

УДК 553.493:552.322 + 553.061.12/.17(477)

**В. О. Сьомка, Б. Н. Іванов, О. М. Пономаренко, С. М. Бондаренко,  
Д. М. Щербак****Петрогеохімічні особливості рідкісноземельно-торій-уранових пегматитів центральної частини Українського щита і проблеми їх генезису**

TR-Th-U пегматити центральної частини Українського щита належать до одного формаційного типу незалежно від приналежності їх до різних геологічних комплексів: грануліто-гнейсового (Побузький район), апогранулітового (Північна площа) і амфіболіто-гнейсового (Шевченківсько-Березівський вал гранітизації (лінійно-втягнуті гранітоїдні утворення)). Характер TR-Th-U зруденіння та його поширення залежать: від віку та хімічного складу апліт-пегматоїдних гранітів, первинно спеціалізованих на U і Th, та ступеня їх еродованості; від літологічного складу вмісних порід; структурно-тектонічних чинників формування зруденіння.

**Вступ.** Гранітним пегматитам присвячена велика кількість геологічної літератури [24, 25, 3]. В останньому зі вказаних джерел всю сукупність пегматитів, відповідно до їх металоносності і глибини формування, поділено на чотири типи: 1 — малих глибин (кришталеносних); 2 — помірних глибин (рідкіснометалічних); 3 — великих глибин (слюдодосних); 4 — дуже великих глибин.

Металогенічна спеціалізація пегматитів останнього типу не завжди проявлена виразно. В окремих випадках вони представляють інтерес як керамічна сировина, а іноді мають рідкісноземельну спеціалізацію. Внаслідок цього з 1950–1960 рр. їх відносили до рідкісноземельної формації [2]. У пізніших роботах цю назву було відкинуто, оскільки пегматити даної групи лише іноді збагачені рідкісноземельними мінералами, а іноді не містять їх зовсім [3].

Подібні пегматити поширені на докембрійських щитах і простежуються в межах глибинних блоків, складених метаморфітами гранулітової, рідше — амфіболітової фацій та широко розвинутих в них ультраметаморфічними гранітами і мігматитами. Просторовий зв'язок з полями розвитку останніх та відсутність видимого зв'язку з конкретними гранітними інтрузіями дозволили деяким дослідникам віднести описувані пегматити до типу "пегматитів-мігматитів" [6, 15]. Власне, рідкісноземельні пегматити, що дали колись назву всій цій групі, окрім рідкісноземельної, містять уранову, торієву і молібденову мінералізацію. Тому подеколи їх вивчали як радіоактивні прояви на Українському щиті (УЩ) [5, 8, 18], в Алданському гірничопромисловому районі [1, 16], на Кольському п-ві [17], в районі оз. Шарлебуа (Канада) [7] і деяких інших регіонах земної кулі. Ці об'єкти зазвичай дрібні і нерівномірно розсіяні на значній території та мають такі спільні риси: просторовий зв'язок з посторогенними апліт-пегматоїдними калієвими гранітами, акцесорний характер бідних руд, представлених уранінітом і монацитом, вкраплений та прожилково-вкраплений характер багатих руд, в яких переважають мінерали U, Th, TR, Mo, Bi [22].

**Фактичний матеріал.** TR-Th-U пегматити та апліт-пегматоїдні граніти широко розповсюджені на території УЩ [25] в межах трьох регіонів: у лівобережній частині річок Південний Буг — Синюха (Побузький район); в басейні р. Рось (Північна площа) і в межиріччі річок Шполка — Сухий Ташлик (Шевченківсько-Березівський вал гранітизації (лінійно-втягнуті гранітоїдні утворення)) (рис. 1). Унікальність УЩ полягає і в тому, що TR-Th-U мінералізація проявлена не тільки в пегматитах, але й у просторово пов'язаних з ними апліт-пегматоїдних гранітах.

© В. О. Сьомка, Б. Н. Іванов, О. М. Пономаренко, С. М. Бондаренко, Д. М. Щербак, 2008

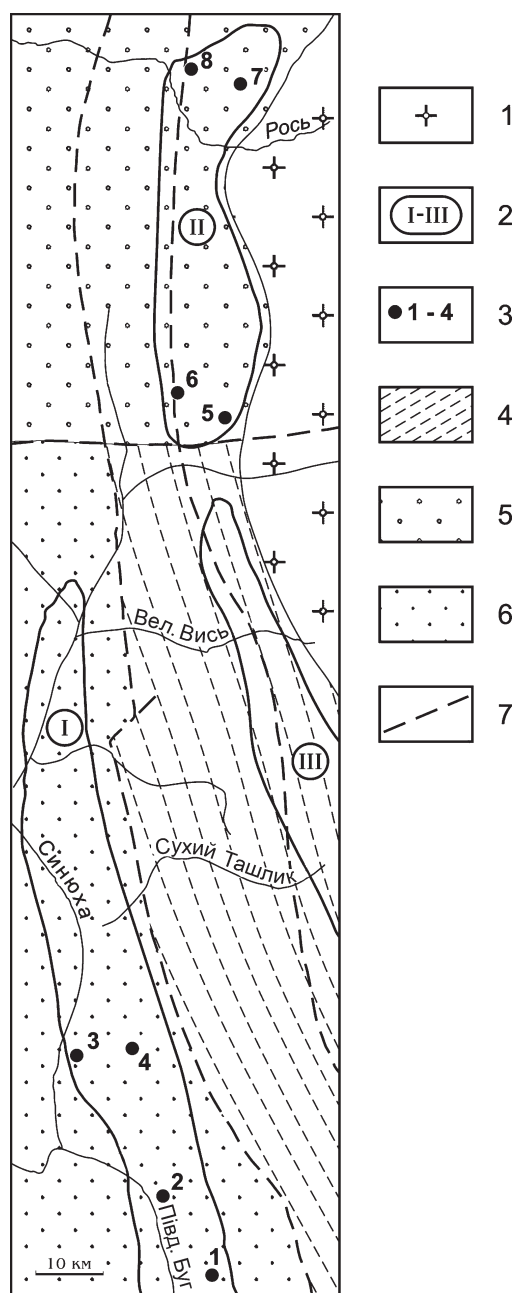
Рис. 1. Схема розміщення TR-Th-U гранітоїдів у центральній частині УЩ: 1 — Корсунь-Новомиргородський плутон; 2 — район розвитку TR-Th-U гранітоїдів (I — Побузький, II — Північна площа, III — Шевченківсько-Березівський вал гранітизації); 3 — родовища і рудопрояви Побузького району та Північної площі (I — Південне, 2 — Балка Корабельна; 3 — Лозуватка, 4 — Калинівка, 5 — Стецівка, 6 — Тарасівка, 7 — Ювілейне, 8 — Таганчанське); 4 — Інгульський мегаблок; 5 — Росинсько-Тикицький мегаблок; 6 — Дністровсько-Бузький мегаблок; 7 — розривні порушення

