

зотропного середовища. Важливим є отримання рішення прямої задачі у випадку дії джерела у вигляді тензора сейсмічного моменту в анізотропному середовищі. Але цей випадок буде представлено в наступних публікаціях. В даній роботі приведено результати наших обчислень, коли один із шарів знаходиться під додатковим напруженням, наприклад, під всестороннім стиском [6]. Вважаємо, що такий шар є розміщеним нижче джерела сейсмічних хвиль. На рис. 3 показано, що навіть для такого простого випадку відхилення від ізотропії в одному із шарів, такий вплив проявляється на обмінних хвилях для різних значень гідростатичного стиску.

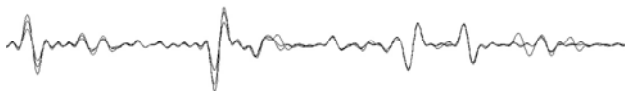


Рис. 3. Обмінні хвилі для різних значень гідростатичного стиску:  $P = 0$  МПа, 8 МПа, 15 МПа

Таким чином, анізотропія може мати суттєвий вплив на характер хвильового поля, яке отримано за допомогою матричного методу. Цей вплив проявився при визначенні сейсмічного моменту. У наступних публікаціях буде показано, як отримано узагальнений розв'язок (7) у випадку анізотропного середовища.

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология: Теория и методы. – М., 1983. – Т. 1, 2. 2. Малицький Д.В.. Аналітично-числові підходи до обчислення часової залежності компонент тензора сейсмічного моменту // Геоінформатика. – 2010. – Т. 1. – С. 79–86. 3. Малицький Д.В., Муїла О.О. Про застосування матричного методу і його модифікацій для дослідження поширення сейсмічних хвиль у шаруватому середовищі // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2007. – С. 124–136. 4. Молотков Л.А. Матричний метод в теорії розповсюдження волн в слоистых упругих и жидких средах. – Л., 1984. 5. Chekurin V., Malytsky D. Mathematical model for interference of elastic waves in a geological medium with a stressed layer. The case of uniform compression // Physics and mathematical modeling and informational technology. – 2011. – V. 14. – P. 159-166. 6. Fryer G.J., Frazer L.N. Seismic waves in stratified anisotropic media II – elastodynamic eigensolutions for some anisotropic systems // Geophys.J. R. Astr. Soc. – 1987. – V. 91, I. 73. – P. 101.

Надійшла до редколегії 30.10.12

## ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 552.08:53

М. Толстой, д-р. геол.-мінералог. наук,  
Н. Костенко, канд. геол. наук

### СПІВСТАВЛЕННЯ ПЛЮМАЗИТОВИХ РІДКІСНОМЕТАЛЬНИХ ГРАНІТІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА І ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ БОГЕМСЬКОГО МАСИВУ (РУДНІ ГОРИ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. С.Є. Шнюковим)

За результатами геохімічного співставлення гранітів Українського щита та рідкіснометальних гранітоїдів Рудних Гір з використанням математичних методів з'ясовано, що їх прямими аналогами серед українських гранітоїдів є граніти кам'яноможильського комплексу. Припускається, що саме в межах розвитку масивів цих порід могли формуватися рудні концентрації олова.

As a result of chemical and trace-element mapping of granites of the Ukrainian Shield and rare-metal granitoids of the Ore Mountains is determined by mathematical methods, that their direct analogs among the Ukrainian granites are granites of the kamenny mogilya complex. It is assumed that a range of arrays of these rocks could have formed ore concentrations of tin.

**Постановка проблеми.** На час виділення Л.В. Таусоном [12] геохімічного типу плюмазитових рідкіснометальних гранітів, ці породи, до яких, зокрема, відносяться і досліджувані нами рудногорські граніти, були відомі дослідникам виключно як кислі формування фанерозой. Лише через 10 років ці привабливі у металогенічному відношенні гранітоїди були визначені серед докембрійських утворень Українського щита (УЩ) [3, 14]. Незважаючи на значний віковий розрив у часі становлення українських і рудногорських плюмазитових гранітоїдів, їх породні представники характеризуються підвищеним вмістом рідкісних металів, відрізняючись між собою лише різним ступенем їх концентрації в купольних структурах масивів та до деякої міри типом ендегенної мінералізації. Очевидно, що саме через регіональні відмінності у речовинному складі досліджуваних нами рідкіснометальних гранітів досі на території УЩ не виявлено перспективних покладів олов'яних руд, видобуток яких в подібних формуваннях Рудних Гір відбувався впродовж декількох століть [5]. І навпаки, в гранітоїдних масивах останніх поки що не відомо жодного родовища берилію. Нижче автори представленої роботи спробують знайти відповідь на актуальне з практичної точки зору питання: чи слід за аналогією з рудногорськими гранітоїдними масивами сподіватися на виявлення потенційно перспективних рудопроявів олова на території УЩ, та з породами яких комплексів генетично чи парагенетично вони можуть бути пов'язані?

