

ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.495(477.6)

А. И. Каталенец

*ГВУЗ, Криворожский национальный университет,
Криворожский экономический институт*

СТРУКТУРНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ УРАНОТОРИЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИАЗОВСКОГО МЕГАБЛОКА

Рассмотрены генетические особенности развития и размещения ураноториевой минерализации, распределение урана и тория в зонах концентрации Приазовского мегаблока. Выделены главные его структуры, контролирующие размещение типов метасоматитов и связанных с ними рудопоявлений. Создана предварительная основа для выделения границ и площадей рудных районов.

Ключевые слова: уран, торий, купольно-кольцевые структуры, метасоматоз, рудный район.

Розглянуті генетичні особливості розвитку та розміщення ураноторієвої мінералізації, її розподіл в зонах концентрації Приазовського мегаблоку. Виділені головні його структури, які контролюють розміщення типів метасоматитів та пов'язаних з ними рудопоявів. Створена попередня основа для виділення границь і площ рудних районів.

Ключові слова: уран, торій, купольно-кільцеві структури, метасоматоз, рудний район.

The genetic characteristics of development and placement uranium-thorium mineralization and distribution of their concentrations in Azov megablock areas are examined. The main structures of Azov megablock areas controlling of distribution of metasomatic types and ore occurrence related with them are set. Preliminary basis for the allocation of boundaries and areas of ore districts is created.

Key words: uranium, thorium, dome-ring structures, metasomatism, ore district.

Введение. Мировые запасы урана практически наполовину сосредоточены в метаморфических и ультраметаморфических комплексах докембрийских щитов. Украинский щит (УЩ) в этом плане не является исключением. Его ресурсы в настоящее время оцениваются в 400 тыс. т. (более 20 месторождений). Они сосредоточены в Кировоградском, Центральноукраинском, Криворожском урановорудных районах. Особенности геологического строения этих месторождений рассмотрены в [1, 6].

Постановка проблемы. В восточной части УЩ (Среднеприднепровский (СМ), Приазовский (ПМ) мегаблоки) число выявленных, оцененных ураноториевых месторождений и обсуждений в печати, касающихся вопроса развития оруденения, ограничено. В связи с этим возникает научно-практическая проблема, связанная с установлением региональных особенностей, генетических типов оруденения, его структурного и временного размещения, разработкой поисковых критериев и признаков оруденения, выделением потенциально рудоносных районов и обоснования направлений поисковых работ на ПМ.

Методика дослідження. В основу дослідження положені дані про геологічному строенні ПМ, структурний і літохімічний контроль розміщення ураноторієвих аномалій, проявлених і місцорождень, типоморфні властивості мінералів, фазове розподілення урана, торія. Разом з цим були привнесені результати досліджень [2–5, 7 і др.].

Обговорення. Приазовський мегаблок займає східну частину Українського щита, який обмежений на півночі Дніпровсько-Донецькою (ДДВ), на півдні – Азово-Чорноморською западиною. Східна його межа проходить по Грузько-Еланчикській, західна – по Орехово-Павлоградській зоні розломів. Деталі тектонічного строення ПМ наведені на рис. 1. Фазове розподілення урана і торія (крім власних мінералів), а також рівень їх вмісту по різних породах метасоматитів наведені в табл. 1, 2.

Тектономагматогенна серія структур ПМ включає такі групи: власне купольно-кільцеві структури граносієнітового комплексу і купольні або малі гранітоїдні інтрузії (каменномогильський тип) на сході ПМ, Богданівський, Терсянський щелочні масиви на заході і лінійний Чернігівський масив в центральній частині. Останній з масивів приурочений до розколу-роздвигу дугообразної форми, де породи представлені гнейсами і кристалосланцями архея. Перехід їх до карбонатитового комплексу такий: біотито-амфіболові гнейси – піроксеносодержачі феніти – біотит - нефелінові феніти – слюдити – карбонатити. В межах зони орудення мають місце сієніто-пегматити, щелочні ультрабазити (мальтійгіти, піроксеніти, оливінити, горнблендіти), нефелінові сієніти, феніти, карбонатити. Основний склад метасоматических мінералів наведений в табл. 1. Слід відзначити наявність магнезіальних слюд, саліта, катафоріта, рихтеріта, тремоліта, біотіта, лепідомелана, тетраферрифлогопіта. Вони характеризуються високою ступенем окисненості заліза (коефіцієнт окисненості заліза, $K_{ок} = Fe_2O_3 / (Fe_2O_3 + FeO)$) і вмістом F відповідно: саліт зони фенітизації 0,71, 0,98%; рихтерит карбонатних прожилків 0,54, 1,71%; катафорит зони нефелінізації 0,71, 0,68%; тремоліт карбонатитів 0,68, 1,23%; біотит жильних гранітів 0,30, 0,09%; лепідомелан міаскітов 0,64, 1,15%; біотит з біотито-амфіболових порід 0,43, F = 0,44%; тетраферрифлогопіт з карбонатитів 0,65, F = 2,58%. В карбонатитах головними концентраторами литія, рубідія, цезія виступають слюди, барія (до 2000 г/т) і стронція (до 200 г/т) піроксени і слюди (Ba до 2000 г/т, Sr до 11800 г/т). Особливості малих купольних структур наведені в табл. 1, 2. В них спостерігається еволюція флюїдів, яка в умовах зміни щелочності-кислотності протікала в декількох стадіях: рання пов'язана з мікроклінізацією і альбітизацією, стадія кислотного і більш пізнього щелочного метасоматоза (сидерофіліт-кварц-полевошпатів, мусковіт-альбіт-кварцеві грейзени) з флюоритом і алюмофторидами. Рудна навантаження заключається в розвитку рідкометально-рідкоземельної мінералізації (циркон-рідкоземельна, ніобій-танталова, кассітеритова). Рівень вмісту урана в даному типі структур змінливий: граніти – біотитові 0,0010, роговообманкові 0,0022, біотито-альбіт-мікроклінові 0,0022, біотито-альбіт-мікроклінові 0,0100, альбітизовані 0,0017, альбітити 0,0004–0,0016, окварцовані 0,0004%.

