітах [9].

Мета нашої роботи – вивчення хімічного складу біотитів із русько-полянських рідкіснометалевих гранітів. Зроблена спроба співставлення хімічного складу досліджених біотитів з хімічним складом залізо-магнієвих слюд рапаківі плутонів УЩ і рідкіснометалевих гранітів Північно-Західної частини та Східного Приазов'я УЩ.

Коротка характеристика гранітів Руськополянського масиву. Геологічне положення масиву та його породний склад висвітлені у роботі [3]. Коротко зупинимось на характеристиці руськополянських гранітів. Основу Руськополянського масиву становлять сублужні граніти. Граніти нор-

мального ряду представлені в підпорядкованій кількості. Серед різновидів руськополянських гранітів сублужні граніти вирізняються найвищою сумою лугів (до 10 %), а подеколи вони схожі на лужні граніти. Руськополянські граніти – суттєво калієві. Співвідношення $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ дає можливість виділити серед них ділянки калієво-натрієвої та калієвої серій. За кремнекислотністю руськополянські граніти належать до лейкогранітів, рідше – гранітів. За складом граніти масиву – біотитові, зрідка – амфібол-біотитові, іноді досягають складу граносієнітів [10]. У південно-східній частині масиву розвинуті граніти з рідкіснометалево-рідкісноземельною мінералізацією.

Характеристика зразків. Зразки керну гранітів відібрано зі свердловини № 8568, пробуреної у південно-східній частині масиву з рідкіснометалевою мінералізацією, в районі села Руська Поляна. Мінералого-геохімічні особливості гранітів свердловини викладено у попередніх статтях [2, 3, 6]. Досліджені біотити з гранітів чотирьох інтервалів глибини свердловини, м: 156,1–158,0; 174,6–

176,5; 225,0–227,0; 239,6–242,0. Граніти з різних інтервалів різні за кольором та структурою.

Граніти гл. 156,1–158,0 м представлені *сіро-рожевими дрібно-середньозернистими гранітами* з невеликою кількістю виділень ксеноморфних зерен мікрокліну та ідіоморфних таблитчастих кристалів плагіоклазу розміром до 1 см. Мінеральний склад гранітів, %: мікроклін – 50–60, кварц – 25–30, плагіоклаз – 10–20, біотит – 2–7, мусковіт – 0–3. Граніти гл. 174,6–176,5 м – *світло-рожеві середньо-крупнозернисті* і з рідкісними порфіроподібними зональними овоїдами мікрокліну довжиною до 3 см. Мінеральний склад, %: мікроклін – 40–50, кварц – 30–35, плагіоклаз – 5–15, біотит – 2–7, мусковіт – 0–1. В інтервалі 225,0–227,0 м спостерігаються *сірі середньо-крупнозернисті граніти* з незначною кількістю крупних ксеноморфних виділень мікрокліну, рідше овоїдів (розміром до 2 см). Мінеральний склад, %: мікроклін – 25–60, кварц – 20–35, плагіоклаз – 10–40, біотит – до 10, рогова обманка – 0–1. Граніти з глибини 239,6–242,0 м – *рожево-сірі середньо-крупнозернисті*, змінені. За мінеральним складом вони подібні до гранітів гл. 225,0–227,0 м.

Необхідно відмітити, що за геохімічними властивостями сіро-рожеві дрібно-середньозернисті граніти (гл. 156,1–158,0 м) відрізняються від середньо-крупнозернистих гранітів (гл. 174,6–176,5, 225,0–227,0 та 239,6–242,0 м) [2]. Вони збагачені на Y, Nb та HREE відносно LREE ($[\text{La} / \text{Yb}]_N = 1,8–0,7$), і збіднені на Ba. У середньо-крупнозернистих гранітах з більшої глибини кількість Ba поступово зростає і спостерігається чітке переважаєння LREE над HREE ($[\text{La} / \text{Yb}]_N = 9,2–4,8$).