**Аналіз останніх досліджень.** Слід зазначити, що, незважаючи на значну кількість публікацій по рідкіснометальних гранітоїдах обох регіонів по кожному з них окремо, тільки дві з них [15, 16] безпосередньо присвячені аналізу їх речовинного складу, причому, лише з використанням оригінального аналітичного матеріалу. На основі проведених досліджень автори цих робіт прийшли до висновку про подібність рідкіснометальних гранітів Рудних Гір і УЩ за їх петрохімічним складом і різко підвищеними концентраціями F, Li, Rb, Sn, Be, Mo, зазначивши, що в породах першого регіону вміст F, Li, Rb в 2–10 разів, а Sn і W – в 10–100 разів вищий ніж в докембрійських рідкіснометальних гранітоїдах УЩ. Причину високих концентрацій рідкісних елементів в рудногорських гранітах на відміну від їх українських аналогів Є.М. Шеремет та ін. [15] бачать у відповідному збагаченні ними фанерозойських глибинних флюїдів у порівнянні з докембрійськими. На жаль, міжрегіональне співставлення рідкіснометальних гранітоїдів Рудних Гір і УЩ на рівні породних комплексів цими дослідниками не проводилося.

**Мета статті.** За результатами вивчення закономірностей розподілу петрогенних оксидів та рідкісних елементів у провідних петротипах гранітів УЩ і металогенічно спеціалізованих на олово породах Рудних Гір математичними методами дослідити кореляційні зв'язки між гранітоїдами обох регіонів і на цій основі визначити перспективи щодо можливого виявлення родовищ олова на території УЩ. Зазначимо, що весь аналітичний

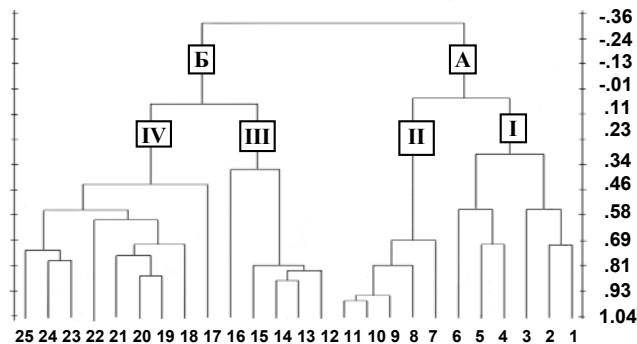
матеріал по гранітоїдах УЩ є оригінальним і був зібраний та систематизований у відповідні бази даних в НДС фізико-хімічних досліджень гірських порід геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Виклад основного матеріалу.** Автори представленої роботи свідомі того, що ефективна інтерпретація наявного аналітичного матеріалу можлива лише за умови правильного комплексування методів статистичного аналізу при обробці вихідних даних. Керуючись досвідом попередніх досліджень, нами в якості основних методів вивчення порід обрані кластер-аналіз і метод головних компонент (МГК) у режимі кореляційної матриці. На нашу думку, їх залучення до процедури розділення гранітоїдів на породні групи дозволяє на основі з'ясування тисноти кореляційних зв'язків, провести коректне співставлення порід не тільки суміжних, але й просторово віддалених масивів, в тому числі й на предмет виявлення потенційно рудоносних об'єктів по аналогії з уже відомими.

