

З. В. Карли, В. О. Сьомка, С. М. Бондаренко, Л. М. Степанюк

## Епігенетична ураново-рудна мінералізація Гайворонського рудопрояву Українського щита

(Представлено членом-кореспондентом НАН України О. М. Пономаренком)

*Вперше для докембрію Українського щита (УЩ) встановлено епігенетичну ураново-рудну мінералізацію в зонах тріщинуватості апліто-пегматоїдних гранітоїдів, яка по тектонічних розломах поширюється глибше 330 м. Відзначимо, що процеси гіпергенних змін порід відбуваються не тільки на поверхні кристалічного щита, а й на великих глибинах у зонах тектонічних порушень. Уран відкладається у вигляді низькотемпературних оксидів і гідроксидів по тріщинках, в яких поширені гідрослюдисто-карбонатні агрегати, оксиди заліза та марганцю. Крім того, тут виявлений раніше не відомий в докембрії УЩ дуже рідкісний мінерал — коронадит. У складі уранової мінералізації вперше також для УЩ встановлений мінерал скуніт, який виникає за рахунок руйнування настурану і уранової черні. Скупіт є характерним мінералом-індикатором при пошуках уранових родовищ інфільтраційного типу.*

Постмагматичні рідкісноземельно-уран-торієві рудопрояви та родовища калій-уранової формації є характерними утвореннями західної частини Українського щита (УЩ). Найбільш відомими з них є Калинівське, Лозуватське, Южне та Балка Корабельна, які локалізуються в Голованівській шовній зоні. Спільною рисою цих родовищ є просторовий зв'язок з апліто-пегматоїдними гранітами палеопротерозойської, мезоархейської тектономагматичної активізації та комплексний характер руд [1–4]. За останні десятиріччя виробничими організаціями КП “Кіровогеолог” у Дністровсько-Бузькому мегаблоці було виявлено нові рудопрояви калій-уранової формації, які локалізовані в екзоконтакті апліто-пегматоїдних гранітів. До них відноситься Гайворонський, Заваллівський та інші рудопрояви.

Гайворонський рудопрояв розташований у південному обрамленні Уманського гранітного масиву, а саме — на межі Росинсько-Тікицького та Дністровсько-Бузького масиву (рис. 1). У геологічній будові кристалічного щита наявні магматичні, ультраметаморфічні та метаморфічні породи різних структурно-формаційних комплексів. Найдавніші утворення — породи хащувато-заваллівської світи, які представлені амфіболітами, біотитовими гранат-біотитовими, амфібол-біотитовими гнейсами і кристалосланцями. Хащувато-заваллівська світа відноситься до неоархейської бузької серії [4].

Магматичні породи на Гайворонському рудопрояві представлені біотит-двопольовошпатовими гранітами уманського комплексу віком 2050 млн років [5] та апліто-пегматоїдними гранітами побузького комплексу, які найбільш поширені в північно-західній частині рудопрояву. Найцікавішими, з точки зору рудоносності, є апліто-пегматоїдні граніти, пегматити та апліти побузького комплексу, в зоні тріщинуватості та катаклазу яких локалізується рідкісноземельно-уран-торієва мінералізація.

Проведені нами радіогеохронологічні дослідження монацитів із апліто-пегматоїдних гранітів Гайворонського рудопрояву показують час їх формування в межах  $(2035,4 \pm 3,8)$  млн років, що цілком підтверджує реальну геологічну позицію цих гранітів.

