

УДК 550.42:551.322.2

Б.Н.Іванов, канд. геол.-мінералог. наук

РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНО-ТОРІЙ-УРАНОВІ, УРАНО-ТОРІЄВІ ПЕГМАТИТИ І ГРАНІТИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ЇХНЬОГО ПОХОДЖЕННЯ

Рідкісноземельно-урано-торієві пегматити і граніти є суттєво калієвими (мікрокліновими) породами. Домінуюча роль калію зумовлена процесом калієвого метасоматозу, що протікає на заключних стадіях утворення гранітів і пегматитів. З калієвим метасоматозом пов'язані радіоактивні й рідкісноземельні мінерали, які визначають геохімічну спеціалізацію описуваних порід.

Rare-earth-uranium-torium pegmatites and granites are essentially potassium (microcline) rocks. The main role of the potass is caused by process potassium metasomatism, proceeding on the final stages formations of granites and pegmatites. With potassium metasomatism are connected radioactive and rare-earth the minerals determining geochemical specialization of described rocks.

Гранітні пегматити відносяться до найдетальніше дослідженої групи гірських порід. Їхньому описанню присвячена численна геологічна література [1, 2, 8, 9 та ін.]. Найповніша характеристика гранітних пегматитів наведена А.І.Гінзбургом зі співавторами [2]. У цій монографії вся сукупність описуваних порід, відповідно до металоносності їх та глибини формування, поділяється на 4 типи: 1) малих глибин (носії кришталю); 2) помірних глибин (рідкіснометалеві); 3) великих глибин (сплюдоносні); 4) дуже великих глибин.

Металогенічна спеціалізація пегматитів останнього типу не завжди чітко виявлена. В окремих випадках вони цікаві як керамічна сировина, іноді мають рідкісно-

земельну спеціалізацію, унаслідок чого в 50–60 рр. минулого сторіччя відносилися до рідкісноземельної формації [1]. У пізніх роботах цю назву було скасовано, тому що пегматити даної групи лише іноді збагачені рідкісноземельними мінералами, але досить часто не містять їх зовсім [2]. Подібні пегматити поширені на докембрійських щитах, простежуючись у межах глибинних блоків, складених гранітоїдами або метаморфітами, що зазнали метаморфізму гранулітової, рідше амфіболітової фацій. Імовірно, до цього ж (глибинного) типу варто віднести пегматити, що контролюють рідкісноземельно-торій-уранові, урано-торієві рудопрояви і родовища. Усі вони, за невеликим винятком, є дрібними за масштаба-

© Б.Н.Іванов, 2004

ми і відносяться до одного типу, що обумовлено "низкою загальних особливостей, котрі виявляються в постійному просторовому зв'язку з калієвими гранітами, вкрапленому характері відносно бідних руд, перевазі в рудах торій-, а часто і рідкісноземельновмісного ураніті, який в ряді випадків асоціює з мінералами торію, рідкісних земель і молібденітом" [7].

У центральній частині Українського щита (УЩ) до описуваного (глибинного) типу треба віднести рідкісноземельно-торій-уранові, рідше урано-торієві пегматити й граніти. Вони поширені в межах двох районів: у лівобережній частині Південного Бугу – Синюхи й в басейні Росі (рис. 1). У тектонічному плані обидва райони приурочені до архейських мегаблоків: Дністровсько-Бузького (Південний Буг – Синюха) і Росинсько-Тикицького (Рось).

Перший з названих районів є найкраще вивченим і ввійшов у літературу за назвою Побузького урановорудного району [6]. В його межах відомі численні радіометричні аномалії, декілька рудопроявів і три незначні за масштабами торій-уранові, урано-торієві родовища, вміщуючі породи яких, метаморфізовані в умовах гранулітової фації, відносяться до дністровсько-бузької серії неоархею.

Наймасштабнішим і відносно добре вивченим у межах описуваного району є Південне родовище урану. Проблеми його генезису, викладені нижче, висвітлюються для пояснення деяких особливостей як менш досліджених об'єктів у басейні Росі, так і всієї описуваної групи в цілому. Південному родовищу присвячено декілька публікацій у відкритій пресі [3–7]. Характерно, що у всіх роботах, що згадуються, обґрунтовується постпегматитовий вік уранового зруденіння і його зв'язок з накладеними на пегматити окварцюванням і калішпатизацією, що дозволило віднести родовище Південне, як і інші об'єкти розглянутого типу, до кремене-калієвої, урано-калієвої формації [3, 6].

Послідовність процесів рудоутворення Південного родовища наступна.