Для виявлення варіацій речовинного складу гранітоїдів УЩ і Рудних Гір була сформована загальна вибірка, що об'єднала фактологічний матеріал з середнього вмісту восьми петрогенних оксидів ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) і дев'яти хімічних елементів ( $\text{V}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{F}$ ). Зазначимо, що аналітичну інформацію по рудногорському комплексу ми почерпнули із статті Л.С. Бородіна і Л.Н. Гінзбурга [2], котрі в свою чергу запозичили її у Г.Т. Тішендорфа та ін. [18, 19]. Згідно з даними німецьких і чеських дослідників процес становлення масивів порід цього комплексу відбувався протягом кількох інтрузивних фаз – від периферійних (перехідних) гранітів до протолітійонітових топазмісних лейкогранітів головних фаз. При цьому Л.С. Бородін і Л.Н. Гінзбург зазначають, що кінцевим диференціатом цих лейкогранітів є рудоносні фації, з

якими якраз і пов'язано утворення відомих оловородних грейзенових родовищ Альтенберг, Цинновець та ін. Відповідна аналітика по петротипах гранітів УЩ була систематизована наступним чином. Крім спеціалізованих на рідкісні метали порід, що за петрогеохімічними параметрами відповідають геохімічному типу літій-фтористих гранітів, нами для з'ясування повноти кореляційних зв'язків між гранітоїдами регіону і Рудних Гір до складу вибірки було залучено також інформацію про середній вміст оксидів і хімічних елементів у провідних петротипах гранітів стандартного геохімічного типу.

Наступним у співставленні гранітів УЩ і Рудних Гір було ієрархічне тестування об'єднаної вибірки цих порід, результати якого винесені на рис. 1. Як витікає з представлені діаграми, граніти обох регіонів за своїм мікроелементним складом в межах позитивних значень коефіцієнтів кореляції розділилися на 2 великих породних групи – А, Б. Наочно це демонструється наведеною на рис. 2 факторною діаграмою. На цій діаграмі, побудованій у площині перших двох найсильніших факторів, за результатами обробки аналітичних даних досліджуваних гранітів МГК (R-метод) фактор  $F_1$ , на долю якого приходить 42,5 % загальної дисперсії, визначає основно-кислотну диференціацію порід. Його ще можна інтерпретувати і як фактор магматично-еманаційно-метасоматичної диференціації з посиленням впливу еманаційної та метасоматичної складових у напрямку від'ємного кінця осі. Це, зокрема, підкреслюється полярним асоціативним набором оксидів і мікроелементів з різними знаками факторних навантажень: додатним (у порядку зменшення) для  $\text{CaO}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$  і від'ємним – для  $\text{Rb}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Li}$ . Характерно, що виділені групи гранітів розмістилися у різних частинах діаграми – А у правій її половині, Б – у лівій, підкреслюючи тим самим їх належність до різних геохімічних типів.



**Рис. 1.** Дендродіаграма кореляційних зв'язків між гранітами Українського щита і північно-західної частини Богемського масиву (Східні Рудні Гори) за їх хіміко-елементним складом:

1. Назви порід: 1 – апограніт пержанський; 2, 4-7 – граніти лізниківський, львівківський, сирницький, хочинський, кам'яномогильський; 8 – перехідний рудногорський граніт; 9-10 – лейкограніти рудногорські 1-ої, 2-ої, 3-ої інтрузивних фаз; 3, 14 – граніти рапаківіподібні коростенський, ташлицький; 12, 13 – граніти рапаківі коростенський, корсунь-новоміргородський; 15, 16, 18-22, 25 – граніти хлібодарівський, кіровоградський, житомирський, уманський, гайсинський, новоукраїнський, салтичанський, демуриносський; 17, 23, 24 – граніти кишиньсько-осницького, токівсько-мокротомосковського, анадольсько-салтичанського комплексів.
2. А, Б – групи і підгрупи (I – IV) гранітоїдних порід, виділені в межах позитивних і значимих коефіцієнтів кореляції

Іншими словами, ми отримали наочне підтвердження на користь віднесення гранітів групи Б до геохімічного типу літій-фтористих гранітів за класифікацією В.І. Коваленка [4], або заключної фації плюмазитових гранітів у відповідності до даних Л.В. Таусона [12]. Граніти групи А з певними застереженнями співставляються нами з гранітами стандартного геохімічного типу. Чому саме із застереженнями? Це пов'язано з тим, що В.І. Коваленко, виділяючи цей тип гранітів, наголосив, що їх аналогами є плюмазитові лейкограніти головної фази. На його думку, всі неспеціалізовані на літій і

фтор граніти на території Монголії і Забайкалля, крім тих, що входять до складу виділеного цим дослідником гранодіорит-гранітного геохімічного типу, слід відносити до стандартного типу, вважаючи їх материнськими для літій-фтористих гранітів. Можливо, таке заключення є справедливим для фанерозойських гранітів, але для їх українських аналогів це не підтверджується наявними фактичними даними. Спробуємо аргументувати свою думку. Як слідує з представлені діаграми (рис. 1), виділені групи гранітів А і Б в свою чергу у межах значимих коефіцієнтів кореляції з  $r_{кр} \geq 0,4$  (або близьких до