Методи досліджень. Для проведення електронно-мікроскопічних досліджень було відібрано близько сотні зерен із монофракцій біотиту гранітів чотирьох інтервалів свердловини. Зерна біотиту були поміщені у епоксидну смолу та відшліфовані. Хімічний склад біотитів визначено за допомогою растрового електронного мікроскопа JSM-6700F, обладнаного енергодисперсійною системою для мікроаналізу JED-2300 (JEOL, Японія), в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України (ІГМР НАН України). Умови аналізу: прискорювальна напруга 20 кВ, струму зонда 0,75 нА та діаметр зонда 1–2 мкм. Час набору спектра характеристичного рентгенівського випромінювання склав 60 с. В якості стандартів під час мікроаналізування використані чисті метали – для Si, Ti, Al, Fe, Mn та синтетичні Na_3AlF_6 , MgO, CaF_2 , KCl для

Таблиця 1. Усереднений хімічний склад біотитів із русько-полянських гранітів різних інтервалів глибини свердловини № 8568

Глибина, м; кількість аналізів, n	156,1– 158,0; n = 13	174,6– 176,5; n = 16	225,0– 227,0; n = 15	239,6– 242,0; n = 17
<i>Компонент, мас. %</i>				
SiO ₂	37,18	37,69	37,35	38,28
TiO ₂	1,65	2,82	3,08	2,71
Al ₂ O ₃	20,99	17,96	16,97	18,07
FeO	30,82	30,72	32,10	30,09
MnO	0,01	0,02	0,14	0,05
MgO	0,25	0,52	0,25	0,49
CaO	0,01	0,02	0,04	0,01
Na ₂ O	0,19	0,12	0,12	0,18
K ₂ O	8,32	9,09	9,33	9,40
Cl	0,57	1,05	0,63	0,72
<i>Розраховано на 22 O</i>				
K	1,60	1,77	1,83	1,82
Na	0,06	0,04	0,04	0,05
Ca	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe	3,89	3,93	4,14	3,83
Mg	0,06	0,12	0,06	0,11
Al _{VI}	1,36	1,00	0,84	1,06
Ti	0,19	0,32	0,36	0,31
Mn	0,00	0,00	0,02	0,01
Si	5,62	5,77	5,75	5,82
Al _{IV}	2,38	2,23	2,25	2,18
Cl	0,15	0,27	0,16	0,19
Fe/Fe+Mg	0,99	0,97	0,99	0,97

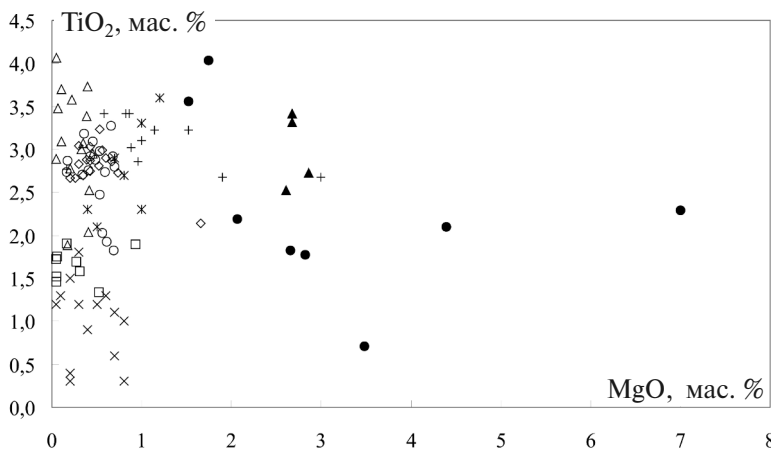
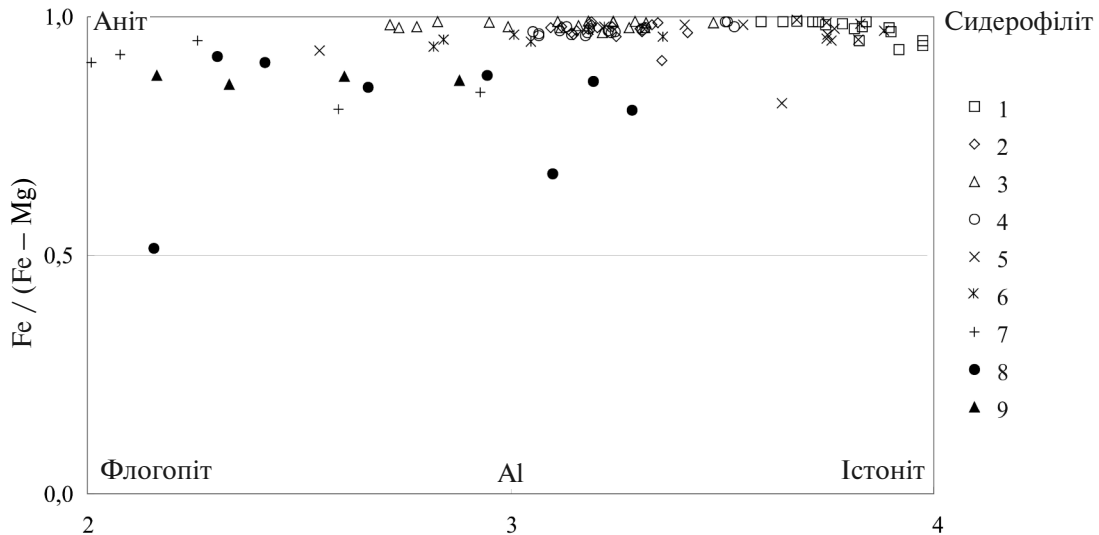


