

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО РОДОВИЩА УРАНУ

Б.Н. Іванов¹

М.О. Донський²

<https://orcid.org/0000-0002-3037-6346>

В.О. Сьомка²

<https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>

С.М. Бондаренко²

<https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

О.Б. Бондаренко²

¹ ПЗЕ №46, КП «Кіровгеологія»

55222, с. Підгородня, Первомайський р-н, Миколаївська обл., Україна

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

Геохімічні особливості Новокостянтинівського родовища визначені наявністю верхнього і нижнього рудних поверхів. Геохімічні аномалії альбітитів верхнього рудного поверху мають комплексний характер (уран, торій, лантан, ітрій, ітербій, ванадій, цирконій). Геохімічні аномалії альбітитів нижнього рудного поверху відрізняються монометалевою (урановою) спрямованістю з різко зниженим вмістом усіх супутніх елементів. Зміна комплексного характеру геохімічних аномалій на монометалевий із наростанням глибини є найсуттєвішою геохімічною особливістю Новокостянтинівського родовища.

Ключові слова: альбітит, акцесорний мінерал, геохімічна аномалія, геохімічний ореол, рудний поверх.

Вступ. Новокостянтинівське родовище, що входить до складу Центральноукраїнського урановорудного району, розташовано в північній частині Новоукраїнського гранітного масиву, поблизу контакту останнього з Корсунь-Новомиргородським плутоном гранітів рапаківі і основних порід. Граніти Новоукраїнського масиву на площі родовища представлені порфіроподібними біотитовими і граніт-біотитовими різновидами.

Лужні натрові метасоматити розвиваються по гранат-біотитових новоукраїнських гранітах, утворюючи стійкі видовжені (сотні метрів) ореоли. В їхній будові не завжди чітко проявлена горизонтальна зональність, коли навхрест простягання ореолів альбітитові «ядра» змінюються мікроклін-альбітитовими метасоматитами («сієнітами»). На відміну від останніх альбітити є одно-

польовошпатовими породами. Частка альбіту складає від 85 до 95 %. Решту займають кварц, карбонат, хлорит, епідот, актиноліт, рибекіт, егірін, біотит (флогопіт), гематит, магнетит, акцесорні й уранові мінерали. Промислове уранове зруденіння Новокостянтинівського родовища, як і всього Центральноукраїнського району, завжди пов'язане тільки з альбітитами.

Основні акцесорні мінерали альбітитів представлені цирконом, монацитом, апатитом, ксенотимом. Циркон є головним носієм цирконію описуваних порід. У самому мінералі, за даними М.С. Ходоровського, фіксується підвищений вміст Y (від 3000 до 1000, тут і далі г/т) з невисокою концентрацією Th (25—1000) [1, с. 277]. Вміст U сягає 1400—13000 [5, с. 95]. Не виключено, що частина альбітитового (забалансового) U може бути

пов'язана з цирконом. Те ж саме слід сказати і про Y і Yb. Збагачення уранвмісних цирконів рідкісноземельними елементами ітрієвої групи раніше відмітив В.В. Ляхович [4, с. 38]. На розподіл торію присутність циркону, мабуть, суттєво не впливає.

Монацит, на відміну від циркону, є менш поширеним мінералом. У монациті встановлено підвищену кількість Th від 2800—64500 [7] до 141400 [1, с. 278], тобто монацит може визначати наявність в альбітитах не тільки фосфору та легких лантаноїдів, але й торію.

Апатит — один із головних акцесорних мінералів альбітитів. Він уміщує в незначній кількості домішки U (6—40), Th (8—20) і Y (100—1200) [1, с. 277]. Н.В. Феоктістова вказує на підвищений вміст у ньому легких і проміжних лантаноїдів [8].

Ксенотим належить до малопоширених акцесоріїв. Його присутність у альбітитах підтверджує І.Г. Мінеєва [1, с. 153]. Можна припустити, що аномально високий вміст Y і Yb в альбітитах зумовлений ксенотимом.

Промислове уранове зруденіння пов'язане з двома інтервалами глибини: поверхня ерозійного зрізу — горизонт –600 м; горизонт –750 ÷ –1150 м. Це дало Н.І. Попову підстави виділити в межах Новокосянтинівського родовища верхній і нижній рудні поверхи [2, с. 360]. О.Ф. Чухрова цю ж особливість розглядала як один із елементів вертикальної зональності [9]. Уранове зруденіння формувалося під час альбітитової і пізнішої постальбітитової стадій. У ранню стадію виникали альбітити з дрібновокрапленим, прожилково-вокрапленим рядовим і бідним урановим зруденінням. Пізніша постальбітитова стадія пов'язана з вуглекислим, калій-вуглекислим метасоматозом, під час якого формувались магнетит-карбонат-флогопітові і карбонат-гематит-хлоритові альбітити, що відрізняються підвищеним вмістом не тільки калію та вуглекислоти, але й урану. Рудні метасоматити другої стадії найчастіше накладалися на рибекит-егіринові альбітити з рядовим урановим зруденінням і, скоріш за все, є продуктами його перетворення [1, с. 158].