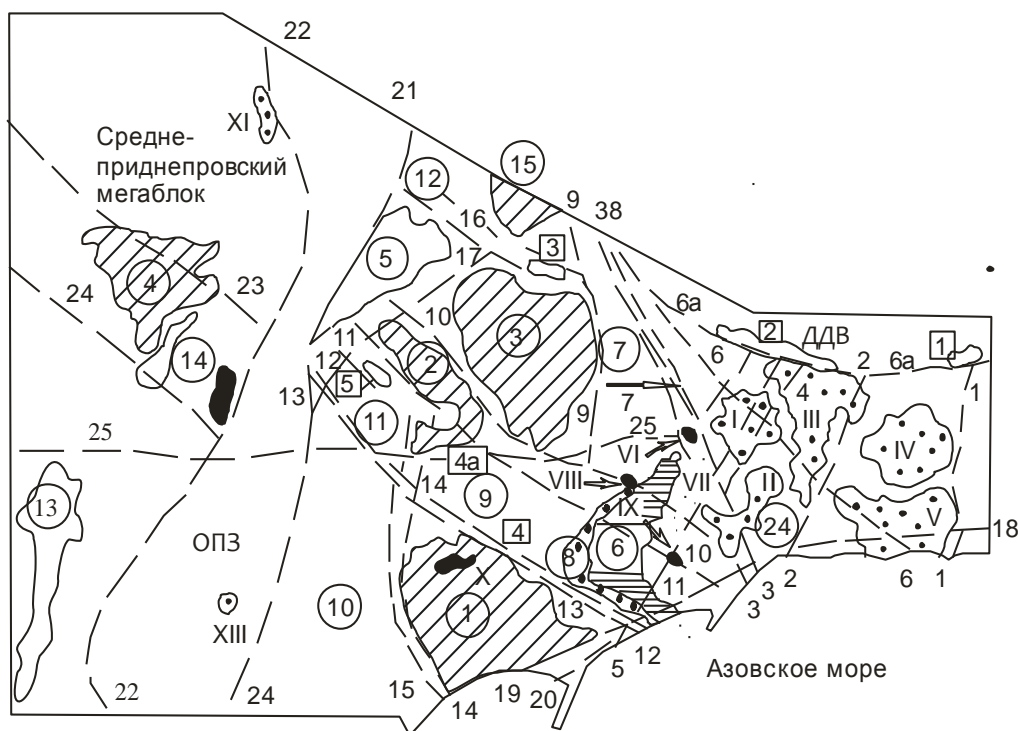


Рис. 1. Схематическая карта размещения главных структур Приазовского мегаблока Украинского щита:

Разломы: 1 – Грузско-Еланчикский; 2 – Кальмиусский; 3 – Малоянисольский;

4 – Донской; 5 – Володарский (Ольгинский); 6 – Криворожско-Павловский; 6а – Южнодонбасский; 7 – Павловский (Новопапавловский); 8 – Куйбышевский; 12 – Николаевский; 13 – Сорокинский; 14 – Черниговский; 15 – Корсакский; 16 – Федоровский (Северный); 17 – Оперяющий; 18 – Хомутово-Ростовский; 19 – Бердянско-Марципольский; 20 – Лозоватский; 21 – Западноприазовский;

22 – Орехово - Павлоградский; 23 – Днепродзержинский; 24 – Хортицкий; 25 – Конкско-Зачатьевский

II. Тектонометаморфогенные (цифры в кружках). а) Гранитогнейсовые раннего заложения и кратонизации: 1 – Салтычанский (Елисеевский); 2 – Гуляйпольско-Куйбышевский; 3 – Куйбышевско-Федоровская; 4 – Запорожский; 15 – Краевой. б) Валообразные структуры: 5 – Новониколаевская; 6 – Стародубовская 1 (эндербит-плагιοгранитная).

в) Зоны завершённой складчатости: 7 – Центральноприазовская включает территорию Восточного Приазовья и Сачкинскую структуру; 8, 9 – Белоцерковско-Сорокинскую; 10 – Корсакская структура; 11 – Гуляйпольская; 12 – Северная (Волчанский выступ); 13 – Белозерская (включая Переверзевский район); 14 – Конкская.

III. Грабенообразные структуры (цифры в квадратах): 1 – Покрово-Киреевская; 2 – Волновахская вулcano-осадочная депрессия; 3 – Федоровско – Шевченковская; 4 – Сорокинская; 4а – Куйбышевская; 5 – Гуляйпольская.

Тектономагматические позднего заложения (купольно-кольцевые и купольные):

I – Октябрьская (Хлебодаровско-Октябрьская); Южнокальчикская (Володарская и Кременевская);

III – Кальмиусская; IV – Греково- Александровская; V – Тельмановская; VI – Екатерининская;

VII – Малоянисольская; VIII – Камменномогильская; IX – Стародубовская 2 (субцелочных роговообманковых гранитов); X – Салтычанская (сфен-ортитовых гранитов); XI – Терсянская;

XII – Щербаковская (альбит-микроклиновые граниты); XIII – Богдановская.