Рис. 1. Діаграма $Fe / (Fe + Mg) - Al$ [1] для біотитів із рідкіснометалевих гранітів та рапаківі плутонів УЩ: гранітів: 1 – гл. 156,1–158,0 м, 2 – гл. 174,6–176,5 м, 3 – гл. 225,0–227,0 м, 4 – гл. 239,6–242,0 м; 5 – кам'яноомігильських гранітів; 6 – лезниківських гранітів; 7 – пержанських гранітів; 8 – рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону; 9 – рапаківі Коростенського плутону

Рис. 2. Вміст TiO_2 і MgO в біотитах із рідкіснометалевих гранітів та рапаківі плутонів УЩ. Умовні позначення як на рис. 1

Na, Mg, Ca, K відповідно. Для розрахунку усередненого хімічного складу біотитів із різних інтервалів глибини свердловини первісні результати аналізу біотитів були нормовані на 100 %.

Визначення Zn, Sr, Ba, Zr, Nb, Ta, F, Cl в біотитах із граніту аншіфа (гл. 239,6–242,0) здійснено у Технічному центрі НАН України на електронно-зондовому приладі JXA-8200 фірми JEOL (Японія). Умови аналізу: прискорююча напруга 15 кВ, сила струму зонда 10 нА, діаметр зонда 1–5 мкм, час накопичення сигналу 20–30 с. Еталоном слугували хімічно чисті оксиди металів, синтетичні матеріали та окремі природні мінерали.

Крім того, в статті для побудови діаграм з робіт [7, 8, 9] використано дані щодо хімічного складу біотитів рапаківі плутонів УЩ і біотитів рідкіснометалевих гранітів Північно-Західної частини та Східного Приазов'я УЩ.

Результати досліджень та обговорення. Біотит із руськополянських гранітів утворює окремі пластинчаті зерна та їх скупчення, що подеколи заміщуються вторинним мусковітом, рідше – хлори-

том. Біотит плеохроє в темно-коричневих до чорного тонах. Інтенсивність та кольори його забарвлення свідчать про високий вміст заліза в слюді, що підтверджують результати мікрозондового аналізу. Залізистість біотиту висока, що характерно для біотитів з рідкіснометалевих гранітів УЩ, нерідко вона досягає $f = Fe / \Sigma(Fe + Mg) = 0,97-0,99$ (табл. 1). Так точки хімічного складу біотитів із русько-полянських, лезниківських та кам'яноомігильських гранітів на діаграмі аніт-сидерофіліт-флогопіт-істоніт займають поле в області високозалістистих біотитів. За залізистістю дещо відрізняються від них біотити пержанських гранітів і рапаківі Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів, точки складу яких розташовуються нижче і більше зосереджуються в лівій частині поля (рис. 1).