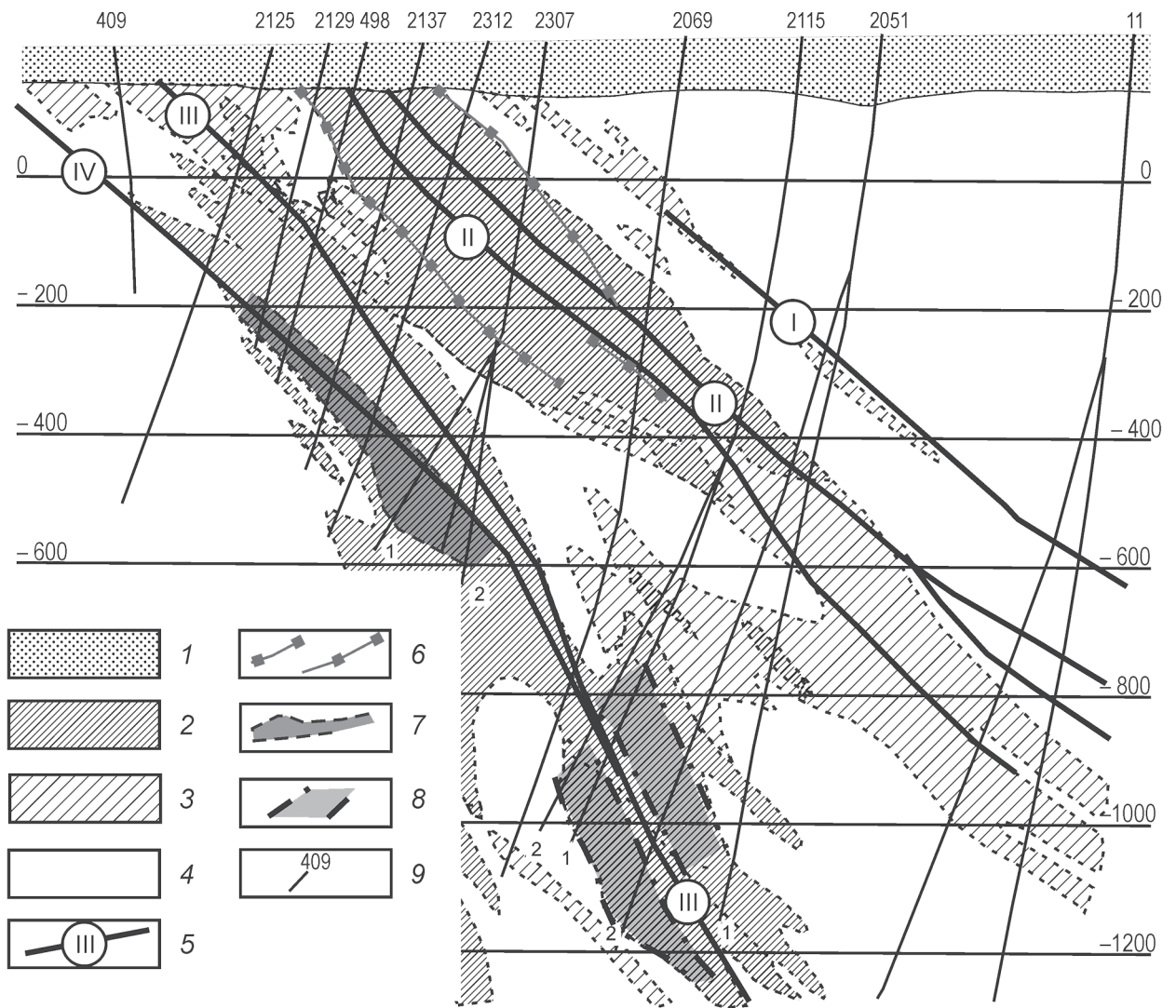
У структурному плані Новокосянтинівське родовище пов'язано з системою розломів меридіонального, північно-східного і північно-західного простягання. Серед них виділяються декілька генетичних груп, най-

більш ранні з яких представлені лінійними зонами бластомілонітів-бластокатаклазитів [3]. До структур наступної вікової групи належать зони мілонітів і катаклазитів. Крім ранніх тектонітів істотно поширені зони об'ємного катаклазу, приналежні до диз'юнктивів третьої вікової групи. Усі ці три групи тектонітів є древнішими за процес лужного метасоматозу і часто контролюють його розвиток.