Перший з перерахованих районів — Побузький — розташований у східній периферійній частині Голованівської шовної структури і є найбільш добре вивченим. Він увійшов до літератури під назвою Побузького урановорудного району [5, 18]. Тут відомий один рудопрояр (Балка Корабельна) і три незначних TR-Th-U родовища (Південне, Калинівське, Лозуватське). Вмісні гнейси та кристалосланці на всіх цих об'єктах належать до дністровсько-бузької серії палеоархею (Південне родовище) та інгуло-інгулецької серії палеопротерозою (Калинівське і Лозуватське родовища) і метаморфізовані в гранулітовій фації.

Наймасштабнішим і добре вивченим є Південне родовище. Дослідники [11, 12, 14, 18, 22] указують на постпегматитовий вік уранового зруденіння і його зв'язок з накладеними процесами, у тому числі окварцюванням, біотитизацією та калішпатизацією, що дозволяє віднести це родовище, як і решту об'єктів Побузького району, до кремнієво-калієвої, калій-уранової формації [5, 18].

Послідовність процесів рудоутворення Південного родовища така: 1 — дорудні пегматити (звичайного типу); 2 — гіперстен-біотит-калішпатові метасоматити; 3 — кварцові жили; 4 — карбонатні, карбонат-флюоритові, апатит-флюорит-карбонатні прожилки [22].

Дорудні пегматити містять тонку вкрапленість акцесорних мінералів — циркону, монациту і уранініту. Рудні пегматити (гіперстен-біотит-калішпатові метасоматити) відрізняються від безрудних аналогів більш високим вмістом мікрокліну, біотиту і гіперстену. Серед рудних пегматитів Н. Г. Корнева [12] виділяє лейко- і меланократовий різновиди, в розташуванні яких відмічає слабку горизонтальну зональність. Лейкократові породи знаходяться у внутрішній зоні і складаються переважно з мікрокліну та кварцу (плагіоклаз, біотит, гіперстен — у підпорядкованій кількості). У зовнішній зоні розвинуті більш меланократові породи, складені гіперстеном, біотитом (мікроклін, плагіоклаз, кварц — у підпорядкованій кількості). Рудні мінерали обох зон представлені молібденітом, піритом, піроїном, халькопіритом, торитом, ураноторитом, цирконом, монацитом, ортитом, ксенотимом.