Таблиця 1

**Содержание урана и тория в метасоматических зонах главных структур
Приазовского мегаблока**

Структуры, минеральный состав	Породный состав, содержание %	
	уран	торий
1	2	3
<p>I. Структуры расколов-раздвигов (Черниговский дугообразный разлом). Состав карбонатитов: кальцитовых- эгирин - салит, биотит, эденитовая роговая обманка, апатит, сфен, циркон, колумбит, пирохлор, ильменит, магнетит, сульфиды, графит; оливин – кальцитовых- флогопит, диопсид, эгирин-салит, апатит, магнетит, циркон, ильменит, монацит, гатчеттолит или пирохлор, сульфиды; доломитовые и допомит-кальцитовых- оливин, флогопит, магнетит, апатит, бадделеит, фергусонит с церием, колумбит, монацит, гетчеттолит, карбоцерноит, ганит, сульфиды.</p>	карбонатиты	
	0,0150–0,1510	0,0260–0,1275
	пироксениты	
	0,0080–0,0100	0,002–0,0084
	сиениты	
	0,0050–0,1160	0,0008–0,0033
	альбититы	
	0,0008–0,0137	–
	слюдиты	
	0,0008–0,0420	–
	кора выветривания карбонатитов	
	0,0060–0,0800	0,0002–0,0084
	пески	
	0,0370–0,0150	0,0010–0,0030
слюдиты		
0,0002–0,0244	0,0003–0,0040	
глины		
0,0150	–	
<p>II. Центрофокальные (купольно-кольцевые) структуры. Минеральная ассоциация пород: альбит, мусковит, кварц, калишпат, амазонит, биотит, флюорит. Метасоматиты содержат уранинит, но больше торит и (монацит, ксенотим, протолитонит, колумбит, циркон, циртолит, топаз, турмалин, берилл, гранат, магнетит, флюорит, рутил). Олово представлено в изоморфной форме (слюда, тантало-ниобаты) и касситеритом.</p>	Серпентинизированный пироксенит на контакте с альбититом	
	0,0140	0,0527
	Серпентинизированный пироксенит с флогопитом, амфиболом, карбонатом	
	0,0136–0,0951	0,0008–0,0128
	серпентинит на контакте с мариуполитом	
	0,00616–0,0951	0,0008–0,0128
	пироксенит	
	0,0002–0,0116	0,0002–0,0114
	мариуполит	
	0,0013–0,0321	0,0016–0,0136
	мариуполит (зерна нефелина замещаются либнеритом)	
	0,0009–0,0040	0,0008–0,0280
	альбититы с пирохлором, бритолитом	
	0,0002–0,0125	0,0017–0,0172
	микроклин-нефелиновый пегматит	
	0,0010–0,0190	0,0005–0,0013
сиенит альбитизированный с пирохлором		
0,0089–0,0099	0,0026–0,0033	
сиенит альбитизированный с цирконом, пирохлором, биотитом, ильменитом, пирит		
0,0024–0,0248	0,0039–0,0488	

Продолжение табл. 1

1	2	3		
	рудная зона в толще пироксенитов, граносиенитов с карбонатами, пиритом, пирротинном, халькопиритом, сфеном	0,0002–0,0407	0,0021–0,073	
	зона развития мариуполитов с пирохлором, цирконом и альбитизированных сиенито-пегматитов	0,0002–0,0125	0,0027–0,0272	
	сфен- амфибол-биотитовые метасоматиты	0,0004–0,0033	0,0056–0,0258	
	амфибол-биотитовые метасоматиты	0,0003–0,0155	0,0008–0,0514	
	альбит-микроклин-биотитовые метасоматиты	0,0025–0,0145	0,0020–0,0070	
	сиенит щелочной с амфиболом	0,0057	0,0021	
	кварцевый сиенит	0,0004–0,0011	0,0226–0,0702	
	сиенит-пегматит	0,0103	0,0029	
	зона фенитизации в плагиогранитах	0,0003–0,0057	0,0020–0,0030	
	III. Структуры, контролирующие размещение тел пегматитов. Минеральный состав: уранинит, торит, малакон, циртолит, танталониобаты, турмалин, гранат, берилл, касситерит ± ганит, циркон, ортит, монацит, ксенотим	граниты альбитизированные жильоподобные с турмалином и пиритом	0,0033–0,0093	0,0006–0,0023
		Мигматиты и в них зона катаклаза с карбонатом, хлоритом	0,0008–0,0142,	0,0002–0,0012
		граниты мясокрасные жильного типа в обрамлении структуры	0,0050–0,0070,	0,0010–0,0020.
		катаклазиты в биотито-амфиболовых гнейсах	0,0009–0,0029	0,0008–0,0020
		слюдистая зона контакта кварцево-биотитовых кристаллосланцев с пегматитами	0,0002–0,0244,	0,0003–0,0040
		пегматит с альбитом на контакте с кристаллосланцами	0,0008–0,0709,	0,0007–0,0430
пегматит кварц-альбит - микроклиновый с гранатом и турмалином		0,0017–0,0262	0,0017–0,0295	
пегматиты кварц-альбит - мусковит-сподуменовые среди кристаллосланцев		0,0008	0,0046	
пегматиты		0,0002–0,0760	0,0003–0,0040	
слюдит		U=0,0067–0,0244,	0,0003–0,0007	
зона дробления с карбонатно-слюдистым заполнением		0,0009–0,0140,	0,0009–0,3680	

Окончание табл. 1

1	2	3
	альбитизированный пегматит	
	0,0024–0,0195	0,0003–0,0010
	карбонатизированные кварц-биотитовые сланцы	
	0,0034	0,0090
	гранит на контакте с пегматитами	
	0,008–0,0161	0,0007–0,0043

Таблица 2

Содержание урана и тория в минералах рудопоявлений Приазовского мегаблока (использованы данные Л. Ф. Лавриненко, Е. И. Литовченко, В. И. Павлишина, Е. Я. Марченко, А. И. Чашки, И. Д. Царовского и др.)