Мета роботи — дослідження особливостей просторового розподілу радіоактивних і супутніх елементів в альбітитах залежно від глибини залягання та приуроченості їх до різних рудних поверхів на прикладі 35 розвідувального профілю Новокосянтинівського родовища.

Фактичний матеріал і результати робіт. У межах 35 розвідувального профілю альбітити перебудовані 30 похилими свердловинами, у 18 з них виконано металометричне опробування. Із кроком відбору 1—5 м із альбітитів відібрано 695 проб. У них визначено U, Th, CO₂ і 47 елементів відповідно люмінесцентним, рентгеноспектральним, хімічним і напівкількісним спектральним методами аналізу. Серед 47 елементів тільки Be, Sc, P, Ti, Nb, Ce, La, Y, Yb, V, Zn, Zr мають відношення до процесу лужного натрієвого метасоматозу. Унаслідок низької чутливості спектрального аналізу з подальшого розгляду довелося виключити Sc, P, Ti, Nb, Ce, хоча їх зв'язок із процесом альбітитоутворення не викликає сумнівів [1, 6].

Статистичні параметри альбітитів Новокосянтинівського родовища висвітлені в численних звітах. Нижче наведено один із найбільш представницьких розрахунків середнього (медіанного) вмісту в рудних альбітитах: U — 525, Th — 32, Be — 6, La — 40, Y — 25, Yb — 2, V — 50, Zn — 40, Zr — 340 (кількість визначень — 150, дані А.В. Репрінцевої). Найінформативнішими серед названих елементів, крім U, є Th, La, Y, Yb, V, Zr. Їх вміст коливається від субфонових величин до значень, що перевищують середні концентрації у десятки разів. Менш цікаві в цьому плані Be і Zn, кількість яких варіює незначно, залишаючись близькою до середніх показників. Тому з усієї сукупності геохімічних проб були вибрані аналізи з підвищеною (два фонових вмісти або більше) кількістю Th, La,



Геохімічні особливості альбітитів залежно від їх структурної приуроченості і глибини залягання в межах 35 розвідувального профілю Новокосянтинівського родовища: 1 — пухкі відклади і кора вивітрювання; 2 — альбітити; 3 — сієнітоподібні метасоматити («сієніти»); 4 — біотитові, гранат-біотитові порфіроподібні граніти; 5 — розломи (I — Сієніти, II — Східний, III — Січний, IV — Західний); 6–8 — приблизні контури геохімічних ореолів верхнього: 6 (La, Th, Y, U, Zr), 7 (Zr, Y, La, V, U, Th) і нижнього — 8 (U) рудних поверхів; 9 — розвідувальні свердловини і їхні номери, цифрами 1 і 2 позначені додаткові стовпи свердловин 2307, 2115 і 2051

Y, Yb, V, Zr. За фон взято їхній середній вміст у рудних альбітитах, вказаний вище. Виходячи з цього, величини подвійних фонів для кожного них склали: Th — 60, La — 80, Y — 50, Yb — 4, V — 100, Zr — 600. Загальна кількість таких «аномальних» проб у межах профілю 35 сягає 125. Тільки шість із них припадає на глибинну половину рудного об'єкта, інші 119 проб (94 %) виявилися пов'язаними з альбітитами верхньої частини родовища.

Ця частина, що охоплює глибину від поверхні ерозійного зрізу до горизонту –600 м, відповідає верхньому рудному поверху Н.І. Попова (рисунок). Уранове зруденіння

верхнього рудного поверху контролювали Східний і Західний розломи, представлені бластомілонітовими-бластокатаклазитовими і мілоніт-катаклазитовими лінійними швами, потужність яких сягала декількох десятків метрів. Уздовж них розвивались стрічкоподібні поклади альбітитів. На ділянках, де останні зазнавали передрудного катаклазу, відкладалися уранові руди. Зруденіння формувалось найчастіше під час ранньої (альбітитової) стадії уранового рудогенезу. Форма рудних тіл лінійна, сплюснена, з витриманою потужністю і сталими елементами залягання.