Як було зазначено, раніше дослідники відносили біотити руськополянських гранітів до чистих сидерофілітів [10]. На діаграмі (рис. 1) точки хімічного складу досліджуваних слюд займають широкий діапазон від аніту до сидерофіліту. Але

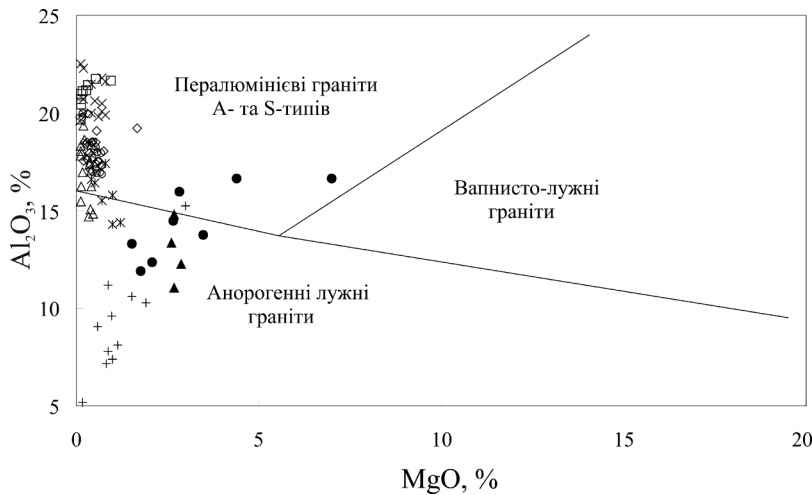
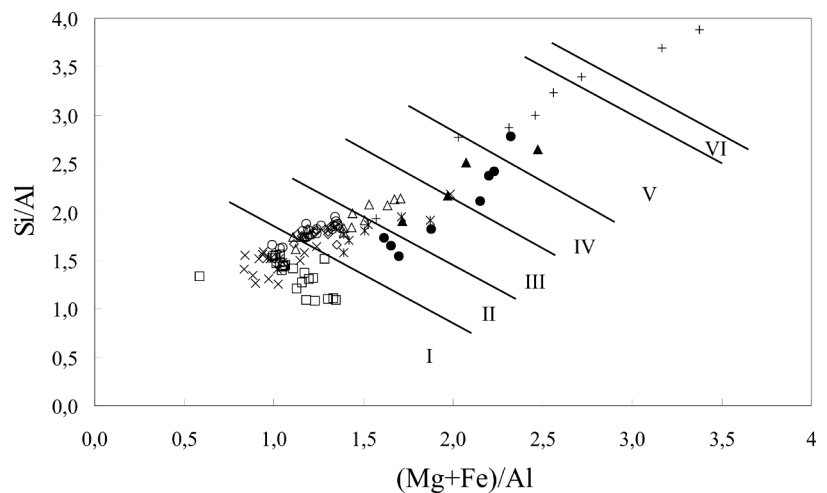


Рис. 3. Діаграма Al_2O_3 – MgO [11, 12] хімічного складу біотитів із рідкіснометалевих гранітів та рапаківі плутонів УЩ. Умовні позначення як на рис. 1

Рис. 4. Діаграма $Si / Al - (Mg + Fe) / Al$ [5] хімічного складу біотитів із рідкіснометалевих гранітів та рапаківі плутонів УЩ. I–IV – поля лужнометалевості діаграми [5]. Умовні позначення як на рис. 1



більшість із них розташовується в області сидерофіліту. Простежується закономірність зміни хімічного складу біотитів із глибиною. Біотити дрібно-середньозернистих гранітів верхньої частини свердловини (гл. 156,1–158,0 м) потрапляють у поле сидерофіліту і розташовуються разом із біотитами кам'яномогильських гранітів. Біотити більш глибинних середньо-крупнозернистих гранітів (гл. 174,6–176,5; 225,0–227,0; 239,6–242,0 м) займають проміжне положення між анітом та сидерофілітом. Тобто, порівняно із ними, біотити дрібно-середньозернистих гранітів є більш глиноземистими. Середній вміст Al_2O_3 становить 20,99 %, а в біотитах із середньо-крупнозернистих гранітів – 16,97–18,07 % (табл. 1).

Згідно з [13], вміст Al_2O_3 в біотитах порід визначений парагенезисом і послідовно знижується в ряду біотитів із високоглиноземистих, біотитових, біотит-амфіболових та біотит-піроксенових і (або) олівінових порід.

Одним із найбільш важливих показників температури утворення біотитів є вміст титану. За

даними [10], вміст TiO_2 в біотитах руськополянських гранітів високий, близький до біотитів пержанських гранітів.