№	Минерал	Породный комплекс, содержание, %	
		уран	торий
1	2	3	4
1	бадделейт	карбонатиты	
		$U_3O_8 = 0,03-0,05$	$ThO_2 = 0,09-0,16$
2	фергусонит	карбонатиты	
		$U_3O_8 = 1,01-1,28$	$ThO_2 = 0,50-0,90$
3	гегчеттолит	карбонатиты	
		$U_3O_8 = 7,45-11,98$	–
4	апатит	карбонатиты	
		–	$Th O_2 = 0,52-1,92$ (среднее 1,245)
5	колумбит	карбонатиты, метосоматит	
		$U O_2 = 0,00-0,19$	–
II. Центрофокальные (купольно-кольцевые) структуры восточной и западной части Приазовского мегаблока			
6	ниоботанталит в ассоциации с торитом	граниты каменно-могильского типа, грейзенизированные	
		$U_3O_8 = 0,03-0,05$	–
7	фергусонит	на контакте пегматитов и щелочных пород	
		$U O_2 = 1,50$	$Th O_2 = 0,00,$ $WO_3 = 1,4$
8	сфен	альбитит	
		–	$Th = 0,01-0,10$
9	пирохлор	мариуполит	
		$U O_2 = 1,38-3,00$ $U_3O_8 = 1,36-11,98$	$Th O_2 = 0,00-0,44,$ $Th O_2 = 0,25-1,65$
10	пирохлор	$U O_2 = 0,20-0,22$	$Th O_2 = 0,20-0,26$
	ортит	–	$Th = 0,40$
	апатит	–	$Th = 1,40$
	колумбит	$U = 0,29$	$Th = 0,45$
11	апатит	нефелиновый сиенит, фениты	
		–	$Th O_2 = 0,50-5,25$

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
12	гатчеттолит	мариуполит	
		U O ₃ = 1,00	Th O ₂ = 1,50
13	апатит	гранитоды	
		–	Th O ₂ = 0,44–2,04
14	циркон	мариуполит	
15	монацит	гранит	
		U ₃ O ₈ = 0,00–0,60	Th O ₂ = 3,04–11,96
16	бритолит	мариуполит	
		–	Th O ₂ = 1,93
17	чевкинит	мариуполит	
		U O ₂ = 1,90	Th O ₂ = 0,10–1,93
18	ринколит	мариуполит	
		–	Th O ₂ = 0,48
Структуры, контролирующие размещение тел пегматитов			
19	бетафит	пегматит	
		U O ₂ = 18,43	Th O ₂ = 0,895
20	ильменорутит	пегматит	
		U = 0,10–0,30	–
21	тапиолит Кок - железа в минерале 0,30-0,44. SnO=0.46-1,12	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 0,28–0,37	–
22	ксенотим	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 1,62	Th O ₂ = 1,20
23	колумбит	пегматит	
		U O ₂ = 0,00–1,14	–
24	ниоботанталит	пегматит	
		U O ₂ = 0,00–0,24	–
25	приорит	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 1,99–5,01	Th O ₂ = 1,38–1,62
26	пирохлор	пегматит	
		U O ₂ = 0,00–8,00, U O ₃ = 6,28–17,51	Th O ₂ = 2,54–11,76
27	самарскит, в минерале Кок - железа 0,40	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 3,89	Th O ₂ = 2,88
28	гидросамарскит в минерале Кок - железа 0,78	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 11,71	Th O ₂ = 0,00
	призозит	пегматит	
		U O ₂ = 0,00–8,00, U O ₃ = 6,38–13,93	Th O ₂ = 0,60–2,00
29	монацит	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 0,11–0,40	Th O ₂ = 3,04–10,84
30	эльсворгит	пегматит	
		U ₃ O ₈ = 1,03–13,77	Th O ₂ = 0,00
31	апатит	пегматит	
		–	Th O ₂ = 0,12–0,53
32	самирезит	пегматит	
		UO ₂ = 8,00, UO ₃ = 17,51	Th O ₂ = 0,54
33	апатит	гранит	
		–	ThO ₂ = 0,10–0,62
34	ортит	гранит	
		–	ThO ₂ = 0,89–2,00

1	2	3	4
35	Ортит, район южного продолжения Черниговского разлома, салтычанский, токмакский, обиточенский комплекс гранитов	альбит-эпидотивные метасоматиты	
		–	ThO ₂ = 0,47, в биотитизированных гранитах 0,89
36	сфен	граниты анадольские	
		–	Th O ₂ = 0,44
37	ринколит	нефелиновый сиенит, Покрово-Киреевская структура	
		0,029–1,30	0,005–0,12
38	апатит	граносиенит	
		–	Th O ₂ = 2,04
39	апатит	граниты	
		–	ThO ₂ = 0,10–1,65

Купольно-кольцевые структуры сиенитового комплекса ПМ (фойяиты, нефелиновые сиениты, щелочные пегматиты, граниты, ультраосновные и основные породы) характеризуются стадийным щелочным метасоматизмом (мариуполитизация, альбитизация, ослоудинение, развитие щелочных темноцветных минералов, калишпатизация, нефелинитизация, канкринитизация, содалитизация, цеолитизация, флюоритизация). Фазовое распределение урана и тория (кроме собственных минералов) и уровень их содержания по разновидностям метасоматитов приведены в табл. 1, 2.