© З. В. Карли, В. О. Сьомка, С. М. Бондаренко, Л. М. Степанюк, 2015

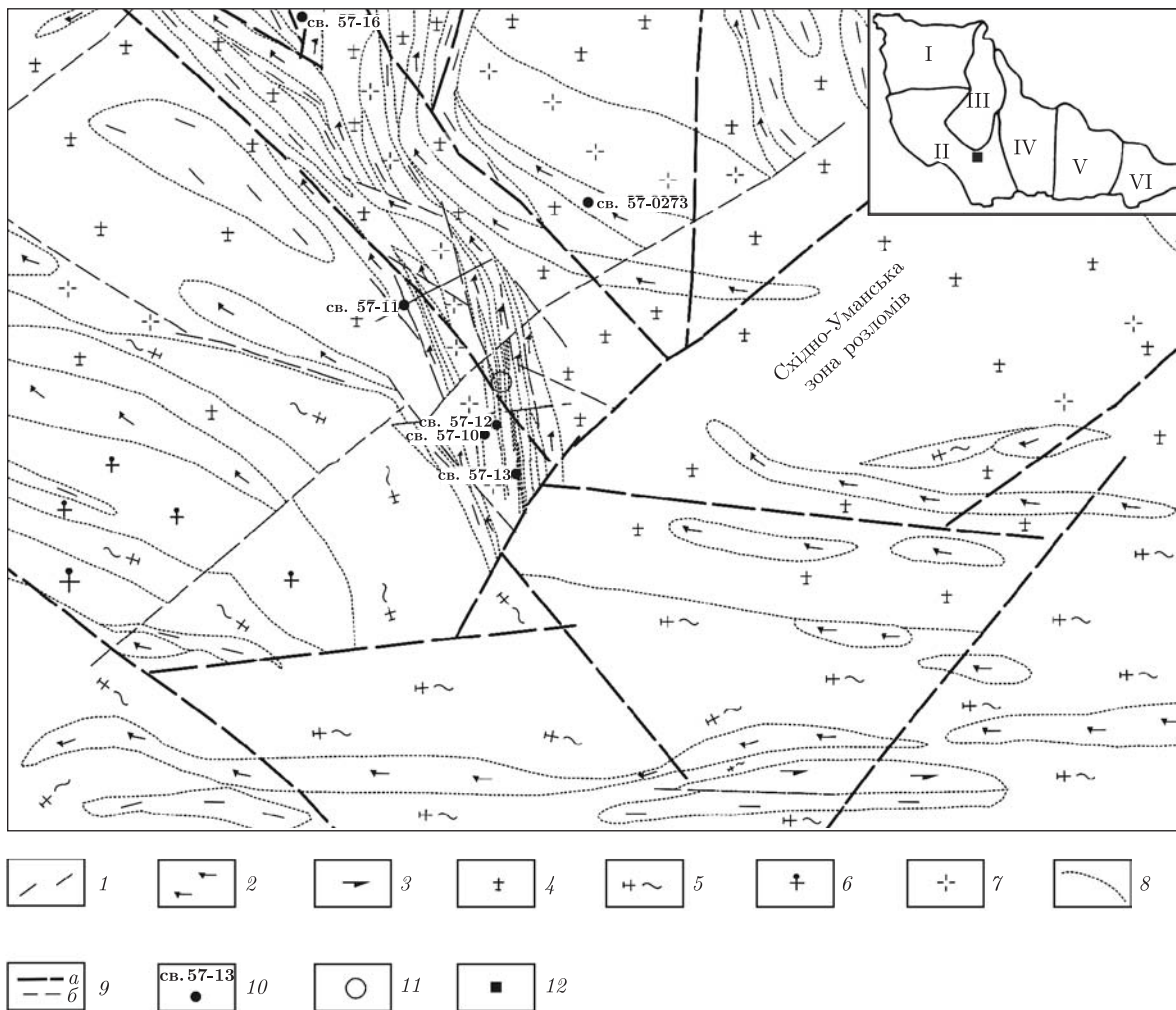


Рис. 1. Схематична геолого-структурна карта кристалічного щита центральної частини Гайворонського рудопроюву за матеріалами ПЗЕ-46 КП "Кіровогеологія".