1) *Дорудний етап*: а) утворення пегматитів пегматоїдних гранітів із сингенетичним цирконом, монацитом, ортитом, іноді уранінітом [3, 5]; б) перекристалізація пегматитів з утворенням крупнолускатого, гніздово-прожилкового біотиту, що містить включення рідкісноземельних мінералів і уранініту [3, 6].

2) *Рудний етап*: а) зональні ореоли калієвих метасоматитів з урановою і рідкісноземельною мінералізацією [4, 5]; б) піроксен-біотит-польовошпатові, піроксен-кварцові, кварцові метасоматити з прожилково-вкрапленим уранінітом, цирколітом, що асоціюють з молібденітом [3, 7]; в) зони окварцювання, кварцові жили з торогумітом, самородним вісмутом, лелінгітом, галенітом, халькопіритом і уранінітом, який псевдоморфно розвивається по ранніх рідкісноземельних мінералах [3, 7].

3) *Пострудний етап*: а) карбонатні, карбонат-флюорит-апатитові жили з арсенопіритом, сфалеритом; б) уранові черні, гідронастуран, уранофан, кофінит [3, 5, 7].

Щодо природи рудного процесу в поглядах дослідників існують серйозні розбіжності. В.А.Крупенніков відносить описувані родовища до типових гідротермальних з розвитком процесу рудоутворення як по пегматитах, так і по вміщуючих бластомилонітах, бластокатаклазитах і навіть гнейсах [5]. А.І.Тишкун розглядає процес рудоутворення як перехідний від пегматитового до гідротермального [7]. Н.Ф.Сиродоев вважає рудний процес аутометасоматичним, що протікав усередині пегматитових тіл при додатковому привнесенні рудної речовини з перекристалізацією ранньої радіоактивної й рідкісноземельної мінералізації [6].

Правомірність останньої позиції підтверджують численні визначення ізотопного віку уранініту (1,9–2,0 млрд років),

що практично збігається з віком вміщуючих гранітів і пегматитів [5, 7]. Район розвитку рудних пегматитів і гранітів у басейні Росі є менш вивченим. Тут на площі близько 100 км², що тягнеться вздовж однієї із субмеридіональних гілок Аннівсько-Звенигородської зони, виявлено більше сотні радіометричних аномалій і декілька десятків проявів рідкісноземельно-торій-уранової мінералізації.

Вміщуючі породи представлено гранітоїдами кіровоградського комплексу, кристалосланцями і гнейсами росинсько-тикицької серії неоархею. Ступінь метаморфізму супракрусталічних порід відповідає амфіболітовій фації.

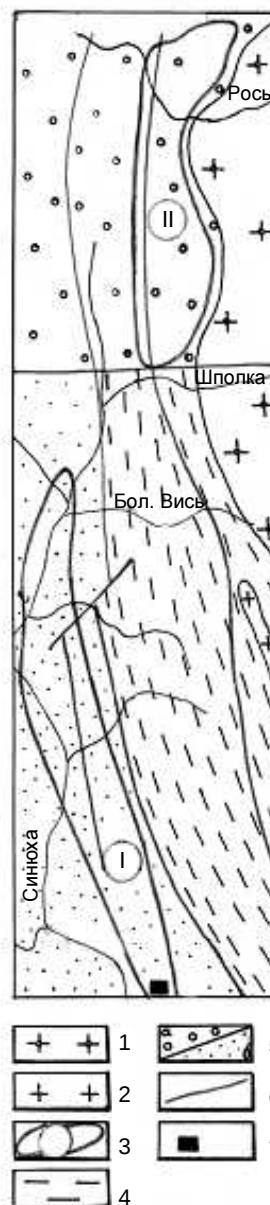


Рис. 1. Схема розвитку рідкісноземельно-торій-уранових, урано-торієвих пегматитів і гранітів у центральній частині УЩ: 1 – Корсунь-Новомиргородський плутон рапаків й основних порід; 2 – Березівський гранітний масив; 3 – райони розвитку рідкісноземельно-торій-уранових, урано-торієвих пегматитів і гранітів: лівобережжя Південного Бугу – Синюха (I) і басейн Росі (II); 4 – протерозойські рухливі пояси; 5 – архейські кратони й області їхньої більш пізньої тектоно-термальної переробки: Росинсько-Тикицька (а) і Дністровсько-Бузька (б); 6 – розривні структури; 7 – родовище Південне

Область поширення порід росинсько-тікицької серії обмежується з півдня широтним Шполянським розломом. Південніше останнього, у блоці, що відноситься до протерозойського рухливого поясу, кількість рудних пегматитів і гранітів різко скорочується.