В структурах размещения пегматитов (табл. 1, 2) выражен полистадийный метасоматизм в условиях направленного падения температуры, давления и активным приносом K, Na, Ta, Nb, Li, Rb, Cs, Sn, U, Th, Be, TR, менее F и других элементов с образованием их минералов-концентраторов. Пегматиты по геолого-промышленному признаку относятся к безрудным, поллуцитовым, сподумен - поллуцит - лепидомелановым, редкоземельным типам. В специализации пегматитов на радиоактивную минерализацию можно выделить уранинит-касситеритовую, уранинит-ксенотимовую и смешанную их группы.

Складчатые структуры, контролирующие размещение железорудных полей и месторождений.

Породы метаморфического комплекса в этих структурах, в том числе и железорудной формации, претерпели регрессивные преобразования за счет энергии и вещества палингенно-метасоматического процесса. Он охватывает период формирования чарнокитов, плагиоклаз-микроклиновых гранитов, аляскитовых, аплит-пегматоидных гранитов и сиенитов. В метаморфической толще имеют место локальные продукты изменений: кислотного выщелачивания, калишпатовые, кварц-полевошпатовые, альбитовые, эпидот-альбитовые; кроме этого, родонитовые со спесартином, кварц - пирротиновые, сидерит-магнетит-кварцевые, биотитовые и роговообманково-биотитовые, обогащенные сульфидами и апатитом (P₂O₅ = 0,60–1,15%); следует отметить наличие кварц-пирротиновых со сфеном, цирконом, молибденитом, пиритом, сфалеритом; биотит-пирротин-гранатовые метасоматиты с пиритом, кварцем, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, монацитом, цирконом, апатитом, турмалином; известковистые и магнезиальные скарны (диопсид со скполитом, шпинелью, амфиболом, флогопитом). В зонах проявления радиоактивной минерализации развиты метасоматиты: магнетито-хлоритовые с разложенным радиоактивным минералом (уранинит(?)), апатитом, пиритом,

цеолитами; кварцево-микроклин-альбитовий метасоматит с биотитом, роговой обманкой, пироксеном, апатитом, цирконом, ортитом, хлоритом, карбонатом; кварцевый альбитит с хлоритом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном, магнетитом, пиритом; слабоизмененные кварцево - биотит - полевошпатовые гранитоиды с цирконом; измененные микроклин- кварц - олигоклазовые граниты с биотитом, серицитом, пиритом, уранинитом, урановой чернью, цирконом, циртолитом; измененные плагиограниты (биотито-плагиоклазо-кварцевые) с решетчатым микроклином, серицитом, гидрослюдой, хлоритом, пиритом, гематитом, лейкоксеном, циртолитом, уранинитом, урановой чернью и сорбциями урана на пирите; альбитизированные, окварцованные граниты с микроклином, хлоритом, мусковитом, гидроокислами железа, цирконом, циртолитом, реже эпидотом, гематитом; окварцованный плагиогранит (кварц-олигоклазовый) с биотитом, мусковитом, карбонатом, глинистым веществом, торитом, урановой чернью, малаконом, пиритом, молибденитом; микроклинизированный плагиогранит (кварц + плагиоклаз + решетчатый микроклин, замещающий плагиоклаз с биотитом, серицитом, мусковитом, пиритом, уранинитом (испытывает выщелачивание), настураном, апатитом, лейкоксеном, урановой чернью, цирконом, галенитом, карбонатом, каолином; плагиогранит (кварц-биотит-плагиоклазовый) карбонатизированный, серцитизированный, содержит решетчатый микроклин, сургучно-красный до черного цвета биотит, фосфоторит, торит, монацит, малакон, апатит; кварц-олигоклазовый гранит с решетчатым микроклином, густо-коричневым биотитом, серицитом, мусковитом, карбонатом, апатитом, цирконом, малаконом, монацитом, торитом, ортитом; кварц - хлоритовые с глаукофаном, хлорит-кварцевые метасоматиты с реликтами амфибола, пироксена, гидроокислами железа, уранинитом, коффинитом (?), лейкоксеном, апатитом, карбонатом, органикой. Следует отметить метасоматиты с хлоритом, окварцованные, хлоритизированные граниты среди кварцево-хлоритовых метасоматитов с пертитовым и решетчатым микроклином, эпидотом, гидроокислами железа, гематитом, пиритом, урановой чернью. Хлориты с реликтами амфибола, мартитом, гидроокислами железа, гематитом, лейкоксеном, апатитом, урановой чернью, разрушенным уранинитом; альбитит кварцевый с хлоритом, биотитом, микроклином, пиритом, апатитом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном; магнетит-гематитовые железистые образования с хлоритом, цеолитами, апатитом, карбонатом [5].