нього) розділяються на окремі підгрупи. У першій з них знаходяться петротипи гранітів лізниківських, львівківських, сирницьких, хочинських, апогранітів пержанських і, що характерно, рапаківіподібних гранітів Коростенського плутону, що входять до складу однойменного комплексу. Те, що гранітоїди цієї, як і наступної другої підгрупи, мають відноситися до геохімічного типу літій-фтористих гранітів, не викликає сумніву. Чи не означає це, що всі граніти, які зараз представляють згідно з

чинною хроностратиграфічною схемою докембрійських утворень НСК України різні комплекси (коростенський і пержанський) слід об'єднати в один комплекс. Якщо це відповідає геологічним реаліям, тоді пержанські граніти, в тому числі й лізниківські, – це метасоматично змінені рапаківіподібні граніти коростенського комплексу. Значимо, що така думка щодо доцільності їх укрупнення в один комплекс вже не раз висловлювалася в літературі [1, 6-11].

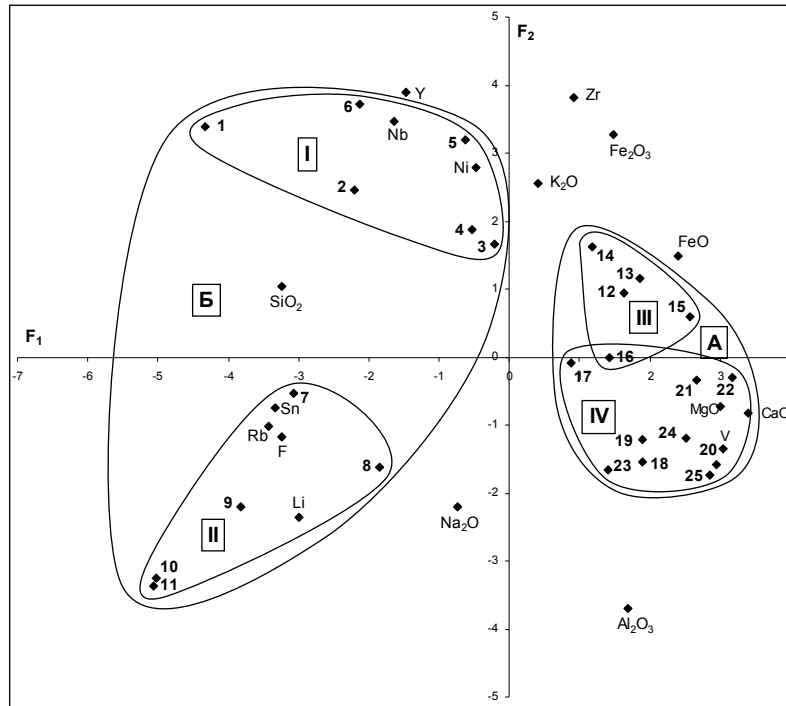


Рис. 2. Факторна діаграма фігуративних точок хіміко-елементного складу гранітів УЩ і північно-західної частини Богемського масиву (Східні Рудні Гори) у площині  $F_1 - F_2$ :

1. Назви порід (арабські цифри) див. на рис. 1. Контурами окреслено поля фігуративних точок гранітоїдів породних груп (А, Б) і підгруп (I – IV), що виділилися за результатами їх кластеризації

Як бачимо, у складі першої підгрупи відсутні граніти кишинські, осницькі, житомирські, а також граніти масивів, що поширені на територіях інших мегаблоків УЩ. Навряд чи доцільно більшість таких гранітів відносити до геохімічного типу стандартних гранітів, вважаючи їх материнськими для літій-фтористих. Імовірнішим є віднесення до цього типу лише рапаківіподібних гранітів коростенських, які, як показують проведені дослідження, через значні метасоматичні перетворення, що відповідним чином позначилися на їх петрохімічно-геохімічному складі, практично вже не різняться з типовими представниками літій-фтористих гранітів. Виходячи з вищенаведеного, рекомендується розділяти граніти стандартного геохімічного типу на два підтипи – явно стандартні, які безумовно є материнськими для їх літій-фтористих апікальних фацій, і неявно стандартні, генетичний зв'язок яких з літій-фтористими відмінами не встановлений. Такий висновок напрошується у зв'язку з урахуванням відповідного зауваження, зробленого автором виділення цих типів порід В.І. Коваленком [4], котрий вважає, що його рідкіснометальні гранітоїди літій-фтористого і стандартного типів за рідкіснометальним складом відповідають геохімічному типу плюмазитових рідкіснометальних лейкогранітів за класифікацією Л.В. Таусона [12]. У зв'язку з цим зазначимо, що останній автор ранньорудногорські гранітоїди відносить до порід головної фази, а пізньорудногорські – до літій-фтористої фації плюмазитових лейкогранітів. Слід відмітити також, що згідно з даними Л.В. Таусона виділені