Таблиця 1. Хімічний склад гранітоїдів, ваг. %

Номер проби	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	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	В.п.п.	Сума	CO <sub>2</sub>	U·10 <sup>-4</sup>	Th·10 <sup>-4</sup>
1	73,31(2)	Сл.	14,21	0,24	0,61	0,49	1,45	2,90	6,00	0,29	0,25	99,75	Не визн.	Не визн.	Не визн.
1а	73,20-73,42	0,26	14,10-14,33	Сл.-0,47	0,52-0,71	0,43-0,54	1,44-1,46	2,70-3,10	5,60-6,41	0,27-0,31	0,20-0,30	99,72-100,07	" "	" "	" "
1б	71,92	0,31	14,39	0,97	0,97	0,35	1,10	1,95	7,77	0,06	0,02	99,76	" "	" "	" "
1в	71,84	0,22	12,76	1,26	2,73	1,18	1,58	1,93	5,08	0,14	0,72	99,53	0,13	450	" "
1г	66,11	0,31	13,82	1,37	3,44	1,56	2,16	2,35	7,59	0,80	0,63	100,05	Не визн.	" "	" "
1г	73,66(4)	0,31	14,06	0,87	1,03	0,39	0,89	3,06	5,40	0,15	0,68	100,34	Сл.	22	32
1г	72,28-75,00	0,17-0,39	13,42-14,58	0,45-1,45	0,72-1,18	0,21-0,51	0,68-1,11	1,78-3,45	4,60-6,35	0,01-0,37	0,30-1,19	100,1-103,9	Сл.	5-37	13-42
2	73,76(5)	0,11	14,36	0,21	1,02	0,36	0,72	3,60	5,04	0,11	0,69	99,98	Сл.-0,14	14	11
2	72,18-74,70	0,08-0,20	13,81-14,88	0,15-0,26	0,83-1,62	0,21-0,89	0,53-1,13	3,07-3,82	5,00-5,35	0,04-0,19	0,29-1,02	99,93-100,45	Сл.-0,16	4-23	< 2-15
2а	73,54(5)	0,07	13,91	0,69	0,57	0,41	0,79	3,18	5,96	0,07	0,60	99,79	0,08	89	34
2а	71,23-74,66	0,02-0,16	12,42-14,48	0,38-1,31	0,18-1,18	0,30-0,56	0,48-1,07	2,80-3,67	5,47-6,42	0,01-0,12	0,34-0,92	99,65-100,39	Сл.-0,16	41-148	28-54
2б	70,90	0,02	15,18	0,44	0,14	0,13	0,53	2,32	9,37	0,09	0,53	99,65	0,03	188	72
2в	63,80	0,64	15,81	1,81	2,80	1,02	1,26	2,85	8,00	0,48	1,17	99,64	0,1	243	380
2г	73,88(16)	0,12	14,02	0,24	1,03	0,35	0,82	3,51	5,34	0,14	0,65	100,10	0,07	21	31
2г	72,10-75,16	0,03-0,49	13,04-14,66	0,13-0,4	0,57-1,90	0,13-0,69	0,36-1,56	2,97-4,05	4,27-7,50	0,09-0,27	0,36-0,96	99,69-100,41	Сл.-0,16	6-30	4-48
2д	74,63(2)	0,08	14,22	0,12	0,79	0,30	0,84	3,70	4,81	0,12	0,68	100,29	0,15	234	35
2д	74,08-75,18	0,07-0,1	13,97-14,4	0,10-0,14	0,57-1,00	0,21-0,39	0,66-1,02	3,65-3,75	4,80-4,82	0,09-0,16	0,48-0,89	100,18-100,40	0,08-0,22	42-426	14-56
2е	70,42(5)	0,08	15,52	0,46	1,02	0,37	0,83	3,21	6,95	0,34	0,80	100,00	0,04	96	29
2е	65,85-73,09	0,01-0,10	14,34-16,77	0,20-0,74	0,43-1,94	0,09-0,78	0,42-1,80	3,05-3,65	6,25-7,50	0,09-0,85	0,67-1,10	99,49-100,32	Сл.-0,08	65-138	8-88
3	73,82(7)	0,08	13,77	0,21	0,74	0,16	0,49	2,92	6,98	0,12	0,22	99,51	0,09	3	8
3а	72,46-74,93	0,02-0,17	13,34-14,19	0,06-0,64	0,29-1,18	Сл.-0,51	0,10-0,79	2,25-3,82	5,00-8,33	0,08-0,18	0,10-0,43	99,29-100,25	Сл.-0,21	< 2-22	< 2-21
3а	73,36(3)	0,10	14,06	0,30	0,71	0,26	0,53	3,18	7,08	0,07	0,33	99,98	0,14	45	8
3а	71,02-75,72	0,08-0,13	13,03-14,71	0,05-0,30	0,10-1,19	0,22-0,35	0,32-0,75	2,75-3,68	6,25-8,50	0,06-0,08	0,05-0,55	99,35-100,18	0,07-0,20	20-110	2-14
3б	73,33(5)	0,25	14,29	0,23	1,29	0,32	0,98	3,24	5,35	0,17	0,49	99,94	0,03	8	23
3б	72,04-74,12	0,18-0,34	14,05-14,52	0,08-0,39	0,97-1,87	0,27-0,41	0,69-1,92	2,85-3,57	5,20-5,75	0,14-0,18	0,33-0,57	99,98-100,10	Сл.-0,15	6-10	6-43
3в	74,05(5)	0,17	13,96	0,31	1,24	0,40	1,02	3,24	4,97	0,13	0,41	99,90	0,10	32	13
3в	73,12-74,62	0,09-0,23	13,72-14,29	0,24-0,51	0,75-1,94	0,21-0,63	0,63-1,62	2,85-3,81	4,35-5,62	0,11-0,15	0,25-0,60	99,77-100,05	Сл.-0,15	24-54	4-34

Примітка. В чисельнику — середній вміст; в знаменнику — межі зміни вмісту; в дужках — кількість визначень. 1 — 1г — Побузький урановорудний район; 1 — пегматит звичайного типу, родовище Південне [21]; 1а — пегматит рудний, SO<sub>3</sub> — 0,17, H<sub>2</sub>O — 0,15, в протолощі — ураніт; уранофан, чернь, родовище Південне [21]; 1б — пегматит рудний, SO<sub>3</sub> — 0,17, Mo — 0,01 %, родовище Південне [12]; 1в — пегматит рудний, родовище Південне [12]; 1г — граніт звичайного типу, північна частина Вознесенського масиву; 2 — 2а — Північна площа, басейн р. Рось; 2 — пегматит звичайного типу; 2а, 2б, 2в — пегматит рудний; 2г — граніт звичайного типу; 2д, 2е — граніт рудний; 3 — 3в — Шевченківсько-Березівський вал гранітизації; 3 — пегматит звичайного типу; 3а — пегматит рудний; 3б — пегматит рудний; 3в — граніт рудний.