Останні авторські дослідження показують, що середній вміст TiO_2 в біотитах варіює в межах 1,65–3,08 % (табл. 1). Нижчий його вміст зафіксовано саме в біотитах сіро-рожевих дрібно-середньозернистих гранітів (гл. 156,1–158,0 м), а вищий – у біотитах незмінених сірих середньо-крупнозернистих гранітів інтервалу глибини 225,0–227,0 м. У цьому інтервалі зростає кількість плагіоклазу та з'являється рогова обманка. За вмістом TiO_2 біотити гранітів верхньої частини розрізу свердловини наближаються до біотитів кам'яномогильських гранітів, а більш глибинні – до біотитів пержанських та лезниківських гранітів (рис. 2). Окремо від біотитів із рідкіснометалевих гранітів розташовані точки хімічного складу біотитів з рапаківі плутонів, за рахунок дещо підвищеної магнезійності.

Як було зазначено раніше, руськополянські рідкіснометалеві граніти належать до плюмазито-

Таблиця 2. Вміст елементів-домішок у біотитах із руськополянських гранітів свердловини № 8568 (гл. 239,6–242,0 м), мас. %

Номер зразка	6	8	9	10	11	12	13	24	25	26	30	31	32
Кількість аналізів, <i>n</i>	0,23	0,27	0,22	0,26	0,17	0,17	0,21	0,23	0,22	0,16	0,17	0,19	0,27
Sr	0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,05	<0,01
Ba	0,07	0,02	0,03	0,08	<0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,06
Zr	0,06	0,03	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Nb	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	<0,01	<0,01
Ta	<0,01	0,06	0,13	0,07	0,07	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,02	0,04	<0,01
F	<0,01	0,01	0,14	0,11	0,03	0,10	0,06	0,15	0,23	0,11	0,03	<0,01	<0,01
Cl	0,30	0,24	0,60	0,60	0,46	0,45	0,45	1,05	1,02	0,84	0,15	0,59	0,28

вих гранітів А-типу [2, 9], що підтверджується хімічним складом їх біотитів.

На діаграмі Al_2O_3 – MgO точки хімічного складу біотитів розташовуються переважно в полі пералюмінієвих гранітів А- та S-типів і займають положення вздовж ординати Al_2O_3 за рахунок низького вмісту MgO та відповідно високої залізистості (рис. 3). У те ж саме поле потрапляють біотити кам'яногильських гранітів та більша частина точок біотитів лезниківських гранітів. У полі анорогенних лужних гранітів розташовуються точки хімічного складу біотитів пержанських гранітів, рапаківі плутонів та частина точок біотитів русько-полянських гранітів з глибини 225,0–227,0 м.

На діаграмі А.А. Маракушева та І.А. Тарарина (рис. 4) точки хімічного складу біотитів руськополянських, кам'яногильських та лезниківських гранітів потрапляють в основному у І, II поля лужнометалевості, що характерно для ультракислих лейкогранітів. У І поле потрапляють біотити сіро-рожевих дрібно-середньозернистих гранітів (гл. 156,1–158,0 м). Біотити зі світло-рожевих середньо-крупнозернистих гранітів (гл. 174,6–176,5) розташовуються у II полі. Точки хімічного складу біотитів із сірих середньо-крупнозернистих гранітів з інтервалу 225,0–227,0 м потрапляють у II та III групи лейкократових та помірно лейкократових гранітів. Тобто, з глибиною відбувається поступова зміна хімічного складу біотитів від ультракислої до помірної груп лужнометалевості. Руськополянські граніти з глибини 225,0–227,0 м за умовами кристалізації наближаються до гранітів рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону, що видно з рис. 2.

Елементи-домішки в біотитах. Біотит руськополянських гранітів є одним із головних концентраторів елементів-домішок. Характерним для

нього є високий вміст Zn – 0,16–0,27 % (табл. 2). З інших елементів-домішок у біотитах необхідно відмітити Sr з максимальним значенням 0,05 %, Ba – 0,08 %, Zr – 0,06 %, Nb – 0,04 %, Ta – 0,13 % (табл. 2). Заслуговує на увагу те, що у більшості досліджуваних зерен біотиту концентрація Ta вища за Nb , але в самих руськополянських гранітах вміст Nb вищий за Ta ($Nb / Ta = 13$) [3].