Геохімічні особливості альбітиту залежно від їх структурного положення і приуроченості до різних рудних поверхів

Номер свердловини	Номер проби	Інтервал опробування, м	U	Th	Ve	La	Y	Yb	V	Zn	Zr	CO ₂ %	Темноколірні мінерали	Вірогідні рудні і аксесорні мінерали
			г/т											
ВЕРХНІЙ РУДНИЙ ПОВЕРХ														
1. Аномальний ореол за падінням Східного розлому (La, Th, Y, U, Zr)														
2137	2	81,1–85	57	396	10	1000	1000	80	60	40	600	2,61	рб, гс	м, а, к, ц
	4	90–95	16	24	3	80	60	5	50	<30	300	0,80	гс	м, а, к
	12	122,6–127,6	25	26	3	80	40	1,5	50	<30	300	0,11	хл, ег	м, а
	13	127,6–133,2	30	21	4	80	30	1,5	50	30	300	0,34	хл, ег	м, а
	14	133,2–138,0	20	24	3	80	30	1,5	50	40	300	1,36	хл, ег	м, а
	22	172–172,9	18	32	4	200	15	1,5	60	<30	300	0,82	рб, ег	м, а
	34	226,0–231,0	52	35	4	80	15	1,5	50	40	200	1,76	рб, ег	м, а
	35	231,0–236,0	146	96	6	60	15	1,5	60	30	200	1,65	рб, ег	у, т
	36	236,0–237,9	150	198	10	80	30	2	150	60	300	0,88	рб, ег	у, т, а
2312	4	255,1–257,3	546	151	6	<50	50	3	100	100	500	н/виз	хл	у, т, к
	5	257,3–261,7	591	83	4	50	30	1,5	60	60	400	н/виз	хл	у, т
2069	74	509,7–512,4	150	22	4	50	50	4	80	30	6000	0,64	ег	у, ц
	75	512,4–516,1	255	20	5	100	60	3	60	30	3000	1,02	ег, рб	у, м, а, ц
	76	516,1–519,8	50	17	4	100	30	1,5	30	30	300	0,31	ег, рб	м, а
	78	525,0–530,5	80	40	5	150	30	1	30	<30	300	0,38	ег	м, а
2. Аномальний ореол за падінням Січного розлому (La, Th, Zr)														
2129	26	259,0–266,1	18	60	3	50	15	1	60	<30	300	0,32	хл	т
	30	266,1–262,4	6	118	3	150	15	1	100	40	300	0,10	хл	м, а
	32	268,0–272,3	6	12	10	60	15	1,5	400	<30	600	0,43	хл, рб	ц
	33	272,3–273,8	13	9	4	60	15	1,5	200	40	500	0,21	хл	
	35	278,8–281,9	30	23	4	80	10	1	100	<30	400	0,10	хл	м, а
	36	281,9–287,4	56	12	6	50	30	3	150	100	1000	0,43	хл	ц
	39	290,8–294,4	34	60	3	100	30	1,5	20	<30	300	0,21	хл	м, а
	44	307,3–312,0	10	72	4	100	10	<1	30	40	150	0,64	рб	м, а

3. Аномальний ореол за падінням Західного розлому (Zr, Y, V, U, Th)

2307-1	1	661,5–665,0	102	17	5	<50	40	1,5	100	80	600	н/виз	ег, рб	ц
	2	665,0–670,0	127	60	2	<50	40	1,5	100	80	400	н/виз	ег, рб	т
	3	670,0–673,3	95	58	2	50	60	2	100	50	600	н/виз	ег, рб	ц
	5	677,6–682,0	52	60	5	<50	30	2	100	80	400	н/виз	ег	т
	7	688,8–692,8	18	29	4	<50	40	3	200	50	600	н/виз	ег	ц
	9	698,0–701,8	25	30	5	<50	50	3	100	100	800	н/виз	рб, ег	ц
	10	701,8–707,0	50	64	5	<50	60	4	15	80	2000	н/виз	ег	т, ц
	11	707,0–711,0	214	80	3	50	60	5	80	60	1500	н/виз	ег	у, т, ц
	12	711,0–712,0	159	155	4	50	50	4	60	30	600	н/виз	ег	у, т, ц
	17	729,0–734,5	372	31	4	60	50	2	40	60	1500	н/виз	ег	у, ц
	19	738,3–744,5	1420	34	3	<50	30	3	40	100	600	н/виз	ег, фл	у, ц
2307-2	26	716,4–721,7	37	12	6	50	30	3	80	40	800	н/виз	ег	ц
	27	721,7–727,1	30	19	4	50	50	4	200	60	1000	н/виз	ег	ц
	28	727,1–733,0	30	41	5	<50	60	4	300	80	600	н/виз	ег	ц
	29	733,0–738,0	112	89	5	<50	150	10	200	60	2000	н/виз	рб, ег	т, ц
	30	738,0–741,7	77	37	3	80	80	6	150	40	2000	н/виз	ег	м, а, ц
	34	754,0–756,7	65	25	8	50	40	3	60	50	600	н/виз	рб, ег	ц

НИЖНІЙ РУДНИЙ ПОВЕРХ

4. Аномальний ореол навислому і лежачому боках Січного розлому (U)