В отмеченных аномальных зонах минерализации характерны: $\text{Na}_2\text{O} = 0,10\text{--}5,83$; $\text{K}_2\text{O} = 0,12\text{--}8,88$; $\text{Si} = 5,0\text{--}15,0$; $\text{Al} = 3,0\text{--}10,0$; $\text{Ti} = 0,005\text{--}0,3$; $\text{Mn} = 0,05\text{--}0,30$; $\text{Ca} = 0,03\text{--}6,0$; $\text{Mg} = 1,0\text{--}3,0$; $\text{Fe} = 0,20\text{--}10,00$; $\text{S} = 0,0010\text{--}1,07$; $\text{P} = 0,0010\text{--}0,0150$; $\text{U} = 0,0008\text{--}0,133$; $\text{Th} = 0,0002\text{--}0,0102$; $\text{Zr} = 0,0002\text{--}0,0044$; $\text{Sc} = 0,0008\text{--}0,0010$; $\text{Nb} = 0,0010\text{--}0,0020$; $\text{Ta} = 0,0000\text{--}0,0012$; $\text{La} = 0,0003\text{--}0,0010$; $\text{Ce} = 0,0050\text{--}0,007$; $\text{Y} = 0,0006\text{--}0,0030$; $\text{Yb} = 0,0002\text{--}0,0040$; $\text{Ga} = 0,0001\text{--}0,0002$; $\text{Ge} = 0,0001\text{--}0,0003$; $\text{Mo} = 0,0002\text{--}0,090$; $\text{Sn} = 0,0003\text{--}0,0009$; $\text{Pb} = 0,0020\text{--}0,0106$; $\text{Ni} = 0,0060\text{--}0,0300$; $\text{V} = 0,0020\text{--}0,0095$; $\text{Zn} = 0,0050\text{--}0,0100$; $\text{Cr} = 0,0030\text{--}0,0600$; $\text{Ba} = 0,0300\text{--}0,1500$; $\text{Sr} = 0,0090\text{--}0,2000$.

В метаморфической толще ПМ следует отметить и такие зоны минерализации: кварц - микроклин - альбитовые по основным кристаллосланцам с реликтами пироксена, амфибола содержащие хлорит, биотит, апатит, циркон, ортит, пирит- кварцевый альбитит с хлоритом, биотитом, микроклином, пиритом, апатитом, радиоактивным сфеном, лейкоксеном; роговообманково-биотитовые и

биотит-роговообманковые с апатитом (до 30 %), цирконом, сульфидами (до 15%), хлоритом, магнетитом, микроклином, плагиоклазом, шпинелью в магнетите среди железистых кварцитов; роговообманковые и биотит-роговообманковые с сульфидами, тетраферрибиотитом, хлоритом, карбонатом, актинолитом, плагиоклазом, микроклином, цирконом среди железистых кварцитов; практически мономинеральные тетраферрибиотитовые, рибекитовые и смешанные, а также грюнерит-рибекитовые, грюнерит-тетраферрибиотитовые с магнетитом, плагиоклазом, карбонатом среди железистых кварцитов; кварц-биотит-пирротин-гранатовые метасоматиты с силлиманитом, пиритом, апатитом, монацитом. Аномальные зоны минерализации имеют такие значимые элементы (%): $\text{Na}_2\text{O} = 0,10\text{--}5,83$; $\text{K}_2\text{O} = 0,12\text{--}8,88$; $\text{Si} = 5,0\text{--}15,0$; $\text{Al} = 3,0\text{--}10,0$; $\text{Ti} = 0,005\text{--}0,3$; $\text{Mn} = 0,05\text{--}0,30$; $\text{Ca} = 0,03\text{--}6,0$; $\text{Mg} = 1,0\text{--}3,0$; $\text{Fe} = 0,20\text{--}10,00$; $\text{S} = 0,0010\text{--}1,07$; $\text{P} = 0,0010\text{--}0,0150$; $\text{U} = 0,0008\text{--}0,133$; $\text{Th} = 0,0002\text{--}0,0102$; $\text{Zr} = 0,0002\text{--}0,0044$; $\text{Sc} = 0,0008\text{--}0,0010$; $\text{Nb} = 0,0010\text{--}0,0020$; $\text{Ta} = 0,0000\text{--}0,0012$; $\text{La} = 0,0003\text{--}0,0010$; $\text{Ce} = 0,0050\text{--}0,007$; $\text{Y} = 0,0006\text{--}0,0030$; $\text{Yb} = 0,0002\text{--}0,0040$; $\text{Ga} = 0,0001\text{--}0,0002$; $\text{Ge} = 0,0001\text{--}0,0003$; $\text{Mo} = 0,0002\text{--}0,0090$; $\text{Sn} = 0,0003\text{--}0,0009$; $\text{Pb} = 0,0020\text{--}0,0106$; $\text{Ni} = 0,0060\text{--}0,0300$; $\text{V} = 0,0020\text{--}0,0095$; $\text{Zn} = 0,0050\text{--}0,0100$; $\text{Cr} = 0,0030\text{--}0,0600$; $\text{Ba} = 0,0300\text{--}0,1500$; $\text{Sr} = 0,0090\text{--}0,2000$.