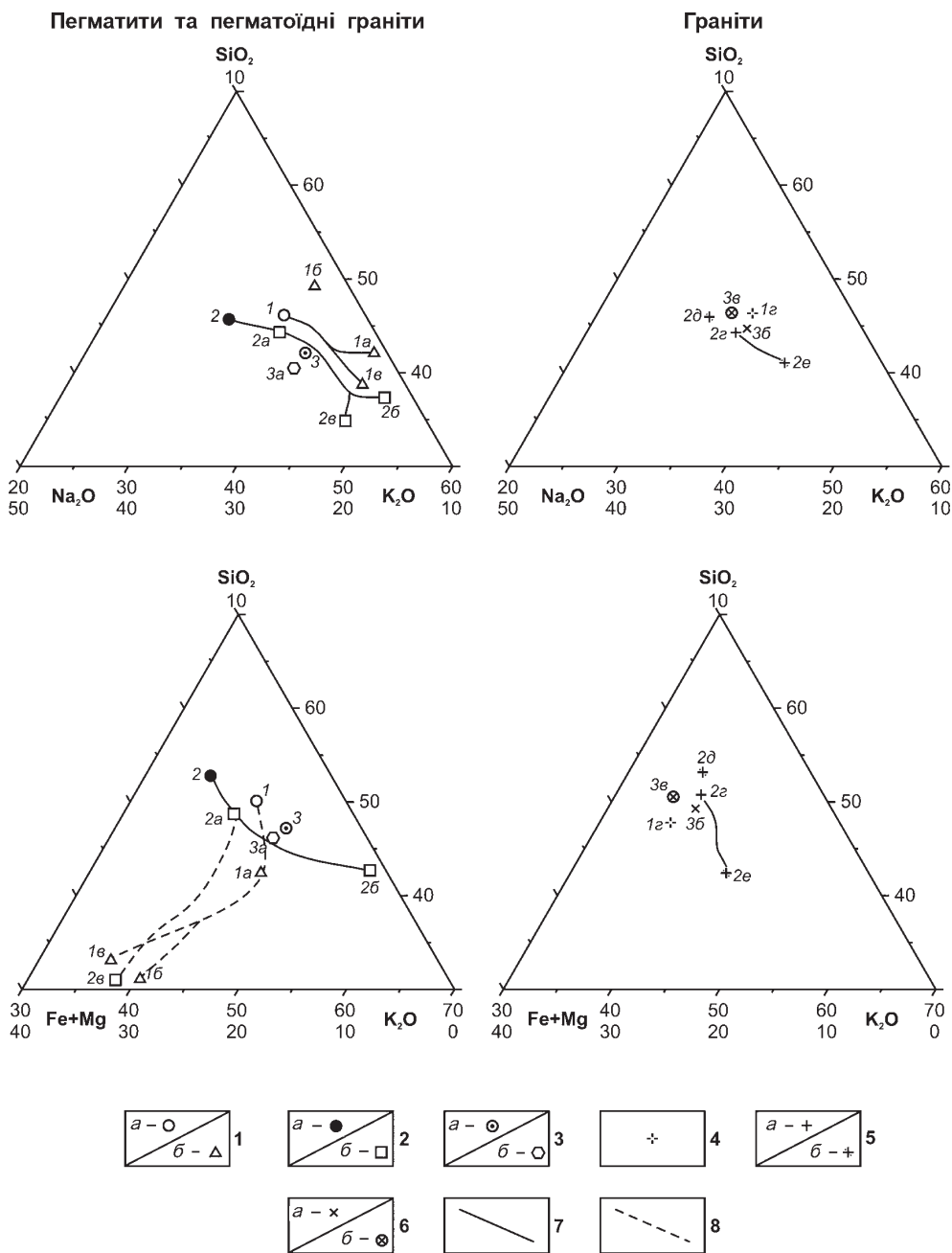


Рис. 2. Головні петрохімічні тенденції розвитку рудних процесів в TR-Th-U гранітоїдах: 1 – 3 — пегматити та апліт-пегматоїдні граніти: а — звичайного типу, б — рудні (1 — Побузький урановорудний район, 2 — Північна площа, 3 — Шевченківсько-Березівський вал гранітизації); 4 – 6 — граніти: а — звичайного типу, б — рудні (4 — Побузький урановорудний район, 5 — Північна площа, 6 — Шевченківсько-Березівський вал гранітизації); 7 — калієвий тренд; 8 — залізо-магнієвий тренд. Розшифровку номерів див. у табл. 1

Петрохімічні особливості гранітоїдів Південного родовища наведені в табл. 1. Слід зазначити, що безрудні пегматити за хімічним складом мало відрізняються від просторово зв'язаних з ними апліт-пегматоїдних гранітів північної частини Вознесенського масиву: перші є злегка більш калієвими і менш залізистими. Істотніші відмінності мають рудні та безрудні пегматити. У рудних різновидах яскраво проявлені дві тенденції: калієва і залізо-магнієва (рис. 2; табл. 1). Першу з них ілюструють проби 1, 1а, 1в, вона спричиняє утворення істотно калішпатових порід, аж до мікроклінів із вмістом мікрокліну до 80 %.

Таблиця 2. Геохімічні особливості Th-TR-U гранітоїдів (вміст елементів-домішок, г/т)

Номер визначення	Номер групи (за табл. 1)	U	Th	Mo	La	Y	Yb	Be	Li	Sn	Nb	Rb	Zr	Ti	Mn	V	Ba
1	1а, 1б, 1в	$\frac{300(2)}{67}$	$\frac{135}{6,0}$	$\frac{130}{87}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{35}{0,9}$	He визн.	$\frac{1,0}{0,3}$	He визн.	He визн.	He визн.	He визн.	$\frac{250}{1,2}$	$\frac{900}{0,5}$	$\frac{250}{0,5}$	$\frac{25}{0,4}$	$\frac{400}{0,6}$
2	—	$\frac{220(25)}{49}$	$\frac{550}{2,6}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{80}{2}$	$\frac{35}{0,9}$	7 2	$\frac{2}{0,6}$	$\frac{20}{0,2}$	$\frac{5}{1,0}$	9 0,5	"	$\frac{200}{1,0}$	$\frac{700}{0,4}$	$\frac{850}{1,6}$	$\frac{35}{0,5}$	$\frac{1200}{1,7}$
3	—	$\frac{11(46)}{2}$	$\frac{121}{6}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{210}{6}$	$\frac{30}{0,8}$	$\frac{2,5}{0,6}$	$\frac{3}{0,9}$	$\frac{30}{0,4}$	$\frac{1,5}{0,3}$	6 0,3	"	$\frac{230}{1,1}$	$\frac{3000}{1,5}$	$\frac{300}{1,5}$	$\frac{3,5}{0,5}$	$\frac{500}{0,7}$
4	2, 2г	$\frac{20(36)}{4}$	$\frac{25}{1,2}$	$\frac{2}{1,3}$	$\frac{55}{1,6}$	$\frac{23}{0,6}$	$\frac{1,6}{0,4}$	$\frac{3}{0,9}$	$\frac{16}{0,2}$	$\frac{2}{0,4}$	7 0,4	$\frac{150}{0,7}$	$\frac{220}{1,1}$	$\frac{1300}{0,7}$	$\frac{450}{0,8}$	$\frac{9}{0,1}$	$\frac{500}{0,7}$
5	2а, 2б, 2в, 2д, 2е	$\frac{136(36)}{30}$	$\frac{5,2}{2,5}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{40}{1,0}$	$\frac{1,7}{0,4}$	$\frac{3}{0,9}$	$\frac{16}{0,2}$	$\frac{2}{0,4}$	$\frac{8}{0,4}$	$\frac{150}{0,7}$	$\frac{225}{1,1}$	$\frac{2000}{1,0}$	$\frac{340}{0,6}$	$\frac{9}{0,1}$	$\frac{540}{0,8}$
6	3, 3б	$\frac{8(420)}{2}$	$\frac{10}{0,5}$	He зн.	He зн.	$\frac{9}{0,2}$	$\frac{1,0}{0,2}$	$\frac{2}{0,6}$	$\frac{13}{0,2}$	He	He	$\frac{100}{0,5}$	$\frac{120}{0,6}$	$\frac{1410}{0,7}$	$\frac{230}{0,4}$	$\frac{14}{0,2}$	$\frac{500}{0,7}$
7	3а, 3в	$\frac{40(48)}{9}$	$\frac{11}{0,5}$	$\frac{7}{4,7}$	$\frac{126}{3,6}$	$\frac{43}{1,0}$	$\frac{2,8}{0,7}$	$\frac{3}{0,9}$	He	$\frac{2}{0,4}$	"	He	$\frac{130}{0,6}$	$\frac{600}{0,3}$	$\frac{450}{0,8}$	$\frac{20}{0,3}$	$\frac{400}{0,6}$
Кларк за [23]		4,5	21	1,5	35	40	4	3,5	80	5	20	210	200	2000	540	70	700
Межі визначення		2,0	2,0	1,0	50	10	1	3	5	1	2	2	50	500	80	5	100