2115-2	44	1126,0–1131,0	>150	51	8	60	50	8	40	30	200	0,74	хл	у, к
2115-1	31	988,0–993,0	1905	53	5	<50	50	2	40	40	300	0,20	фл, ег	у, к
	32	993,0–998,0	450	24	4	<50	30	2	40	80	400	4,49	фл, рб, ег	у
	33	998,0–1001,3	593	20	4	50	30	1,5	40	60	200	1,22	рб, ег	у
	35	1006,0–1011,0	319	30	10	<50	20	1,5	40	30	200	0,31	ег	у
	37	1014,0–1019,0	1818	30	4	<50	30	2	40	80	400	6,02	ег	у
	39	1024,0–1029,0	541	24	5	<50	20	2	40	30	300	2,45	ег	у
	41	1034,0–1039,0	1434	24	5	<50	20	2	50	40	200	1,53	фл, рб	у
	43	1044,0–1049,0	182	10	4	н/виз	15	1,5	15	<30	200	0,31	хл	у
	45	1054,0–1059,0	587	23	6	<50	20	1,5	40	30	200	0,51	ег	у

Номер свердловини	Номер проби	Інтервал опробування, м	U	Th	Ve	La	Y	Yb	V	Zn	Zr	CO ₂ %	Темноколірні мінерали	Вірогідні рудні і акцесорні мінерали	
															г/т
2115-1	47	1064,9–1070,0	273	26	8	<50	20	3	40	40	300	0,61	фл, ег	у	
	49	1075,0–1080,0	177	25	3	<50	20	2	30	30	200	0,41	фл, ег	у	
	51	1085,0–1090,0	264	21	5	<50	15	2	50	30	150	0,20	фл, ег	у	
	53	1095,0–1100,0	1261	23	6	<50	20	3	50	50	200	0,82	ег	у	
	55	1105,0–1110,0	714	16	15	н/влв	15	2	40	30	100	1,12	ег	у	
	57	1115,0–1120,0	1901	42	4	<50	50	4	60	50	200	1,63	хл, ег	у, к	
	59	1125,0–1130,0	257	39	4	<50	40	3	30	<30	150	1,22	хл, ег	у	
	61	1135,0–1140,0	276	28	6	50	40	3	40	50	200	0,41	фл, рб, ег	у	
	63	1145,0–1150,0	135	20	4	<50	30	2	20	<30	100	0,20	рб, ег		
	70	1180,0–1185,0	>150	54	5	80	40	2	20	40	200	0,92	фл, хл	у, м, а	
	71	1185,0–1190,0	618	59	4	60	40	2	30	50	300	0,51	фл, хл, рб	у	
	73	1195,0–1200,0	418	26	4	<50	30	1	30	30	200	0,20	фл, хл	у	
	75	1202,0–1207,0	2320	29	4	<50	15	1	40	30	300	1,38	фл, ег	у	
	76	1207,0–1212,0	36	42	5	80	30	1	30	40	200	1,02	ег	м, а	
	77	1212,0–1217,0	140	33	6	50	20	1	30	50	200	0,92	ег		
	2051-2	94	1222,0–1227,0	>150	81	8	60	40	2	40	40	150	0,51	ег	у, т

Примітка: CO₂ визначено хімічним методом, Th — рентгеноспектральним, U — методом полум'яної фотометрії (вміст до 150 г/т) і рентгеноспектральним (вміст >150 г/т), інші елементи — напівкількісним спектральним аналізом. Скорочення: н/виз — елемент не визначали, н/влв — елемент не виявлено, гс — гідролода, рб — рибекіт, фл — флогопіт, хл — хлорит, ег — егірін, а — апатит, к — ксенотим, м — монацит, т — торит, у — уранова мінералізація, ц — циркон (малакон). Напівгрубим шрифтом позначено вміст, що перевищує у альбігитах фонове значення для урану і два фонових значення — для інших елементів.

Альбітити верхнього рудного поверху мають виражену геохімічну спеціалізацію U, Th, La, Y, V, Zr (таблиця). Ці елементи утворюють три геохімічні ореоли, що розвиваються за падінням Східного, Січного і Західного розломів (див. рис.). Геохімічний ореол у районі Східного розлому охоплює апікальну частину родовища (поверхня ерозійного зрізу — горизонт –300 м). Альбітити мають тут змішаний хлорит-егіриновий, егірин-хлоритовий і егірин-рибекітовий склад. Їхню геохімічну спрямованість визначають La, Th, Y, U, Zr. Головними в цьому ряду є La, Th і Y. Зі сказаного можна зробити висновок, що геохімічна специфіка описуваного ореолу зумовлена рідкісноземельною (монацит, апатит, ксенотим), меншою мірою торієвою (торит) і урановою мінералізацією, з підпорядкованою роллю циркону. Кондиційне уранове зруденіння просторово часто співпадає з геохімічними аномаліями, що описуються, але іноді виходить за межі останніх.