Метасоматиты в биотито-амфиболовых гнейсах: $\text{Ba} = 0,250$, $\text{Sr} = 0,050$, $\text{Zr} = 0,015$, $\text{Be} = 0,001$, $\text{Sc} = 0,003$, $\text{Pb} = 0,001$, $\text{V} = 0,010$, $\text{Cr} = 0,030$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Cu} = 0,003$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Co} = 0,001$, $\text{La} = 0,006$, $\text{Y} = 0,004$, $\text{Zn} = 0,020$, $\text{Sr}/\text{Ba} = 0,20$; биотититы $\text{Ba} = 0,200$, $\text{Sr} = 0,040$, $\text{Zr} = 0,020\text{--}0,012$, $\text{Pb} = 0,003$, $\text{V} = 0,007$, $\text{Cr} = 0,003$, $\text{Cu} = 0,003$, $\text{Be} = 0,001$, $\text{La} = 0,006$, $\text{Y} = 0,004$, $\text{Zn} = 0,100$, $\text{Sr}/\text{Ba} = 0,50$;

Метасоматиты гранат-сульфидно-биотитового состава: $\text{Ba} = 0,050$, $\text{Sr} = 0,030$, $\text{Zr} = 0,010$, $\text{V} = 0,010$, $\text{Cr} = 0,005$, $\text{Ni} = 0,002$, $\text{Cu} = 0,006$, $\text{Y} = 0,003$;

Метасоматиты в биотито-амфиболовых гнейсах: $\text{Ba} = 0,250$, $\text{Sr} = 0,000$, $\text{Zr} = 0,010$, $\text{Pb} = 0,002$, $\text{V} = 0,010$, $\text{Cr} = 0,005$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Cu} = 0,003$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Co} = 0,001$, $\text{La} = 0,040$, $\text{Zn} = 0,020$, $\text{P} = 0,015$;

Для метасоматитов в графит-гранат-биотитовых гнейсах характерно низкое значение $K_{\text{ок}} = 0,088\text{--}0,442$ и высокое содержанием: $C_{\text{орг.}} = 0,28\text{--}15,57$, $\text{S} = 0,12\text{--}2,24$, $\text{Rb} = 0,059\text{--}0,326$, $\text{Cs} = 0,002\text{--}0,008$, $\text{Li} = 0,008\text{--}0,030$, $\text{F} = 0,02\text{--}0,09$ (%) при наличии прямой связи содержания Rb и Cs (Li , K_2O), а также V_2O_5 и $C_{\text{орг.}}(\text{S})$. Содержание других элементов имеют такие пределы колебаний (%): $\text{P} = 0,009\text{--}0,100$; $\text{Ba} = 0,025\text{--}0,100$, $\text{Sc} = 0,0008\text{--}0,0010$, $\text{Zr} = 0,0050\text{--}0,0500$, $\text{Pb} = 0,0010\text{--}0,0030$; $\text{Ni} = 0,0020\text{--}0,0200$; $\text{Zn} = 0,0040\text{--}0,0250$, $\text{Cu} = 0,001\text{--}0,0100$, $\text{Mo} = 0,0005\text{--}0,0025$, $\text{La} = 0,0020\text{--}0,0063$, $\text{Yb} = 0,0001\text{--}0,0002$, $\text{Y} = 0,001\text{--}0,002$, $\text{Ce} = 0,0008\text{--}0,0032$, $\text{Nb} = 0,0001\text{--}0,0025$. Содержание элементов в зоне максимального содержания Li , Rb такое: $\text{Mn} = 0,050$, $\text{Ba} = 0,080$, $\text{Be} = 0,0001$, $\text{Zr} = 0,005$, $\text{Pb} = 0,002$, $\text{V} = 0,010$, $\text{Cr} = 0,015$, $\text{Ni} = 0,005$, $\text{Co} = 0,001$, $\text{Cu} = 0,003$, $\text{Nb} = 0,002$, $\text{Zn} = 0,005$, $\text{La} = 0,0063$, $\text{Yb} = 0,0001$, $\text{Y} = 0,0012$, $\text{Ce} = 0,010$, $\text{P} = 0,063$. Химический этих метасоматитов (вес. %): $\text{SiO}_2 = 62,68$, $\text{TiO}_2 = 0,42$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,13$, $\text{FeO} = 6,46$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,53$, $\text{MnO} = 0,05$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,063$, $\text{CaO} = 3,72$, $\text{MgO} = 2,90$, $\text{K}_2\text{O} = 2,90$, $\text{Na}_2\text{O} = 2,95$, $\text{S} = 0,28$, $\text{SO}_3 = 0,03$, $\text{CoO} = 0,02$, $\text{NiO} = 0,009$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,05$, $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,23$, $\text{CO}_2 = 0,04$, $C_{\text{орг.}} = 0,3$. Радиоактивность в таких породах несколько превышает обычный фоновый уровень, очевидно, она обусловлена содержанием Rb и K^{40} .

В зонах кислотного выщелачивания и щелоченных железистых кварцитов содержание радиоактивных элементов изменчивое. Например, в биотито - андалузит - мусковитовых сланцах содержание $\text{U} = 0,0022\text{--}0,0045$, $\text{Th} = 0,0034\text{--}0,0042\%$, трещиноватые микроклинизированные и сульфидизированные вторичные