Примітка. В чисельнику — середній вміст; в знаменнику — кількість кларків; в дужках — кількість визначень. He зн. — елемент не знайдений, не визн. — елемент не визначали. 1 — пегматити рудні, в одиночних пробах Се — до 300, Рb — до 300, родошице Південне; 2 — пегматити рудні, середній вміст Рb — 350, Се — 200, в одиночних пробах Ві — до 200, родошице Калінське; 3 — пегматити рудні, в одиночних пробах Ві — до 300, Се — до 15, La — до 1500, Y — до 100, Рb — до 200, Мо — до 20, басейн р. Синюха; 4 — пегматити і граніти звичайного типу, Північна площа; 5 — пегматити і граніти рудні, в одиночних пробах Рb — до 80, Ві — до 30, Північна площа; 6 — пегматити і граніти звичайного типу, Шевченківсько-Березівський вал гранітизації; 7 — пегматити і граніти рудні, в одиночних пробах Y — до 400, Yb — до 100, Мо — до 50, Шевченківсько-Березівський вал гранітизації.

Залізо-магнієву тенденцію представляє ряд від 1 до 1a, 1b, 1v. Кінцеві члени цього ряду містять до 50 % біотиту і гіперстену. Ізотопний вік уранініту Південного родовища складає  $1900 \pm 100$  млн рр. [22]. Подібну цифру — 1900–2000 млн рр. — приводить В. А. Крупенников [14].

Аналогічний TR-Th-U генетичний тип рудної мінералізації мають Калинівське та Лозуватське родовища. Уранове зруденіння тут зустрічається в ендоконтакті пегматитів, що залягають субзгідно з графітвмісними амфібол-піроксен-біотитовими кристалосланцями та гнейсами палеопротерозойської інгуло-інгулецької серії. У процесі формування пегматитових жил відбуваються інтенсивні метасоматичні зміни вмісних гнейсів та кристалосланців і утворення рудоносних порід, які на безпосередньому контакті збагачені кумінгтонізованим ферогіперстеном (до 60 %), а на віддалених ділянках — біотитом, олігоклазом, мікрокліном (60–90 %) і кварцом. У шліфах зразків, відібраних з приконтактових метасоматитів Калинівського родовища, вміст породоутворювальних мінералів значно змінюється, %: ферогіперстен — 5–60, кумінгтоніт — 5–60, біотит — 2–20, мікроклін — 5–80, олігоклаз — 2–70, кварц — 3–70. Типоморфні рудні мінерали — уранініт (брегеріт), циркон, монацит, торит, молібденіт та самородний вісмут. Промислове значення в цих родовищах мають уран, молібден, торій та рідкісноземельні елементи. Уран-свинцевий вік уранініту Калинівського родовища складає  $1975 \pm 92$  млн рр. [20]. Таким чином, вік побузьких пегматитів можна вважати наближеним до 2000 млн рр., а їхня геохімічна спеціалізація визначена U, Th, Mo, La, Ce, Bi, Pb, Cu (табл. 2), пов'язаними з рідкісноземельними, радіоактивними і сульфідними мінералами. Цікаво, що вміст Y в рудних пегматитах Побужжя завжди нижчий за кларк для кислих порід, а Yb — вищий удвічі (пегматити Калинівського родовища).

Побузький урановорудний район не обмежений площею відомих зараз рудопроявів і родовищ, оскільки на північ від них, у басейні р. Синюха виявлені радіометричні аномалії і прояви мінералізації, пов'язані з дайками пегматитів у обрамленні куполів апліт-пегматоїдних гранітів. Вмісні породи представлені мігматитами, гранітами, гнейсами та кристалосланцями. Останні метаморфізовані в умовах гранулітової фації. Характерною особливістю цих пегматитів є підвищений вміст монациту, ксенотиму, ториту, рідше уранініту та молібденіту. Геохімічна спеціалізація описуваних порід визначена U, Th, Mo, La, Ce, Bi (табл. 2); вміст Y і Yb в них помітно нижчий за кларк для кислих порід. Тобто геохімічна спеціалізація пегматоїдів басейну р. Синюха майже не відрізняється від аналогічних порід Південного, Калинівського та Лозуватського родовищ.

Північна площа (басейн р. Рось) розташовується в полях розвитку метаморфічних порід росинсько-тікицької серії неоархею та гранітоїдів кіровоградського комплексу палеопротерозою. Метаморфічні породи (гнейси та амфіболіти) утворилися в умовах амфіболітової фації, що накладається на гранулітові парагенезиси [25]. Північна площа приурочена до зони глибинного Ядлівсько-Трахтемирівського розлому, що проходить в східній частині Росинсько-Тікицького блоку. На тектонічних схемах останніх років Ядлівсько-Трахтемирівська зона картується як північне продовження Голованівської шовної структури [5]. Є. Б. Глеваський називає її Ядлівсько-Трахтемирівсько-Голованівською шовною зоною [4]. Отже, не виключено, що обидва описувані райони (Північна площа та Побужжя) пов'язані з одним регіональним розломом, що простежується на багато сотень кілометрів через всю площу УЩ.