За морфологічними особливостями і рудним навантаженням виділяються чотири різновиди гранітоїдів: 1) рудні пегматити і пегматоїдні граніти; 2) рудні граніти; 3, 4) їхні слаборудні й безрудні аналоги. Рудні пегматити і рудні граніти найчастіше складають дайки, дайкоподібні тіла, що утворюють нечітко виражені пояси і "смуги". Ширина таких "смуг" досягає 700–1000 м. Кількість дайок усередині смуг – декілька десятків. Потужність окремих дайок коливається від перших сантиметрів до декількох десятків метрів. Потужність рудних інтервалів усередині дайок зазвичай перевищує 1,5–2,0 м. Домінуючою морфологічною формою безрудних пегматитів, також як і їхніх рудних аналогів, є дайко- і жиллоподібна. Що стосується безрудних гранітів, то останні, крім дайок, складають дрібні (декілька квадратних кілометрів) масиви, що мають видовжену форму, витягнуту згідно із загальним субмеридіональним орієнтуванням вміщуючої товщі.

Кожен із зазначених різновидів має чітко виявлені петрохімічні особливості (див. таблицю). Рудні пегматити і рудні граніти відносяться до порід з невитриманим вмістом K_2O і SiO_2 . Поля мінливості вмісту обох різновидів на трикутнику Аб–Кв–Кпш витягнуті вбік калієвої вершини, так що точки їхнього середнього складу, зміщені вбік калішпату, проєктуються поза областю теоретичних гранітних розплавів (рис. 2). Для рудних пегматитів, крім калію, має місце різке збагачення окремих проб кремнеземом, що визначає зсув поля мінливості складу описуваних порід не тільки вбік калішпату, а й кварцу.

Рудні граніти характеризуються досить стійким вмістом кремнезему, тому їхнє поле в напрямку до кварцової вершини не виходить за межі області теоретичних гранітних розплавів. Тобто найістотніше викривлення хімічного складу рудних пегматитів і гранітів відбувається в першу чергу за рахунок калію. Імовірно, останній має "надефектну" природу, і його підвищений

вміст пов'язаний з процесом калієвого метасоматозу, що протікав на заключних стадіях пегматито- і гранітоутворення. Швидше за все, що в ході цього ж процесу відбувалося утворення радіоактивних (уранініт, торит, торогуміт) і рідкісноземельних (монацит, ортит, апатит, циркон, іноді цералит) мінералів. На справедливості такого твердження вказує пряма кореляційна залежність між K_2O-U і K_2O-Th (рис. 3). Тобто рудний процес у басейні Росі, як і в межах родовища Південного, має постгранітний, постпегматитовий характер і зв'язаний з хвилею калієвого метасоматозу, що накладається у першу чергу на дайки і дайкоподібні тіла пегматитів і гранітів. Але за інтенсивного прояву калішпатизації більш пізні складові рудної стадії (піроксен-кварцові, кварцові метасоматити і кварцові жили з уранінітом, рідкісноземельними мінералами, молібденітом, самородним вісмутом, льолінгітом, галенітом, халькопіритом) виявилися тут слабо вираженими, на що вказує менш різноманітний порівняно з родовищем Південним набір радіоактивних і рідкісноземельних мінералів, а також украй рідкісні знахідки молібденіту, відсутність самородного вісмуту і сульфідів.

Сказане вище відповідає геохімічним особливостям описуваних порід, в яких цілком відсутній As, при дуже рідкісних аномаліях Bi, Mo та їх середньому вмісті, близькому до кларків гранітоїдів. Геохімічна спеціалізація описуваних порід визначається U, Th, РЗЕ при кларковому і нижче кларкового вмісті рідкісних елементів (Be, Sn, Nb, Li).

Безрудні граніти і пегматити порівняно з рудними аналогами є більш кремнеземистими, але менш калієвими (див. таблицю). Поля їхнього складу витягнуті вздовж котектичних ліній субпаралельно альбіт-калішпатовій основі трикутника (рис. 2). Обидві безрудні відміни відносно стабільні за вмістом кремнезему. Кількість калію в них мінлива, але розкид вмісту значно менший, ніж у гранітоїдах двох попередніх груп, так що склад навіть "самих калієвих" з них на трикутнику Аб–Кпш–Кв не виходить за межі області теоретичних гранітних розплавів.