Умовні позначення: 1 — біотитові й гранат-біотитові гнейси; 2 — амфібол-біотитові гнейси і кристалосланці; 3 — амфіболіти; 4 — гранат-біотит-двопольовошпатові порфіровидні граніти; 5 — плагіомігатити; 6 — гранат-біотитові мігатити; 7 — апліт-пегматоїдні граніти, апліти й пегматити; 8 — геологічні межі; 9 — розривні порушення: головні (а), другорядні (б); 10 — номер свердловини; 11 — рудопроїв; 12 — місце розташування Гайворонського рудопроюву в межах УЩ, I... VI — номери мегаблоків

Інтерес для Гайворонської ділянки представляє вміст Th й U у різних петрографічних різновидах порід. Вміст Th у гранітоїдах не перевищує кларк для УЩ. При цьому найбільший вміст (10–14 г/т) мають пегматити та апліти істотно мікроклінові. Саме в цих породах встановлений підвищений вміст акцесорного монациту. Необхідно також зазначити підвищений (10–15 г/т) вміст Th у біотитових та гранат-біотитових гнейсах, імовірно за рахунок гранітизації яких утворилися апліто-пегматоїдні граніти.

Уран міститься в усіх петротипах порід у підвищеній кількості. Найбільший (21,9–29,4 г/т) вміст U, що в 10 разів перевищує кларк для УЩ, мають апліто-пегматоїдні дво-польовошпатові граніти, апліти та пегматити. В зонах тріщинуватості та катаклазу цих порід встановлено уранову мінералізацію гіпергенного характеру. В метаморфічних породах

підвищений вміст U встановлений також в гранат-біотитових гнейсах і біотитових плагіогнейсах.

Серед рудних мінералів у породах Гайворонської ділянки поширені два генетичні типи: 1) акцесорна мінералізація, що представлена цирконом, монацитом, магнетитом, ільменітом і шпінеллю; 2) епігенетична ураново-рудна мінералізація. Остання локалізується тільки в зонах катаклазу та дроблення гранітів і пегматитів, де під впливом метеоритних вод відбувалися процеси гіпергенних змін монациту, вилуговування урану і відкладення його у вигляді низькотемпературних оксидів і гідроксидів по тріщинках, в яких поширені гідрослюдиисто-карбонатні агрегати та оксиди заліза.

**Оксиди урану.** Значні скупчення тонкодисперсних оксидів урану приурочені до виділень гідрослюди та гідроксидів заліза, що розвиваються по них. Уранові мінерали розташовуються навкруги скупчень слюди та гідроксидів заліза, а іноді проникають по тріщинках спайності в слюдах. За оптичними властивостями мінерал ближче до уранової черні, утворює агрегати складної (губчастої, ніздрюватої) будови, суцільні маси зустрічаються рідко. Окремі агрегати досягають 0,1–0,4 мм у поперечнику. В деяких випадках встановлено, що кристалізація мінералу приурочена до мікротріщин. Часто проявляються коломорфні зональні структури, це дає змогу проводити деякі аналогії з будовою агрегатів настурану (гідронастурану). За даними мікрозондового аналізу, в складі оксидів урану фіксується підвищений вміст Pb й Th (табл. 1, ан. 1–5).

**Гідроксид урану** зустрічається значно рідше. Мінерал представлений окремими кристалічними агрегатами, лусками в кальциті. На поверхні мінералу спостерігаються тріщини, що схожі на явища усихання. Мінерал прозорий, з блідо-жовтим відтінком. На підставі мікрозондових даних (див. табл. 1, ан. 6, 7) можна стверджувати, що мінерал відноситься до групи скупіту  $UO_2(OH) \cdot H_2O$ . Скупіт — мінерал, характерний для зон цементації, виникає за рахунок руйнування закисних-окисних форм урану — настурану й уранової черні.

В асоціації з оксидами і гідрооксидами урану відзначаються гетит, лімоніт, манганіт і коронадит.

**Коронадит  $PbMn_8O_{16}$**  — рідкісний мінерал, який раніше не був відомий в межах УЩ і є характерним мінералом зон окиснення (табл. 2). Спостерігається у вигляді ажурних заокруглених агрегатів навколо виділень слюдяних мінералів і вповнює мікротріщинки. Часто знаходиться в зростках з оксидами мангану і заміщується Fe–Mn-карбонатами.