Апліт-пегматоїдні граніти та пегматити дуже поширені у межах Північної площі. Більше поширені пегматити, що у вигляді розрізнених дайок та дайкоподібних тіл пов'язані переважно з двома поясами у північній і південній частинах виділеної області (рис. 1). Північний пояс має довжину 22 км, південний — 18. Пегматити та апліт-пегматоїдні граніти усередині кожного з поясів виповнюють десятки дайок, розмір яких становить за довжиною від декількох метрів до 0,8–1,0 км, за потужністю — від перших сантиметрів до 20 м. Пегматити поділяються на безрудні (звичайного типу) і рудні відміни. З останніми пов'язана велика кількість радіометричних аномалій, вісім проявів і чотири рудопрояви. Рудні пегматити знаходяться серед безрудних відмін у вигляді зон та ділянок, що мають поступові переходи з вмісними породами (метабазитами, кристалосланцями та графітвмісними гнейсами). У

деяких малих дайках рудний процес спостерігається по всій потужності. Петрохімічна спеціалізація рудних пегматитів Північної площі, як і аналогічних порід Південного родовища, виражена калієвим і залізо-магнієвим трендами. Перший з них ілюструють проби від 2 до 2а, 2б, 2в. Крайні члени вказаного ряду мають істотно калішпатовий склад. Слід вказати, що в цій групі порід між вмістом U і K має місце пряма кореляційна залежність ( $r = +0,52$  за 5 %-го рівня значущості). Кореляція між K і Th проявлена значно слабше ( $r = +0,15$ ). Залізо-магнієвий тренд представлений рядом проб від 2 до 2а, 2в. Кінцеві члени цього ряду містять до 20–25 % біотиту. Рудна мінералізація описуваних порід представлена апатитом, цирконом, монацитом, ортитом, молібденітом, торитом, уранінітом. Тому геохімічна спеціалізація пегматитів визначена U, Th, Mo, La. Ізотопний вік рудних пегматитів Північної площі складає 2100 млн рр. [9], тобто наближений до віку уранінітів Побузького району.

Апліт-пегматоїдні граніти Північної площі складають декілька самостійних масивів, численні дайки та дайкоподібні тіла. Велика частина описуваних гранітів має фонову радіоактивність. У межах окремих дайок, а іноді всередині масивів, зустрічаються лейкократові істотно калішпатові ділянки. Форма їх подовжена, лінзоподібна, рідше неправильна. Контакти з вмісними гранітами поступові, розпливчаті. Потужність таких ділянок коливається від десятків сантиметрів до 2–4 м, довжина не перевищує декількох десятків метрів. З такими лейкократовими гранітами пов'язана велика кількість радіометричних аномалій і три прояви TR-Th-U мінералізації. Рудні граніти відрізняються від безрудних аналогів як підвищеним, так і зниженим вмістом  $K_2O$ . Калієву тенденцію ілюструють проби 2г і 2е. Випадок, коли рудні граніти містять меншу кількість  $K_2O$ , в порівнянні з безрудними аналогами, представлений рядом проб 2г, 2д. Тому кореляція між U і  $K_2O$  в цій групі порід проявлена слабо ( $r = +0,21$  за 5 %-го рівня значущості). Цікаво, що для ряду безрудний граніт — рудний граніт залізо-магнієва тенденція, властива пегматитам, не виражена. Рудна мінералізація гранітів Північної площі представлена апатитом, монацитом, цирконом, ксенотимом, ортитом, молібденітом, торитом, уранінітом. Тому геохімічна спеціалізація описуваних порід не відрізняється від спеціалізації рудних пегматитів і визначена U, Th, La, Mo.

Третій район розвитку рідкісноземельно-торій-уранових, уран-торієвих гранітів пов'язаний з Шевченківсько-Березівським валом гранітизації, що характеризується широким розвитком купольних структур, ядра яких складають масиви гранітів і мігматитів кіровоградсько-житомирського комплексу, а периферію — гнейси, що утворилися в умовах амфіболітової фації [10]. Окрім масивів, граніти утворюють чисельні дайки, що простежуються у вигляді нечітко проявлених поясів. У їхніх межах, разом з гранітами, часто зустрічаються пегматити та апліт-пегматоїдні граніти. Радіоактивна і рідкісноземельна мінералізація, в порівнянні з Побузьким районом та Північною площею, розвинута тут менше. З її проявами пов'язані радіометричні аномалії. Всі вони зумовлені присутністю апатиту, циркону, монациту, а в окремих випадках ксенотиму та уранініту, інколи — молібденіту. Геохімічна спеціалізація гранітів і пегматитів Шевченківсько-Березівського валу гранітизації визначена U, La, Mo, Y, Yb, тими ж елементами, що і для гранітоїдів Побузького району та Північної площі.

За хімічним складом рудні і безрудні різновиди пегматитів практично не розрізняються: середній склад (проби 3, 3а і 3б, 3в) практично однаковий (рис. 2). Більше того, вміст  $K_2O$  під час переходу від рудних до безрудних пегматитів і гранітів залишається на одному рівні або навіть знижується. Тому в описуваних породах відсутня кореляція між U, Th і K. Не виявлена в них так само і залізо-магнієва тенденція.

Все це дозволяє вважати акцесорну мінералізацію гранітоїдів Шевченківсько-Березівського гранітизаційного валу сингенетичною, тобто не пов'язаною з більш пізнім етапом формування описуваних порід. Процес граніто- і пегматитоутворення протікав в цій частині площі 2000–2100 млн рр. тому [26].

**Обговорення фактичного матеріалу та висновки.** 1. TR-Th-U гранітоїди центральної частини УЩ належать до одного формаційного типу незалежно від їхньої приуроченості до різних геологічних комплексів: грануліто-гнейсового (Побузький район), апогрануліто-

вого (Північна площа) і амфіболіто-гнейсового (Шевченківсько-Березівський вал гранітизації). На формаційну єдність цієї сукупності вказують декілька чинників.