Геохімічний ореол у районі Січного розлому (горизонт –100 м) приурочений до безрудних альбітитів переважно хлоритового складу. Набір геохімічних елементів, за винятком U, тут майже такий самий, як і у випадку альбітитів Східного розлому. Через незначні розміри цей ореол на рисунку не показаний.

Більш глибинний геохімічний ореол верхнього рудного поверху пов'язаний із Західним розломом (горизонти –200÷–600 м). Альбітити цього інтервалу глибини набувають відносно однорідного рибекіт-егіринового й егіринового складу. Геохімічну спрямованість ореолу визначають Zr, Y, V, U, Th. Ореол простежується за падінням Західного розлому на 450–500 м. Форма ореолу сигароподібна: його ширина збільшується згори донизу з 10 (св. 2129) до 80 м (св. 2312, 2307-1) і знову зменшується до 20–40 м (св. 2307, 2307-2). Домінують Zr і Y, безсумнівно зв'язаних з частиною альбітитового (забалансового) урану з цирконом, точніше з його уранвмісним різновидом — малаконом. Малакон є характерним мінералом для багатьох рудних об'єктів Центральноукраїнського району. Наприклад, у лежачому боку Ватутинського родовища відомий поклад малаконвмісних альбітитів. За рахунок цього структура, що контролює його, отримала назву Малаконового розлому. Підвищений і кондиційний вміст урану не-

рідко розвинуті у межах цирконієвого ореолу, іноді виходять за його межі. Це особливість просторового розташування кондиційного уранового зруденіння і геохімічних ореолів характерна також для альбітитів Східного розлому. Напевно, процеси уранового рудогенезу і формування акцесорної мінералізації розірвані в часі і безпосередньо не пов'язані між собою. Крім циркону в альбітитах Західного розлому можуть траплятися торит, монацит, апатит. Характерним елементом цих альбітитів є V, який найчастіше фіксується у вигляді домішки в лужних амфіболах і піроксенах [1].

Таким чином, геохімічні аномалії альбітитів верхнього рудного поверху мають комплексний характер, що змінюється від лантанового, торій-лантанового (монацит, апатит, торит) в апікальній частині родовища (Східний розлом) до торій-цирконієвого (циркон, малакон, торит) у глибшій частині рудного об'єкта (Західний розлом).

Найглибша частина Новокостянтинівського родовища (горизонти –750 ÷ –1150 м) відповідає нижньому рудному поверху, що приурочений до великого (250–300 м в поперечнику) тіла альбітитів. Припускається, що його поява обумовлена «збільшенням з глибиною обсягу порід, що зазнавали крихких деформацій до і в період формування натрієвих метасоматитів» [2, с. 358]. Вірогідно, що під крихкими деформаціями малися на увазі зони об'ємного катаклазу, а не лінійні розломи мілоніт-катаклазитового типу, поширення яких у межах нижнього рудного поверху є обмеженим. Альбітити стовпоподібного типу мають рибекіт-егіриновий, егіриновий склад, часто з хлоритом і флогопітом. Частка флогопітвмісних різновидів складає майже третину обсягу всіх лужних порід. Крім того, «глибинні» альбітити мають підвищений і більш сталий склад CO_2 за альбітити верхнього рудного поверху. Все це вказує на зв'язок описуваних метасоматитів і пов'язаного з ними уранового зруденіння з постальбітитовою калій-вуглецевою стадією уранового рудогенезу. Рудний контроль здійснювався в цьому випадку зонами об'ємного катаклазу, що розвивався в навислому і лежачому боках Січного розлому. Форма рудних тіл складна, неправильна, з різкими вклинюваннями за падінням і простяганням.

Геохімічна специфіка глибинної частини родовища ілюструється не комплексними

геохімічними ореолами, як описано вище, а монометалевою урановою аномалією, що розкрита свердловинами 2115-1, 2115-2 і 2051-2 (див. рис.). Справа в тому, що альбітиту нижнього рудного поверху мають різко знижену кількість усіх супутніх елементів. Як вже зазначено, підвищений (два фони і більше) вміст Th, La, Y, Yb трапляється тут тільки в шести пробах, причому в цих же пробах вміст V і Zr, як у всіх «глибинних» альбітитах, завжди нижчий від фонових величин (див. табл.). З таблиці також чітко видно, що головним елементом, який визначає геохімічну спеціалізацію нижнього рудного поверху, є U. Вміст Th в «глибинних» альбітитах коливається у вузьких межах, і лише одного разу сягає 81 г/т. Причому будь-яка кореляція між U і Th тут відсутня. Судячи з незначних і рідкісних підвищень вмісту Th, La, Y, торієва і рідкісноземельна мінералізація не відіграє суттєвої ролі. Що стосується V і Zr, то їх кількість ніколи не перевищує фонові величини, а переважно є навіть нижчою за них. Мабуть, в альбітитах нижнього рудного поверху не утворюється циркон, а домішка V у темноколірних мінералах стає несуттєвою, тобто єдиним значимим елементом альбітитів нижнього рудного поверху є U.