Таким чином, вперше для докембрію УЩ встановлено епігенетичну ураново-рудну мінералізацію в зонах тріщинуватості апліто-пегматоїдних гранітоїдів, яка по тектонічних розломах поширюється глибше 330 м. Цей факт свідчить про те, що процеси гіпергенних змін порід відбуваються не тільки на поверхні кристалічного щита, а й на великих глибинах у зонах тектонічних порушень. Тут під впливом як постмагматичних розчинів, так і метеоритних вод, що поступають по розломах у вміщаючі гранітоїди, які збагачені монацитом, відбуваються тривалі процеси хімічного руйнування монациту і вилуговування з нього урану. Уран відкладається у вигляді низькотемпературних оксидів і гідроксидів, по тріщинках в яких поширені гідрослюдиисто-карбонатні агрегати, оксиди заліза, оксиди мангану. Крім того, тут було виявлено раніше не відомий в докембрії УЩ дуже рідкісний мінерал — коронадит. Коронадит в Україні знайдений тільки в ліпаритових туфах Березівського району в Закарпатті [6]. У складі уранової мінералізації вперше також для УЩ встановлений мінерал скупіт, який виникає за рахунок руйнування настурану і уранової черні. Скупіт, як правило, виділяється з гідротермальних водних розчинів і є характерним мінералом при пошуку родовищ інфільтраційного типу.

Таблиця 1. Хімічний ваговий склад уранових мінералів, %

Номер аналізу	Компоненти											Σ	
	SiO <sub>2</sub>	PbO	UO <sub>2</sub>	ThO <sub>2</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	MnO	ZrO <sub>2</sub>		FeO
1	3,56	2,78	82,83	1,34	3,08	Не вияв.	1,99	1,45	Не вияв.	1,54	Не вияв.	1,38	99,95
2	2,16	2,59	81,43	1,65	3,60	Те саме	3,23	1,70	Те саме	1,39	0,01	1,19	98,95
3	2,65	2,95	81,74	1,41	2,77	"	2,78	1,36	"	1,43	Не вияв.	1,15	98,24
4	6,78	2,28	74,23	0,01	2,29	Не визн.	0,64	0,42	Не визн.	0,37	Те саме	0,26	87,28
5	5,02	2,46	71,81	Не вияв.	2,75	Те саме	0,59	0,50	Те саме	0,26	Не визн.	0,48	83,87
6	3,62	Не вияв.	82,46	Те саме	2,21	"	0,44	0,12	"	Не вияв.	Те саме	0,53	89,38
7	2,90	Те саме	83,78	"	2,72	"	0,09	0,14	"	Те саме	"	0,69	90,32
8	6,95	0,09	84,05	"	1,76	"	Не визн.	Не визн.	"	0,64	"	0,23	93,72
9	7,09	0,28	79,74	"	2,34	"	Те саме	Те саме	"	1,43	"	0,34	91,22
10	7,65	0,07	81,45	"	1,90	"	"	"	"	0,85	"	0,18	92,10
11	7,02	0,76	82,32	"	1,97	"	"	"	"	0,93	"	0,28	93,28

Примітка. 1...3 — Уранова чернь у рознейсованому аліто-пегматойдному граніті, св. 57-12, гл. 217,4 м; 4, 5 — агрегат з коломорфними структурами, там само; 6, 7 — поодинокі вclusions в кальциті, там само; 8...11 — уранова чернь в асоціації з мінералами урану в рознейсованому плагіопегматиті, св. 57-10, гл. 326,9 м.

Мікророздіві дослідження виконано в ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України на приладі JXA-5. Аналітик І. М. Бондаренко.

Таблиця 2. Хімічний ваговий склад коронадиту, %

Номер аналізу	Компоненти										
	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	PbO	MgO	BaO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Σ
1	4,76	0,59	56,64	21,75	Не вияв.	3,80	0,02	0,79	1,56	0,23	90,14
2	2,56	0,01	58,42	24,27	Не визн.	2,96	Не визн.	Не визн.	Не визн.	Не визн.	88,22
3	3,98	0,05	59,19	23,00	Те саме	3,54	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	89,76

Примітка. 1...4 — Окремі зерна і мікропрожилки в катаклазованому і розгнейсованому апліто-пегматоїдному граніті, св. 57-12, гл. 217,4 м.