По-перше, близький ізотопний вік гранітоїдів в різних геологічних структурах, що складає 2000–2100 млн рр.

По-друге, однотипний набір рідкісноземельних та радіоактивних мінералів, серед яких типоморфними є монацит, уранініт, ксенотим, циркон, торит, апатит, молібденіт, самородний вісмут.

По-третє, геохімічна спеціалізація гранітоїдів у всіх розглянутих геологічних структурах має однакову геохімічну спрямованість, що зумовлена наявністю U, Th, Mo, La, Ce, Zr, Bi. Вміст Y у всіх різновидах гранітоїдів нижчий за кларковий для кислих порід, а підвищений вміст Yb має місце тільки в пегматитах Калинівського родовища. Окрім цього, всі описувані гранітоїди мають понижений вміст рідкісних елементів (Be, Sn, Li, Rb, Nb). Подібні негативні аномалії встановлені в аналогічних породах інших частин УЩ [25]. Взагалі, понижений (докларковий) вміст рідкісних металів є характерною ознакою пегматитів, утворених на значній глибині [2].

По-четверте, процеси рудоутворення відбувались на всіх об'єктах приблизно за однією схемою. Початкові стадії цього процесу представлені тонковкрапленою акцесорною мінералізацією пегматитів та гранітів звичайного типу. В гранітоїдах Шевченківсько-Березівського валу гранітизації це єдиний тип рудного процесу. В гранітах і пегматитах Побузького району та Північної площі додатково виявляються метасоматичні стадії калієвої та залізо-магнієвої спрямованості. З першою з них пов'язано утворення істотно калішпатових порід, аж до мікроклінів, з другою — залізо-магнієвих метасоматитів в дайках пегматитів, що залягають серед метабазитів, графітвмісних та карбонатних порід. Унаслідок цього утворюються апопегматитові метасоматити, кількість темнокольорових мінералів (біотит, гіперстен) в яких зростає до 50 % і більше. Рудна мінералізація, пов'язана з істотно калієвими і залізо-магнієвими метасоматитами, порівняно з мінералізацією звичайних гранітів, апліт-пегматоїдних гранітів та пегматитів, завжди багатша і різноманітніша у кількісному відношенні.

2. Існує декілька точок зору щодо генезису TR-Th-U гранітоїдів УЩ. О. І. Стригін, В. М. Кобзарь, Л. Р. Козаков розвивають уявлення про гранітний (пегматитовий) розплав, що занурюється у гнейсову товщу на ультраметаморфічному та постультраметаморфічному етапах розвитку земної кори [5]. М. Ф. Сиродоев вважає процес рудоутворення автометасоматичним, таким, що протікає всередині пегматитових тіл в результаті додаткового привнесення рудної речовини і пов'язаний з перекристалізацією акцесорної радіоактивної та рідкісноземельної мінералізації [5, 18]. Друга точка зору видається більш універсальною і не заперечує утворення ранньої сингенетичної мінералізації в ході кристалізації гранітного (пегматитового) розплаву.

Агрегатний стан метасоматичних розчинів дослідники трактують по-різному: В. А. Крупенніков відносить їх до типових гідротерм, що захоплюють як самі пегматити і граніти, так і вмісні бластомілоніти, бластокатаклазити, рідше гнейси [14]; А. І. Тішкін розглядає процес рудоутворення як перехідний від пегматитового до гідротермального [22].

У геологічній літературі існує багато гіпотез щодо причин, що зумовили появу TR-Th-U пегматитів та гранітів. Одна з них — вплив вмісних порід. Наприклад, уранова мінералізація в районі оз. Шарлебуа (Канада) "приурочена до вузьких зон пегматитів, що розташовані серед карбонатних порід" [7]. Вплив карбонатних порід не виключений і під час формування рідкісноземельних пегматитів Алданського гірничопромислового району [1]. Хоча в останньому випадку є велика кількість полів рідкісноземельних пегматитів, локалізованих у товщі, позбавленій карбонатних утворень і складеній глиноземистими гнейсами з графітвмісними прошарками [16].

Рудні пегматити Побузького району тяжіють до товщі піроксен- та графітвмісних гнейсів, а найбагатше зруденіння спостерігається тут у метасоматитах на контакт з графітовими гнейсами [11, 18].

На наш погляд, пегматити Шевченківсько-Березівського району є типовими пегмати-



тами чистої лінії, за О. Є. Ферсманом [24]. Вони залягають переважно в апікальних частинах слабоеродованих граніто-гнейсових куполів, як правило, серед вмісних порід, близьких за хімічним складом, а саме: серед мігматитів, біотитових гнейсів і кристалосланців, метаморфізованих в амфіболітовій фації. Їхній речовинний склад подібний до складу гранітів, час кристалізації нетривалий, тому мінерали U і Th у них формуються як акцесорні.

Пегматити Побузького району і Північної площі є типовими пегматитами лінії схрещення. Ці пегматити кристалізувались на більшій глибині (у гранулітовій та апогранулітовій амфіболітовій фації), а вмісні породи представлені метабазитами, графітвмісними гнейсами і карбонатними породами, що характеризуються високим відновлювальним потенціалом. У результаті тривалої взаємодії гранітного розплаву з цими породами проходить десилікація пегматитів і збагачення ендоконтактних частин Ca, Fe і Mg (гіперстенбіотитові метасоматити), а також U, Th та іншими компонентами, що первинно накопичувались в органогенних відкладах (графітових гнейсах).

Виникає питання — чи можуть утворюватись пегматити схрещення за меншого значення глибини. Звичайно так, адже останніми роками відкритий уран-торієвий рудопроєв на Волинському мегаблоці УЩ [20]. Кремнієво-калієві метасоматити і пегматити з контрастним U, Th, Mo, Ві зруденінням залягають серед метабазитів, графітвмісних гнейсів та карбонатних порід кочерівської світи, метаморфізованої в умовах епідот-амфіболітової фації.