Таким чином, у напрямі від верхнього рудного поверху до глибших горизонтів Новокосянтинівського родовища характер геохімічних аномалій альбітитів змінювався з комплексного (U, Th, La, Y, Yb, V, Zr) на монометалевий (U).

Висновки. 1. Геохімічна специфіка Новокосянтинівського родовища визначена наявністю верхнього і нижнього рудних поверхів.

2. Геохімічні аномалії, пов'язані з альбітитами верхнього рудного поверху, мають комплексний характер (U, Th, La, Y, Yb, V, Zr). У апікальній частині родовища (Східний розлом), де домінують альбітиту змішаного складу (хлорит, рибекіт, егірин), їхню геохімічну спрямованість визначають La, Th, Y,

U, які пов'язані, скоріш за все, з рідкісноземельною (монацит, апатит, ксенотим), меншою мірою — з торієвою і урановою мінералізацією з підлеглою роллю циркону. На більшій глибині (Західний розлом) альбітиту набувають одноріднішого рибекіт-егіринового й егіринового складу. Провідними елементами стають Zr, Y, V, U, Th за помітного переважання Zr і Y. Обидва ці елементи і, можливо, якась частина U, можуть бути пов'язані в цьому випадку з цирконом — малаконом, який кількісно завжди переважає над рідкісноземельною і торієвою мінералізацією.

3. Геохімічні аномалії, пов'язані з альбітитами нижнього рудного поверху, відрізняються монометалевою (урановою) спрямованістю. Альбітиту, що складають тут велике стовпоподібне тіло, мають переважно рибекіт-егіриновий, егіриновий склад із частою присутністю флогопіту. Супутні елементи (Th, La, Y, Yb, V, Zr), притаманні альбітитах верхнього рудного поверху, зовсім не характерні для «глибинних» аналогів. Судячи з незначних і рідкісних підвищень вмісту Th, La, Y, рідкісноземельна і торієва мінералізація не відіграють у цьому випадку суттєвої ролі. Кількість Zr і V ніколи не перевищує, а найчастіше є навіть нижчою за фонові величини. Напевно, в альбітитах нижнього рудного поверху не утворюється циркон, а домішка V в темноколірних мінералах стає несуттєвою, тобто єдиним значимим елементом нижнього рудного поверху є U.

4. Зміна комплексного характеру (U, Th, La, Y, Yb, V, Zr) геохімічних аномалій в альбітитах верхнього рудного поверху на монометалевий (U) в аналогічних породах глибинної частини рудного об'єкта є найвагомішою геохімічною особливістю Новокосянтинівського родовища. Можливо, це пов'язано з формуванням лужних метасоматитів і поєднаного з ними уранового зруденіння верхнього і нижнього рудних поверхів у різні (відповідно альбітитову і постальбітитову) стадії уранового рудогенезу.

Література

1. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Ред. Я.Н. Белевцев. Киев: Наук. думка, 1995. 395 с.
2. Кировоградский рудный район. Глубинное строение. Тектонофизический анализ. Месторождения рудных полезных ископаемых / Ред. В.И. Старостенко, О.Б. Гинтов. Киев: Прастые луды, 2013. 500 с.
3. Крупенников В.А., Толкунов А.Е., Хорошилов Л.В. и др. Геологические структуры урановых рудных полей и месторождений. Москва: Недра, 1986. 232 с.
4. Ляхович В.В. Редкие элементы в аксессуарных минералах гранитоидов. Москва: Недра, 1978. 309 с.

5. *Матеріали по геології уранових месторождений*. Інформ. сб. 1979. Вып. 54. 37 с.
6. Михальченко І.І., Андреев О.В., Загородній В.В., Заяць О.В. та ін. Міграція хімічних елементів у процесі утворення торій-ураноносних альбітитів Новоолексіївського рудопрояву, Український щит. *Геохімія та рудоутворення*. 2016. Вип. 37. С. 86–89.
7. Михальченко І.І., Андреев О.В. Монацит у торій-ураноносних альбітитах Новоолексіївського рудопрояву (Український щит). *Геохімія та рудоутворення*. 2017. Вип. 38. С. 32–49.
8. Феоктистова Н.В. Акцессорный апатит из ураноносных альбититов Новоконстантиновского месторождения. *Матеріали по геології уранових месторождений*. Інформ. сб. 1987. Вып. 108. С. 36–48.
9. Чухрова О.Ф. Вертикальная зональность ураноносных натровых метасоматитов Новоконстантиновского и Докучаевского месторождений. *Матеріали по геології уранових месторождений*. Інформ. сб. 1986. Вып. 103. С. 65–74.