В.І. Коваленком геохімічні типи гранітоїдів (гранодіорит-граніти і стандартні граніти) у переважній більшості паралелізуються з палінгенними гранітоїдами вапняно-лужного ряду.

Дещо несподіваним у контексті вирішення поставленої проблеми є знаходження у другій підгрупі, граніти якої, як зазначалося, віднесено до літій-фтористого геохімічного типу, ранніх рудногорських (горських) гранітів (330-315 млн р – за даними Rb-Sr визначення віку [20]), які дослідниками [5, 15] співставляються з гранітами стандартного геохімічного типу. В генетичному відношенні вони ідентичні коростенським рапаківіподібним гранітам з першої підгрупи, і, таким чином, можливо є материнськими породами для літій-фтористих гранітів своєї підгрупи. Зазначимо, що відрізняються ранньорудногорські (горські) граніти від пізньорудногорських (305-289 млн р) [17], лише незначним послабленням кореляційних зв'язків, що опосередковано підтверджує зроблене припущення відносно можливості формування останніх за рахунок перших. В свою чергу, як ранньо-, так і пізньорудногорські граніти корелюють з кам'яномогильськими гранітами. Звідси випливає наступний висновок: за петрохімічно-геохімічними особливостями найбільш потенційно рудоносними об'єктами для пошуків олова на території УЩ є масиви гранітів кам'яномогильського комплексу.

Щоб остаточно упевнитися у коректності такого заключення, нами були проведені додаткові дослідження. Якщо для українських гранітів список досліджуваних

об'єктів не змінився, то для рудногорських він збільшився на чотири одиниці. До нього були внесені дані з аналітики порід, відібраних на цей раз на території західної частини Рудних Гір. Це, зокрема, гранітоїдні масиви Кирхберг і Айбеншток-Нейдек з трьома інтрузивними фазами згідно з даними В.І. Коваленка та ін. [5], а також Вальфишкопф і Криниццберг. Граніти Кирхберг віднесено німецькими дослідниками [13] до складу раннього (горського) інтрузивного комплексу, а Айбеншток, відповідно, до пізнього рудногорського. Масиви Вальфишкопф і Криниццберг за уявленнями цих авторів є перехідними між ними. За інформацією В.І. Коваленка та ін. [5] горські граніти є типовими представниками стандартних гранітів, тоді як рудногорські – літій-фтористих. Детальніша інформація щодо геолого-структурної позиції цих масивів наведена у низці робіт [5, 13, 15].

Розширився при цьому й спектр елементів (залучено Cr, Pb, Zn, Ga) і оксидів (MnO), на які аналізувалися гранітоїди обох регіонів. Як попередня, так і новостворена вибірка була оброблена методами кластер-аналізу і МГК. Результати кластеризації порід винесено на відповідну діаграму (рис. 3). Перше, що привертає увагу, це практично повна ідентичність тісноти кореля-

ційних зв'язків гранітів на наведених дендрограмах (рис. 1, 3). Різниця лише в тому, що виділені за результатами повторного ієрархічного тестування граніти породних груп А і Б за хіміко-елементним складом співставляються з гранітами підгруп I і II відповідно, що зумовлено незначним послабленням кореляційних зв'язків між гранітами Західних Рудних Гір у порівнянні з аналогічними породами зі Східних Рудних Гір. Всі разом, як граніти груп А, Б, так і підгруп I і II, за своїми петрохімічними і геохімічними параметрами відповідають геохімічному типу літій-фтористих гранітів. Це співпадає з інформацією, наведеною В.І. Коваленком та ін. [5], згідно з якою пізні фази ранніх гранітів за складом досить близькі до молодих (рудногорських) гранітів, а тому цілком не випадково, як показують результати проведеного нами дослідження, опинилися у складі порід одного й того ж геохімічного типу. З нашої точки зору було б нелогічним ці рідкіснометальні граніти протиставляти між собою. Разом з тим, слід зазначити, що тісніші кореляційні зв'язки перехідні граніти масиву Вальфишкопф мають з гранітами Айбеншток, а Криниццберг – з Кирхберг.