Мікрозондові дослідження виконано в ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України на приладі JXA-5. Аналітик І. М. Бондаренко.

Такі факти мають величезне значення при пошуках уранових родовищ інфільтраційного типу не тільки в зонах стратиграфічних неузгоджень, а й в межах тектонічних порушень, в яких широко розвинута лінійна кора вивітрювання, що поширена на значні глибини.

1. Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Паталаха М. Є. та ін. Новий рудопроєв калій-уранової формації в Кочерівській тектонічній зоні (Північно-Західний район Українського щита) // Мінерал. журн. – 2006. – 28, № 4. – С. 59–75.
2. Сьомка В. О., Іванов Б. Н., Пономаренко О. М. та ін. Петрогеохімічні особливості рідкісноземельно-торій-уранових пегматитів центральної частини Українського щита і проблеми їх генезису // Там само. – 2008. – 30, № 1. – С. 94–103.
3. Сьомка В. А., Пономаренко А. Н., Бондаренко С. Н. и др. Дибровское редкоземельно-уран-ториевое месторождение в Приазовском мегаблоке Украинского щита // Геохімія та рудоутворення. – 2010. – № 28. – С. 48–76.
4. Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Грінченко О. В. Мінералого-геохімічні особливості та вік торій-уранового зруденіння докембрію УЩ // Наук. міжнар. конф. КНУ ім. Тараса Шевченка, 18–22 квіт. 2011 р., м. Київ: Тез. доп. // Вісн. КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2011. – № 3. – С. 55–56.
5. Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой / Отв. ред. Н. П. Щербак. – Київ Наук. думка, 2008. – 239 с.
6. Феношина У. И., Матковский О. И., Ремешило Б. Г. и др. Марганцевая минерализация в вулканогенно-осадочных образованиях Береговского холмогорья (Закарпатье) // Респ. межвед. минерал. науч. сб. – Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1984. – № 38, вып. 2. – С. 63–66.

Інститут геохімії мінералогії та рудоутворення  
ім. М. П. Семененка НАН України, Київ

Надійшло до редакції 16.07.2014

З. В. Карлы, С. Н. Бондаренко, В. А. Сьомка, Л. М. Степанюк

### Эпигенетическая ураново-рудная минерализация Гайворонского рудопрооявления Украинского щита

*Впервые для докембрия Украинского щита (УЩ) установлена эпигенетическая ураново-рудная минерализация в зонах трещиноватости аплит-пегматоидных гранитоидов, которая по тектоническим разломам распространяется глубже 330 м. Отметим, что процессы гипергенных изменений пород происходят не только на поверхности кристаллического щита, но и на больших глубинах в зонах тектонических нарушений. Уран откладывается в виде низкотемпературных окислов и гидроокислов по трещинкам, в которых распространены*

гидрослюдисто-карбонатные агрегаты, окислы железа и марганца. Кроме того, здесь же выявлен ранее не известный в докембрии УЩ очень редкий минерал — коронадит. В составе урановой минерализации впервые также для УЩ установлен минерал скупит, который возникает за счет разрушения настурана и урановой черны. Скупит является характерным минералом-индикатором при поиске урановых месторождений инфильтрационного типа.

**Z. V. Karly, V. O. Syomka, S. M. Bondarenko, L. M. Stepanyuk**

### **The epigenetic uranium ore mineralization of the Gayvoron ore occurrence of the Ukrainian shield**

*For the first time for Precambrian rocks of the Ukrainian Shield in the crack zones of aplite-pegmatoid granitoids extending over 330-m depths, the epigenetic uranium ore mineralization is determined. The fact indicates that the supergene alteration processes occur not only on the crystalline basement surface, but at large depths of fault zones. Uranium was deposited as low-temperature oxides and hydroxides in the cracks filled with hydromica-carbonate aggregates, iron oxides, and manganese oxides. Coronadite, a rare mineral which have not been found before in Precambrian rocks of the Ukrainian Shield, is detected as well. A mineral formed due to the decay of pitchblende and uranium oxide-hydroxide minerals, skupite, is first detected. Skupite is a characteristic indicative mineral for prospecting the infiltration-type uranium deposits.*