Цікавим є підвищений у біотитах вміст Cl порівняно з F , не зважаючи на те, що одним із головних акцесорних мінералів руськополянських гранітів є флюорит (1–2 %). Концентрація хлору в біотитах руськополянських гранітів для різних інтервалів глибини змінюється в середньому від 0,57 до 1,05 % (табл. 1). Максимальне значення F в біотитах становить 0,23 % (табл. 2). В результаті попередніх досліджень отримані вищі значення – 0,36–0,87 % [10].

Взагалі, висока концентрація F властива біотитам пержанських, лезниківських та кам'яногильських рідкіснометалевих гранітів. Вміст F в них сягає перших відсотків [9]. Невисока концентрація F в біотитах руськополянських гранітів може свідчити про низький рівень його вмісту в розплаві в період кристалізації біотиту. Крім того, виділення флюориту у вигляді прожилків, гнізд, заповнення ним мікротріщин у русько-полянських гранітах може вказувати на його пізніше метасоматичне походження. Відомо, що у гіпабісальних породах міаскітового ряду слюди, амфіболи, а також апатит можуть асоціювати з флюоритом, але мати низький вміст фтору, тоді як в абісальних умовах у подібних породах флюорит не кристалізується, натомість фтор входить до складу названих мінералів [4].

Дослідження біотитів із руськополянських гранітів показало, що окремі зерна слюди мають неоднорідний хімічний склад і характеризуються

зональністю. У центральних зонах порівняно з крайовою частиною зерен біотиту спостерігається вищий вміст K_2O , Cl , нижчий – FeO , MgO , Al_2O_3 .

Висновки. Біотити рідкіснометалевих русько-полянських гранітів є висококозалізістими та високоглиноземистими слюдами. Біотити дрібно-середньозернистих гранітів верхньої частини свердловини належать до чистих сидерофілітів. Біотити з більш глибинних середньо-крупнозернистих гранітів мають аніт-сидерофілітовий склад.

Біотити характеризуються широким діапазоном умісту титану. Нижчі його значення спостері-

гаються у біотитах верхньої частині розрізу свердловини, із глибиною вміст титану зростає.

Біотитам русько-полянських гранітів властивий високий уміст цинку, а також підвищена концентрація танталу порівняно з ніобієм та хлору порівняно з фтором.

Автори вдячні д-ру геол.-мін. наук, проф. Степану Григоровичу Кривдіку і канд. геол.-мін. наук, пров. співроб. ІГМР НАН України Степану Миколайовичу Цимбалу за суттєві зауваження та цінні наукові поради під час підготовки статті.

Література

1. Винчелл А.Н., Винчелл Г. Оптическая минералогия. М.: Изд-во Иностран. лит., 1953. 561 с.
2. Заяць О.В. Геохімія русько-полянських рідкіснометалевих гранітів Корсунь-Новомиргородського плутону (Інгульський мегаблок УЩ). *Мінерал. журн.* 2015. **37**, № 3. С. 67–77.
3. Заяць О.В., Ларіков А.Л., Сьомка Л.В., Кошелев О.В. Геохімічні особливості й типізація рідкіснометалевих русько-полянських гранітів корсунь-новомиргородського комплексу. *Мінер. ресурси України.* 2012. № 4. С. 18–22.
4. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрологія щелочных пород Украинского щита. Киев: Наук думка, 1990. 408 с.
5. Маракушев А.А., Тарарин И.А. О минералогических критериях щелочности гранитоидов. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1965. № 3. С. 20–37.
6. Пономаренко О.М., Заяць О.В., Безвинний В.П., Довбуш Т.І. Особливості речовинного складу та ізотопний вік русько-полянських рідкіснометалевих гранітів Українського щита. *Геохімія та рудоутворення.* 2011. Вип. 30. С. 18–26.
7. Усенко И.С., Шербаков И.Б., Заяц А.П. Биотиты докембрия. Киев: Наук. думка, 1972. 207 с.
8. Ушакова Е.Н. Биотиты магматических пород. Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1980. 327 с.
9. Шермет Е.М., Кривдик С.Г., Седова Е.В. Редкометальные граниты Украинского щита (петрология, геохимия, геофизика и рудоносность). Донецк: Ноулидж, 2014. 250 с.
10. Шербаков И.Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
11. Abdel-Rahman A.M. Discussion on the Comment on Nature of Biotites in Alkaline, Caloalkaline and Peraluminous Magmas. *Petrology.* 1996. **37**, № 5. P. 1031–1035.
12. Abdel-Rahman A.M. Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magmas. *Petrology.* 1994. **35**, № 2. P. 525–541.
13. Nockolds S.P. The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite micas of igneous rocks. *Amer. J. Sci.* 1947. **245**, № 7. P. 401–420.