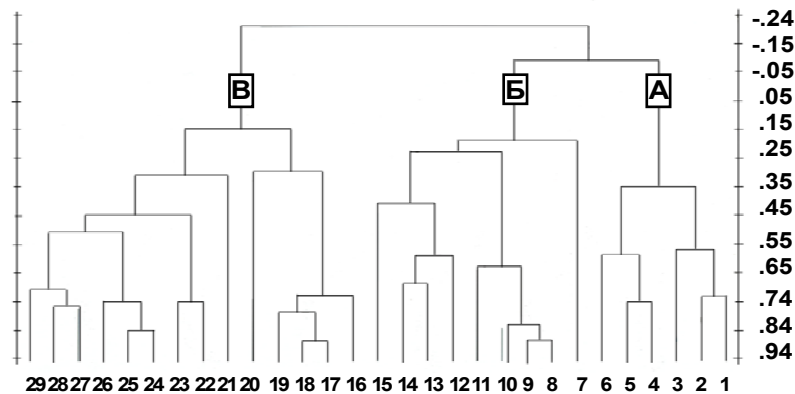


Рис. 3. Дендрограма кореляційних зв'язків між гранітами Українського щита і північно-західної частини Богемського масиву (Західні Рудні Гори) за їх хіміко-елементним складом:

1. Назви порід: 1 – апограніт пержанський; 2, 4-7 – граніти лізниківський, львівківський, сирницький, хочинський, кам'яногогильський; 3, 18 – граніти рапаківподібні коростенські, корсунь-новомиргородські; 8, 9, 11 – інтрузії гранітів Айбеншток 3-1-ої фаз; 13-15 – інтрузії гранітів Кирхберг 3, 1, 2-ої фаз; 10, 12 – перехідні граніти Вальфишкопф, Криниццберг; 16, 17 – граніти рапаків коростенські, корсунь-новомиргородські; 19, 20, 22-26, 29 – граніти хлібодарівські, кіровоградські, житомирські, салтичанські, уманські, гайсинські, новоукраїнські, демурицькі; 21, 27, 28 – граніти кишинсько-осницького, токівсько-мокротомосковського, анадольсько-салтичанського комплексів. 2. А, Б, В – групи гранітоїдних порід, виділені в межах позитивних значень коефіцієнтів кореляції

У результаті додаткових досліджень особливостей речовинного складу гранітів УЩ і гранітоїдів раннього і пізнього інтрузивних комплексів західної частини Рудних Гір ще раз була підтверджена тісна зкорельованість цих порід з масивами гранітів кам'яногогильського комплексу, що раніше вже було з'ясовано для їхніх аналогів із Східних Рудних Гір. З практичної точки зору це означає, що за аналогією з горськими і рудногорськими рідкіснометальними гранітами масивів північно-західної частини Богемського масиву в геохімічно і хімічно подібних до них кам'яногогильських гранітах (або їх екзоконтактах) УЩ можуть бути виявлені промислові концентрації олова.

Ще одну спробу співставити рудногорські й українські гранітоїди за їхнім речовинним складом було здійснено на прикладі рідкіснометальних гранітів Еренфрідерсдорфського (Середні Рудні Гори) і Наунсдорфського (Західні Рудні Гори) масивів. Дані про хімічний і рідкісноелементний склад цих порід запозичені з роботи Є.М. Шеремета та ін. [15]. Це поки що єдина публікація, що безпосередньо присвячена петрогеохімічній характеристиці гранітів УЩ й цієї частини території Рудних

Гір. Треба зазначити, що нами досліджувалися варіації речовинного складу лише мінімально змінених рудногорських породних представників: граніти з мусковітом (ER 1, 2, 6 – згідно з буквеними позначками авторів); граніти з біотитом (ER 7); альбітизовані граніти (ER 4); роговообманкові граніти середньої частини масиву (ND-3) і купольної (ND-1, ND-2). Кількісний склад петротипів українських гранітоїдів при цьому не змінювався. Для порівняльного аналізу речовинного складу гранітоїдів обох регіонів були залучені хімічні елементи (V, Cr, Co, Ni, Cu, Sn, Mo, Li, Rb, F) і петрогенні оксиди (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Сформована вибірка була досліджена методом кластер-аналізу. Згідно з отриманою дендрограмою (не наводиться) всі рідкіснометальні граніти Еренфрідерсдорфського масиву за своїм оксидно-елементним складом в межах значимих коефіцієнтів кореляції виявилися найбільш близькими до кам'яногогильських гранітів, а наунсдорфські, правда, уже на рівні лише позитивних значень, – до гранітів кишинсько-осницького комплексу. Якщо приналежність гранітів Еренфрідерсдорф до