Хімічний склад гранітоїдів

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	ППП	Сума	CO_2	$U \cdot 10^{-4}$	$Th \cdot 10^{-4}$
1. Пегматити і пегматоїдні граніти рудні															
71,77(7)	0,15	14,36	0,82	0,51	0,45	0,82	3,02	6,74	0,13	0,03	0,67	99,4	0,07	125	89
65,80-	0,02 –	12,42-	0,38-	0,14-	0,13-	0,48-	2,32-	5,47-	0,01-	сл-	0,34-	99,67-	сл-	41-243	28-320
76,66	0,64	15,81	1,81	2,80	1,02	1,26	3,67	9,37	0,48	0,12	1,17	100,40	0,16		
2. Граніти рудні															
71,62(7)	0,08	15,15	0,36	0,95	0,35	0,83	3,35	6,34	0,28	сл,	0,77	100,08	0,08	136	31
65,85-	0,01 –	14,36-	0,10-	0,54-	0,17-	0,54-	3,05-	4,80-	0,16-		0,48-	99,50-	сл-	42-426	6-88
74,08	0,17	16,77	0,77	1,94	0,78	1,10	3,75	7,53	0,85		1,10	100,40	0,22		
3. Пегматити і пегматоїдні граніти безрудні															
74,29(6)	0,10	13,97	0,29	0,76	0,44	0,64	3,39	5,30	0,11	0,07	0,63	99,99	0,07	12	10
72,18-	0,05 –	12,02-	0,15-	0,46-	0,21-	0,24-	2,32-	5,00-	0,04-	сл-	0,29-	99,93-	сл-	3-23	2-15
76,91	0,20	14,88	0,68	1,62	0,82	1,13	3,62	6,57	0,19	0,33	1,02	100,45	0,25		
4. Граніти безрудні															
73,88(18)	0,12	14,02	0,24	1,03	0,35	0,82	3,51	5,34	0,14	сл,	0,65	100,10	0,07	10	18
72,10-	0,03 –	13,04-	0,13-	0,57-	0,13-	0,36-	2,97-	4,27-	0,09-		0,36-	99,70-	сл,-	3-	3-
75,16	0,49	14,66	0,41	1,90	0,69	1,56	4,05	6,00	0,27		0,96	100,44	0,16	20	48
5. Граніти Березівського масиву															
73,49(7)	0,19	14,38	0,32	1,46	0,34	1,14	3,27	4,93	0,13	сл,	0,32	99,97	0,06	125	89
71,58-	0,04 –	14,03-	0,22-	0,86-	0,09-	0,69-	2,90-	4,58-	0,06-		0,25-	99,59-	сл-	41-243	28-320
74,49	0,49	14,64	0,51	2,16	0,51	1,51	3,75	5,40	0,25		0,46	100,27	0,16		

Примітка: а) у чисельнику – середній вміст, у знаменнику – межі зміни вмісту, у дужках – кількість визначень; б) аналізи виконано в ЦЛ КП "Кіровогеологія"

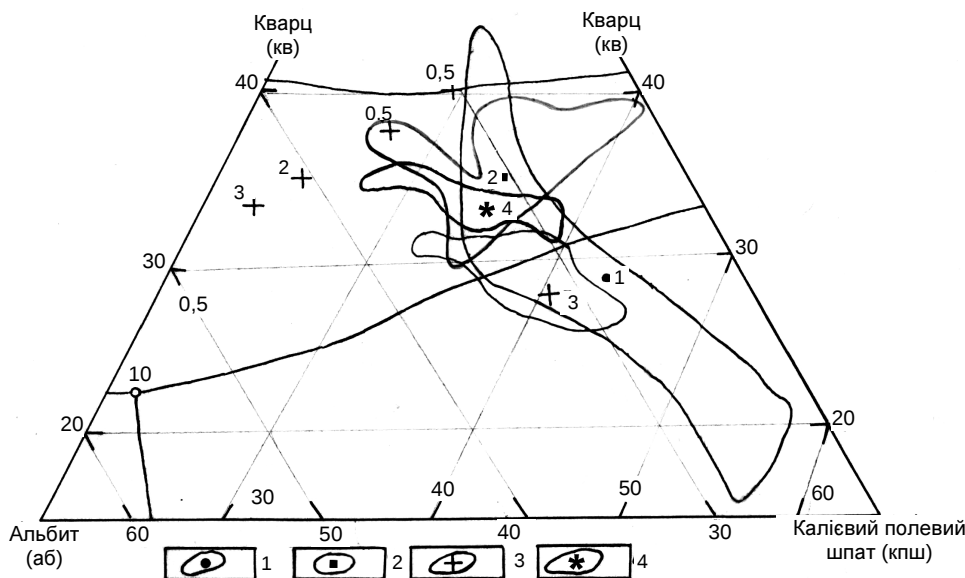


Рис. 2. Проекції полів мінливості складу гранітоїдів на діаграмі Аб–Кпш–Кв:
1 – рудні пегматити і пегматоїдні граніти; 2 – їхні безрудні аналоги; 3 – рудні граніти; 4 – їхні безрудні аналоги. Хрестики відповідають котектичним мінімумам при $P_{H_2O} = 0,5, 1, 2$ і 3 кбар; коло – затрійними евтектиками при $P_{H_2O} = 5$ і 10 кбар