Reference

1. Vinchell, A.N., Vinchell, G. (1953). Opticheskaya mineralogiya [Optical mineralogy]. Moskva, Izd-vo Inostrannoy literatury, 561 p. [in Russian].
2. Zayats', O.V. (2015). Heokhimiya rus'ko-polyans'kykh ridkisonometalevykh hranitiv Korsun'-Novomyrhorods'koho plutonu (Inhul's'kyu mehablok UShch) [Geochemistry of Ruska-Polyana rare-metal granites of Korsun-Novomyrhorod pluton (Ingul Mmegablok, Ukrainian shield)]. *Mineral. Journ.* **37**, № 3. P. 67-77 [in Ukrainian].
3. Zayats', O.V., Larikov, A.L., S'omka, L.V., Koshelyev, O.V. (2012). Heokhimichni osoblyvosti y typizatsiya ridkisonometalevykh rus'ko-polyans'kykh hranitiv korsun'-novomyrhorods'koho kompleksu [Geochemical characteristics and typing of rare-metal granites of Ruska-Polyana of Korsun-Novomyrhorod complex]. *Mineral resources of Ukraine.* № 4, P. 18-22 [in Ukrainian].
4. Korzhinskiy, D.S. (1946). Printsip podvizhnosti shelochey pri magmaticheskikh yavleniyah [The principle of mobility of alkalis at magmatic events]. V kn.: Akademiku Dmitriyu Stepanovichu Belyankinu k semidesyatiletiiyu so dnya rozhdeniya i sorokapyatiletiyu nauchnoy deyatel'nosti. Moscow, Izd-vo AN SSSR, P. 242-261 [in Russian].
5. Marakushev, A.A., Tararin, I.A. (1965). O mineralogicheskikh kriteriyah shelochnosti granitoidov [About mineralogical criteria alkalinity of granitoids]. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* № 3. P. 20-37 [in Russian].
6. Ponomarenko, O.M., Zayats', O.V., Bezvynnyy, V.P., Dovbush, T.I. (2011). Osoblyvosti rehovynnoho skladu ta izotopnyy vik rus'kopolyans'kykh ridkisonometalevykh hranitiv Ukrayins'koho shchyta [Features of mineral composition and isotopic age of Ruska-Polyana rare-metal granites of the Ukrainian Shield]. *Geochemistry and ore formation.* **30**. P. 18-26 [in Ukrainian].
7. Usenko, I.S., Scherbakov, I.B., Zayats, A.P. (1972). Biotityi dokembriya [Precambrian biotites] Kiev, Nauk. Dumka, 207 p. [in Russian].
8. Ushakova, E.N. (1980). Biotityi magmaticheskikh porod [Biotite of igneous rocks]. Novosibirsk, Nauka. Sibirskoe otd-e, 327 p. [in Russian].

9. Sheremet, E.M., Krivdik, S.G., Sedova, E.V. (2014). Redkometalnyie granityi Ukrainського schita (petrologiya, geohimiya, geofizika i rudosnost) [Rare-metal granites of Ukrainian shield (petrology, geochemistry, geophysics and ore-bearing)]. Donetsk, Noulidzh. 250 p. [in Russian].
10. Scherbakov, I.B. (2005). Petrologiya Ukrainського schita [Petrology of the Ukrainian Shield]. Lvov, ZUKTS, 366 p. [in Russian].
11. Abdel-Rahman, A.M. (1996). Discussion on the Comment on Nature of Biotites in Alkaline, Caloalkaline and Peraluminous Magmas. *Petrology*. 37, № 5. P. 1031-1035 [in English].
12. Abdel-Rahman, A.M. (1994). Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magmas. *Petrology*. 35, № 2. P. 525-541.
13. Nockolds, S.P. (1947). The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite micas of igneous rocks. *Amer. J. Sci.* 245, № 7. P. 401-420.