літій-фтористого геохімічного типу не викликає запитань, то стосовно наунсдорфських слід сказати, що вони за речовинним складом більш подібні до гранітів стандартного геохімічного типу. Останні, скоріш за все, є породними представниками ранньогорських гранітів, тоді як перші, без сумніву, – пізньогорські утворення.

**Висновки.** Результати різновариантного співставлення речовинного складу рідкіснометалльних гранітів західної, середньої, східної частин Рудних Гір і українських гранітоїдів математичними методами показали, що в петрохімічному і геохімічному відношенні найбільш наближеними до рудногорських металоносних порід на території УЩ є граніти кам'яногільського комплексу. Припускається, що в межах їхнього поширення могли формуватися рудопрояви або окремі родовища олова. Питання лише в тому чи не знищені вони ерозією. Очевидно, що саме з цими процесами пов'язаний той факт, що досі на території поширення кам'яногільських гранітів не виявлено жодного рудопрояву, а тим більше родовища, олова.

Характерно, що петрохімічно-геохімічна спорідненість досліджених нами рідкіснометалльних гранітів обох регіонів підтверджується практично ідентичною (за деяким винятком) акцесорною мінералізацією. Основним рудним мінералом як для гранітів Рудних Гір, так і УЩ є каситерит, локально – молібденіт. Крім того, в літій-фтористих гранітах Рудних Гір зустрічається також вольфраміт. В гранітах стандартного геохімічного типу олово здебільшого не утворює власних мінералів. В цьому випадку його основним мінералом-носієм є біотит [10].

1. *Безпалько Н.А.* Петрологія і акцесорні мінерали гранітів та метасоматитів Північної Волині. – К., 1970. 2. *Бородин Л.С., Гинзбург Л.Н.* Геохімічний тип плюмазитових рідкіснометалльних лейкогранітов: еволюційний петрохімічний тренд і кореляція рідких елементів // Геохімія. – 2002. – № 9. – С. 933 – 945. 3. *Есипчук К.Е.* Петролого-

геохімічні основи формационного аналізу гранітоїдів докембрія. – К., 1988. 4. *Коваленко В.И.* Петрологія і геохімія рідкіснометалльних гранітоїдів. – Новосибірськ, 1977. 5. *Коваленко В.И., Тишендорф Г., Антипин В.С., Пельхен В.С., Ланге Х.* Геохімічне сопоставлення рідкіснометалльних гранітоїдів ГДР і МНР // Геохімія. – 1976. – № 12. – С. 1845-1856. 6. *Личак И.Л.* Петрологія Коростенського плутона. – К., 1983. 7. *Моляко В.Г., Павлов Г.Г., Серге А.Ю.* О соотношении гранітоїдів северо-западной части Украинского щита по результатам количественного анализа петрогеохіміческих данных // Вопр. прикл. геол. и петрофиз. – 1977. – С. 44-54. 8. Петрогеохімія і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання / М.І. Толстой, Ю.Л. Гасанов, Н.В. Костенко та ін. – К., 2003. 9. Петрографія, акцесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка: монографія / М.І. Толстой, Н.В. Костенко, В.М. Кагурін та ін. – К., 2008. 10. Петрологія, геохімія і рудоносність інтрузивних гранітоїдів Українського щита / К.Е. Есипчук, Е.М. Шеремет, О.В. Зинченко и др. – К., 1990. 11. *Скобелев В.М.* Петрохімія і геохронологія докембрійських образований Северо-Западного района Украинского щита. – К., 1987. 12. *Таусон Л.В.* Геохімічні типи і потенціальна рудоносність гранітоїдів. – М., 1977. 13. *Тишендорф Г., Шуст Ф.* К геохімічній спеціалізації гранітов Рудних Гор // Геологія і геофізика. АН СССР, Сиб. отд. – 1980. – № 2. – С. 27-36. 14. *Шеремет Е.М.* Гранітоїди областей мезозойської і протерозойської тектоно-магматичної активізації // Доп. АН УССР, Сер. Б. Геол., хім. та біол. науки. – 1988. – № 10. – С. 25-30. 15. *Шеремет Е.М., Есипчук К.Е., Федотова Л.А.* Петрогеохімічна характеристика рідкіснометалльних гранітов Українського щита і Рудних Гор (ФРГ) // Геохімія. – 1994. – № 4. – С. 513-524. 16. *Шеремет Е.М., Панов Б.С., Морозова Г.В. и др.* Сравнительная петрогеохімічна характеристика рідкіснометалльних гранітов Украинского щита и Рудных Гор // Изв. Вузов. Сер. Геология и разведка. – 1991. – № 1. – С. 66-78. 17. *Chlupaccova M., Stempok M., Gnotek I.* Distribution of Th, U and K and petrophysical properties of granites of the Fichtelgebirge pluton // Vestn. Ceskeho Geol. Ust. – 1998. – V. 73. – P. 287-299. 18. *Tishendorf G., Geisler M., Gerstenberger H. et al.* Geochemistry of Variscan Granites of the Westerzgebirge-Vogtland region – An Example of tindeposit-generating Granites // Chem. Erde 46. – 1987. – P. 231-235. 19. *Tishendorf G., Forster H.* Acid magmatism and related metallogenesis in the Erzgebirge // Geol. Journ. – 1990. – V. 25. – P. 443-454. 20. *Tishendorf G., Forster H.* Hercynian granite magmatism and related metallogenesis in the Erzgebirge: A status report // Monograph series of Mineral Deposits. Berlin-Stuttgart. – 1994. – V. 31. – P. 5-23.