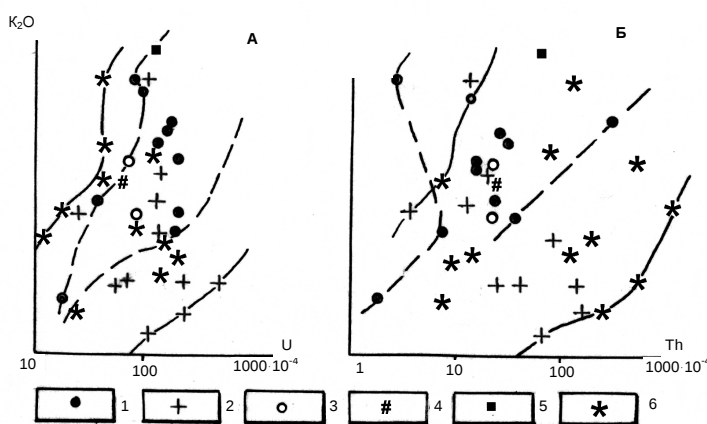


Рис. 3. Залежність вмісту U-K₂O (А) і Th-K₂O (Б):
1 – уранітвмісні пегматити; 2 – такі ж граніти; 3 – ураніт- і торитвмісні пегматити; 4 – такі ж граніти;
5 – торитвмісні пегматити; 6 – такі ж граніти

З акцесорних мінералів безрудні граніти і пегматити містять монацит, апатит, циркон, в окремих випадках ураніт. Геохімічна спеціалізація в описуваних породах виражена слабо, іноді вони мають підвищений вміст La, Th, U. Вміст рідкісних елементів, як і в рудних різновидах, залишається при цьому на рівні субкларкових значень.

У цілому безрудні граніти і пегматити близькі до рудних аналогів, відрізняючись від останніх зниженою роллю калію, рідкісноземельних і радіоактивних елементів.

На закінчення варто зупинитися ще на одній особливості гранітоїдів басейну Росі. Основність описуваних порід невисока. У таблиці для порівняння наведено середній склад гранітів Березівського масиву (рис. 1), утворення якого є типовими представниками регіонально розвинутого кировоградського комплексу. Порівняно з березівськими відмінами граніти басейну Росі мають не тільки менший вміст заліза, кальцію, але й помітно вищі концентрації калію. Сказане стосується як рудних, так і безрудних відмін, з чого можна зробити висновок, що хвиля калієвого метасоматозу захоплювала в басейні Росі всі типи гранітоїдів. При цьому його інтенсив-

ність зростала в ряді від безрудних пегматитів і гранітів до їхніх рудних аналогів.

1. Гинзбург А.И., Родионов Г.Г. О глубинах формирования гранитных пегматитов // Геология рудных месторождений. – 1960. – № 1. – С.45-54.
2. Гинзбург А.И., Тимофеев И.Н., Фельдман Л.Г. Основы геологии гранитных пегматитов. – М., 1972.
3. Константинова М.Д. Урановорудные ассоциации в месторождениях калий-урановой формации // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. – К., 1995. – С.187-193.
4. Корнева Н.Г. Последовательность образования акцессорной урановой минерализации в калиевых метасоматитах докембрия // Геол. журн. – 1979. – № 5. – С.133-138.
5. Крупенников В.А. Месторождения областей тектоно-ультраметагенной активизации, образованные в процессе высокотемпературного калиевого метасоматоза и тесно связанные с ультраметаморфизмом и абиссальным гранитоидным магматизмом // Гидротермальные месторождения урана. – М., 1978. – С.85-100.
6. Сыродоев Н.Ф., Комаров А.Н., Казаков Л.Р. Месторождения калий-урановой формации // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. – К., 1995. – С.126-136.
7. Тишкин А.И., Тарханов А.В., Стрельцов В.А. Урановые месторождения древних щитов. – М., 1990. – 140с.
8. Ферсман А.Е. Пегматиты. Т.1. Гранитные пегматиты. – М.; Л., 1940.
9. Шавло С.Г., Кирилица С.И., Князев Г.И. Гранитные пегматиты Украины. – К., 1984.

Надійшла до редколегії 16.12.2003 р.