Заяц О.В., Лариков А.Л., Соболев В.Б., Кушнир С.В., Вишневский А.А., Семка Л.В.

Біотити редкометалевих гранітів Руськополянського масиву (Інгільський мегаблок УЩ).

Приведены результаты определения химического состава биотитов русско-полянских редкометалевых гранитов керна скважины. Исследуемые биотиты характеризуются высокой железистостью (0,97–0,99) и высокой глиноземистостью (16,97–20,99 %). Наиболее глиноземистыми оказались биотиты из мелко-среднезернистых гранитов верхней части разреза скважины. По составу они относятся к чистым сидерофиллитам. Биотиты из более глубоких средне-крупнозернистых гранитов имеют промежуточный аннит-сидерофилитовый состав. Среднее содержание TiO_2 в биотитах варьирует в пределах 1,65–3,08 %. Наименьшее его содержание зафиксировано в биотитах из гранитов верхней части разреза скважины. В биотитах из более глубокой части разреза скважины оно увеличивается. Биотит из русско-полянских редкометалевых гранитов характеризуется высоким содержанием Zn (0,17–0,26 %), а также повышенной концентрацией Ta (до 0,13 %) по сравнению с Nb (до 0,03 %), Cl (0,57–1,05 %) по сравнению с F (0–0,23 %).

Ключевые слова: биотит, химический состав, русско-полянские граниты, железистость, глиноземистость, элементы-примеси.

Zaiats O.V., Larikov A.L., Sobolev V.B., Kushnir S.V., Vyshnevskiy O.A., Syomka L.V.

Biotites from rare-metal granites of Ruska-Polyana massif (Ingul megablok, the Ukrainian Shield).

At the moment, there are few publications on the chemical composition of biotites from Ruska-Polyana rare-metal granites. We found no published data on the content of biotites trace elements Zn, Sr, Ba, Zr, Nb, Ta, Cl. The aim of our work is to study the chemical composition of biotites Ruska-Polyana rare-metal granites. Chemical composition of biotite determined using scanning electron microscope JSM-6700F, equipped energodispersive system for microanalysis JED-2300. In addition, the definition Zn, Sr, Ba, Zr, Nb, Ta, F, Cl in biotite (depth interval 239,6–242,0) was carried out on electron-probe device JXA firm Jeol 8200 (Japan). Abstract biotites from granites of the four intervals of hole depths (156,1–158,0; 174,6–176,5; 225,0–227,0; 239,6–242,0 m). They is characterized by high-iron content (0,96–1,00) and high-aluminous content (16–24 %). Biotites from different depths of the hole differ in their chemical composition. Biotites of small-medium-grained granites from the upper part of the hole section (156,1–158,0 m) are the most aluminous. They are pure siderophillite composition. Biotites from deeper medium-coarse grained granites (174,6–176,5; 225,0–227,0; 239,6–242,0 m) is annite-siderophilitovogo composition. Biotites of Ruska-Polyana granites have a wide range of titanium content. Average content TiO_2 in biotites from different depths of the hole varies from 1.65 to 3.08 %. The smallest of its content (1.65 %) recorded in the biotites from granites of the upper section of the hole (156,1–158,0 m). Biotites from a deeper part of the section of the hole the average TiO_2 content is 2,71–3,08 %. Biotite from the upper part of the hole section (156,1–158,0 m) similar to biotite from Kamyani-Mogly granites on the content of TiO_2 . And biotites from intervals depths 174,6–176,5; 225,0–227,0; 239,6–242,0 m like biotites from Perga granites, Leznyky granites. Test biotites (239,6–242,0 m) are enriched in Zn (0,17–0,26 %). They have higher contents of Ta (0.13 %) compared to Nb (to 0.03%) and Cl (0,57–1,05 %) compared with F (0–0,23 %).

Keywords: biotite, chemical composition, Ruska-Polyana granites, high-iron content, high-aluminous content, trace elements.

Надійшла 23.03.2016.