Таким чином, характер TR-Th-U зруденіння та його поширення в пегматитах докембрію УЩ залежить: від віку та хімічного складу апліт-пегматоїдних гранітів, первинно спеціалізованих на U-Th, та ступеня їх еродованості; від літологічного складу вмісних порід; від структурно-тектонічних чинників формування зруденіння.

1. Бушев А. Г., Коплус А. В. Редкоземельные пегматиты гранулитовой фации метаморфизма // Сов. геология. — 1978. — № 10. — С. 43–55.
2. Гинзбург А. И., Родионов Г. Г. О глубинах формирования гранитных пегматитов // Геология руд. месторождений. — 1960. — № 1. — С. 45–54.
3. Гинзбург А. И., Тимофеев И. Н., Фельдман Л. Г. Основы геологии гранитных пегматитов. — М.: Недра, 1972. — 296 с.
4. Глевасский Е. Б. Решение некоторых проблем петрологии и стратиграфии докембрия Украинского щита с позиции плитотектоники // Мінерал. журн. — 2005. — 27, № 3. — С. 57–66.
5. Гурский Д. С., Есипчук К. Е., Калинин В. И. и др. Металлические полезные ископаемые Украины. — Киев, 2005. — Т. I. — 783 с.
6. Дангев В. И., Липинская Т. А. Месторождения радиоактивного сырья. — М.: Недра, 1980. — 256 с.
7. Домарёв В. С. Геология урановых месторождений капиталистических стран. — М.: Геолтехиздат, 1956. — 272 с.
8. Иванов Б. Н. Рідкісноземельно-торій-уранові, урано-торієві пегматити і граніти центральної частини Українського щита та деякі проблеми їхнього походження // Вісн. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія. — 2004. — Вип. 31–32. — С. 85–88.
9. Коваль В. Б., Гостяева Н. В., Лазаренко Е. Е. Термобарохимические исследования условий формирования месторождений урана // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. — Киев: Наук. думка, 1995. — С. 216–237.
10. Комаров А. Н. Структура западной части Кировоградского блока // Геол. журн. — 1979. — 39, № 5. — С. 83–89.
11. Константинова М. Д. Урановорудные ассоциации в месторождениях калий-урановой формации // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. — Киев: Наук. думка, 1995. — С. 187–193.
12. Корнева Н. Г. Последовательность образования акцессорной урановой минерализации в калиевых метасоматитах докембрия // Мінерал. журн. — 1979. — 1, № 5. — С. 133–138.
13. Косухин О. Н., Бакуменко И. Т., Чулин В. П. Магматический этап формирования гранитных пегматитов. — Новосибирск: Наука, 1984. — 136 с.
14. Крупеников 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.: Недра, 1978. — С. 85–100.
15. Основные черты геохимии урана / Под ред. А. П. Виноградова. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 351 с.
16. Петлюк В. Н. Ураноносные докембрийские кремнещелочные метасоматиты центральной части Алданского щита и их промышленные перспективы: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — М., 1986. — 34 с.

17. Савицкий А. В., Громов А. Ю., Мельников Е. К. и др. Урановое оруденение Лицевского района на Кольском полуострове (Россия) // Геология руд. месторождений. — 1995. — № 5. — С. 403–426.
18. Сыродоев Н. Ф., Комаров А. Н., Козаков Л. Р. Месторождения калий-урановой формации // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. — Киев: Наук. думка, 1995. — С. 126–136.
19. Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Паталаха М. Є. та ін. Голово-структурні фактори локалізації благороднометалічної мінералізації в Кочерівській тектонічній зоні (Північно-Західний район Українського щита) // Мінерал. журн. — 2005. — 27, № 3. — С. 79–89.
20. Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Паталаха М. Є. та ін. Новий рудопрояв калий-уранової формации в Кочерівській тектонічній зоні (Північно-Західний район Українського щита) // Там же. — 2006. — 28, № 4. — С. 59–75.
21. Тишкин А. И., Стрельцов В. А. Особенности поведения урана в пегматитовом процессе // Очерки геохимии отдельных элементов. — М., 1973. — С. 146–161.
22. Тишкин А. И., Тарханов А. В., Стрельцов В. А. Урановые месторождения древних щитов. — М.: Недра, 1990. — 144 с.
23. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1 : 200000. — М.: ИМГРЭ, 2002. — 92 с.
24. Ферсман А. Е. Пегматиты. Т. 1. Гранитные пегматиты. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 712 с.
25. Шавло С. Г., Кирикилица С. И., Князев Г. И. Гранитные пегматиты Украины. — Киев: Наук. думка, 1984. — 264 с.
26. Щербаків І. Б. Петрологія Українського щита. — Львов: ЗУКЦ, 2005. — 364 с.

Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М. П. Семененка НАН України, Київ  
КП "Кіровгеологія", Київ

Надійшла 31.10.2007

*РЕЗЮМЕ.* TR-Th-U пегматити центральної частини Українського щита належать до одного формаційного типу незалежно від належності їх до різних геологічних комплексів: грануліт-гнейсовому (Побужський район), апогранулітовому (Северна площа) і амфіболіт-гнейсовому (Шевченківсько-Березівський вал гранітизації (лінійно-втягнуті гранітні утворення)). Характер TR-Th-U орудення і його розповсюдження залежать від віку і хімічного складу апліт-пегматоїдних гранітів, первинно спеціалізованих на U і Th, і ступеня їх еродованості; літологічного складу вмещаючих порід; від структурно-тектонічних факторів формування орудення.

*SUMMARY.* TR-Th-U pegmatites of the central part of the Ukrainian Shield belong to one formation type independent of their belonging to different geological complexes of granulite-gneissic (the Bug area), apogranulite (Northern area), and amphibolite-gneissic (Shevchenko-Bereziv granitization ridge (linearly elongated granitoid formations)). The character of TR-Th-U mineralization and its spreading depend on the age and chemical composition of aplite-pegmatoid granites, initially specialized in U and Th, and the degree of their erosion; they also depend of lithologic composition of the inclusive rocks; on structure-tectonic factors of mineralization formation.