Надійшла до редколегії 25.04.12

УДК 553.04

В. Загнітко, д-р геол.-мінералог. наук, проф.,  
Н. Лижаченко, асп.

## ДИНАМІКА ВИДОБУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ГРАФІТУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Нестеровським)

**Графіт, як один з важливих складових сучасної техніки та виробництва, відіграє для будь-якої країни важливу роль. Властивості цього мінералу дозволяють використання його, як і вуглецю в цілому, у всіх галузях народного господарства, науки та техніки. В роботі розкрито основні зміни в промислових секторах споживання та виробництва графіту в Україні та світі.**

**Graphite, as one of the most important components of modern technology and production, played for any country an important role. The properties of this mineral allow you to use it as and carbon in General, in all sectors of the national economy, science and technology. The work covers the main changes in the industrial sectors of consumption and production of graphite in Ukraine and in the world.**

**Вступ.** Графіт дуже широко використовується в різноманітних галузях промисловості, зокрема для виробництва ливарних форм, тиглів, реторт, вогнетривів, акумуляторів, електродів, метало-графітових виробів, колоїдно-графітових препаратів тощо. Окрім того, як алотропна модифікація вуглецю, графіт має надзвичайно важливе наукове значення, зокрема для аналізу походження та еволюції органічного світу, вуглеводнів та ін. На даний час, завдяки новітнім досягненням світової науки, галузі використання вуглецю постійно розширюються. Достатньо згадати такі природні та синтезовані різновиди як алмаз, лонсдейліт, карбін, фулерени та ін. Останніми роками на основі графіту було отримано новий перспективний матеріал – графен [6, 7].

**Мета роботи.** Визначення особливостей кон'юнктури ринку графіту, що передбачає аналіз динаміки видобутку, виробництва, споживання мінеральної сировини в Україні та світі.

**Вклад основного матеріалу.** Графітові руди за структурно-текстурними ознаками поділяються на явно та приховано кристалічні. Перший тип поділяється на щільнокристалічний та лускатий різновиди, що мають найбільшу промислову цінність. Лускаті руди з вмістом графіту понад 3 % є промисловими внаслідок спрощеної технології збагачення, що полягає в розмелюванні і селективній флотації графіту з одержанням концентратів високої чистоти. Щільнокристалічний різновид утворює масивні чи вкраплені руди з вмістом 15-90 % графіту. Багаті руди піддають ручній рудорозборці, бідні збагачують. Серед прихованокристалічного графіту виділяють щільну та тонкодисперсну відміни, він набуває промислового значення при вмісті його в рудах 80-90 %, оскільки не збагачується флотаційним методом, а піддається тільки розмелюванню.

Руди графіту контрастні в геоелектричних полях і добре фіксуються методами електророзвідки завдяки дуже низькому опору.