Надійшла 31.05.2021

References

1. Belevtsev Ya.N. (Ed.). (1995). Genetic types and regularities of location of the uranium deposits of Ukraine. Kyiv: Naukova dumka, 395 p. [in Russian].
2. Starostenko V.I., Gintov O.B. (Eds). (2013). Krivoy Rog Ore Province: deep structure, tectonical and physical analysis, ore deposits. Kyiv: Prastye ludy, 500 p. [in Russian].
3. Krupennikov V.A., Tolkunov A.E., Khoroshilov L.V. (1986). Geological structures of endogenous uranium ore fields and deposits. Moscow: Nedra, 232 p. [in Russian].
4. Liakhovich V.V. (1978). Rare elements in accessory minerals of granitoids. Moscow: Nedra, 309 p. [in Russian].
5. *Proceedings on geology of uranium deposits. Information digest* (1979). Iss. 54, 237 p. [in Russian].
6. Mikhalchenko I.I. et al. (2016), Migration of chemical elements during ore genesis of thorium and uranium albitites of Novoaleksiivskiy ore occurrence, Ukrainian Shield. *Geochemistry and Ore Formation*. Iss. 37, P. 86-89 [in Ukrainian].
7. Mikhalchenko I.I., Andreev O.V. (2017). Monazite in thorium-uranium albitites of Novoaleksiivskiy ore occurrence, Ukrainian Shield. *Geochemistry and Ore Formation*. Iss. 38, P. 32-49 [in Ukrainian].
8. Feoktistova N.V. (1987). Accessory apatite from uranium-bearing albitites of Novokonstantinovka deposit. *Proceedings on geology of uranium deposits. Information digest*. Iss. 108, P. 36-48. [in Russian].
9. Chukhrova O.F. (1986). Vertical zoning of uranium-bearing sodium metasomatites of Novokonstantinovka and Dokuchaevka deposits. *Proceedings on geology of uranium deposits. Information digest*. Iss. 103, P. 65-75. [in Russian].

Received 31.05.2021

B.N. Ivanov¹

N.A. Donskoy²

<https://orcid.org/0000-0002-3037-6346>

V.O. Syomka²

<https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>

S.M. Bondarenko²

<https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

O.B. Bondarenko²

¹ Search and Examination Expedition No. 46 of the State Enterprise «Kirovgeology» 55222, Pidhorodna vill., Pervomaiskyi district, Mykolaiv region, Ukraine

² M.P. Semenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine 03142, ave. acad. Palladina 34, Kyiv, Ukraine

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF NOVOKOSTIANTYNIVKA URANIUM DEPOSIT

Paper research aim is to identify characteristics of spacious distribution of radioactive- and associated elements in albitites according to depth and ore-level attribution: case study of 35th survey line of Novokostiantynivka deposit. Geochemical characteristics of Novokostiantynivka deposit are defined by presence of upper and lower ore-bearing levels. Geochemical anomalies related to upper ore-bearing level have complex character (uranium, thorium, lanthanum, yttrium, ytterbium, vanadium, and zirconium). At apical part of the deposit (Eastern fault) the albitites of blended type (chlorite, rybekite, aegerine) are dominant. La, Th, Y, and U define geochemical trend. These elements are likely to be related to rare-earth mineralization (monazite, apatite, xenotime), to a lesser extent to thorium and uranium mineralization with subordinate zircon. At deeper levels (Western fault) albitites' mineral composition becomes more monotonous of rybekite-aegerine, and aegerine. The lead elements are Zr, Y, V, U, Th; Zr and Y noticeably dominate over other elements. Both elements and, maybe, part of U are related to zircon (malacon) which is predominant over rare-earth and thorium mineralization. Geochemical anomalies related to lower ore-bearing level are distinctive with monometallic (uranium) trend. The albitites of large column-like body have rybekite-aegerine, or aegerine mineral composition; phlogopite occurs often. Associated elements like Th, La, Y, Yb, V, Zr specific to albitites of upper ore level are not characteristic to deeper one. Based on seldom minor Th, La, and Y content spikes, rare-earth and thorium mineralization is immaterial. Regarding Zr and V, their contents are not over but most of the time less than background values. Apparently, zircon is not formed in albitites of lower ore-level; vanadium content in dark-colored minerals becomes insignificant, and single lead element is uranium. The most essential feature of Novokostiantynivka deposit is a succession of complex mineralization with monometallic one with depth.

Keywords: albitite, accessory mineral, geochemical anomaly, geochemical aureole, ore level.