кварцитами $U = 0,0004-0,1530$, $Th = 0,0004-0,0121\%$, а в тектонической зоне с сульфидами, серицитом $U = 0,0140\%$. В гранат-биотит-амфиболовых метасоматитах среди железистых кварцитов $U = 0,0001-0,0004$, $Th = 0,0$. Радиоактивная минерализация в них приурочена к участкам интенсивной тектонической переработке пород и проявления гематитизации, сульфидизации, каолинитизации, карбонатизации. Полезная минерализация представлена кффинитом, уранинитом, цирконом, монацитом, ксенотимом, ильменорутилом, апатитом, рутилом. Поэлементный состав зоны оруденения (в порядке убывания): Si, Ba, Al, Ti, Fe, Ce, Zr, La, Мп, Y, Nb, Ca, Pb, P, Mg, Li, U, Th, Mo, Sn, Be. На участках полевошпатовых кварцитов прослеживается увеличение Y, Yb, Bi, Mo, Sn. Отдельную группу представляют ураноториевые проявления экзогенного характера, которые приурочены к палеозойской и кайнозойской рудоконтролирующим тектоно-экзогенным сериям структур. Она включает субэаральный тип (пенеплен или коры выветривания, денудационные, озерно-болотные впадины и котловины, континентальные мелководные бассейны) на территории, прилегающей к коренным источникам ураноториевых проявлений, а также структуры субмаринного типа (прибрежно-морские трансгрессивно-регрессивных циклов девона и, возможно, карбона на сопряжении ПМ и ДДВ). Первая группа тяготеет к бучакским образованиям в депрессиях размером до 3 на 10 км. В их основании могут залегать продукты коры выветривания, которые переходят в галечники или грубоокатанные отложения, грубозернистые пески, сменяемые затем переслаиванием тонкозернистых песков, глин, с углистым веществом, прослоями углей. Мощность аномальных зон достигает 10 м. Расстояние переноса вещества от коренных источников по предварительным данным оценивается до 5 км. Содержание U аномальных участков колеблется в пределах $0,0003-0,0110\%$, $Th = 0,0009-0,0077\%$. В продуктах кор выветривания на коренных источниках вещества $U = 0,0003-0,0016\%$, $Th = 0,0008-0,0221\%$.

Выводы. Распределение урана и тория в зонах оруденения рассмотренных структур таково: собственные минералы, изоморфная примесь в ассоциирующих с ними минералах или включения первых в последних. Ураноториевая минерализация ПМ характеризуется генетической (парагенетической) сопряженностью с минеральными ассоциациями экзогенного характера и метасоматитов. Последние обусловлены пространственной и временной стадийностью поступления и изменения РТХ-условий растворов (в том числе повышение летучести кислорода) в рамках структур сосредоточения потока. Эти структуры имеют региональный и локальный ранг. К первым относятся протерозойские купольно-кольцевые (сводово-глыбовые) поднятия в районах малой мощности коры и линейные структуры типа расколов-раздвигов в районах с повышенной ее мощностью с развитым дифференцированным щелочным комплексом пород. Вторые или локальные структуры связаны с периодом внедрения и становления интрузивов этого комплекса, которые представлены ранними протоинтрузивными (расслоенность в щелочно-основных массивах, остаточные и кристаллизационные в гранитах, граносиенитах), позднеинтрузивными (контракционные, кливажные трещины), разломами. Отдельную группу структур представляют зоны син- и позднемагматических разломов (зоны катаклаза, милонитизации, дилатансии, брекчирования, расланцевания), контролирующие проявления калинатрового, щелочно-карбонатного, сульфидно-карбонатного, фторного метасоматоза на площади

розвиття щелочного магматизма (рудопроявлення Азовское, Петрово-Гнутово, Дружба и др.). Сюда можна віднести нефелін-плагіоклаз-калішпатові метасоматити серед карбонатних порід метаморфічного комплексу, що знаходяться в приконтатних розломах магматогенних структур щелочного комплексу (Старокримське, Мариупольське залізорудні поля і др.).

Іншу генетическу групу структур представляють грабенообразні структури і тектонічні зони серед метаморфічних толщ, в том числі залізорудної формації. Вони контролюють розміщення пегматитів і проявлення щелочного калінатрового метасоматоза, не маючи зв'язи з конкретними телами магматитів. Сюда входять: деформовані складчаті структури раннього закладення, контролюючі розміщення залізорудних полів і локальні зони делатансії, катаклаза, милонітизації, расланцевания, межслоєвого проскальзвання; локальні розриви з переміщенням, особливо в структурах з опрокинутими крильями, виведеним шарніром на більш високі гіпсометричні рівні (Сергеевська, Куксунгурська, Корсакська, Старокримська, Сачкинська, Сорокинська, Гуляйпольська, Федоровська, Дибровська, Волчанська, Северотерсянська, і др.). Крім того на ПМ мають місце структури тектоно-екзогенної серії субаерального типу, а також структури субмаринного типу (прибережно-морські трансгресивно-регресивних циклів девона, можливо, карбона на границі ПМ і ДДВ).

Бібліографічні посилання

1. **Белевцев Я. Н.** Генетическі типи і закономірності розміщення уранових місцорождень України / Я. Н. Белевцев, В. Б. Коваль, А. Х. Бакаржіев і др. – К.: Наук. Думка, 1995. – 396 с.
2. **Донской А. Н.** Геохімія і мінералогія ніобія і тантала щелочних порід Українського щита / А. Н. Донской, О. П. Шаркін // Геохімія і рудообразование. – К.: Наукова думка, 1992. – Вип. 19. – С. 118–136.
3. **Ефимов А. Ф.** Типоморфізм породообразуючих темноцвітних мінералів щелочних порід / А. Ф. Ефимов. – М.: Наука, 1983. – 255 с.
4. **Загнито В. Н.** Ізотопна геохімія карбонатних і залізисто-кремністих порід Українського щита / В. Н. Загнито, И. П. Луговая. – К.: Наукова думка, 1989. – 316 с.
5. **Каталенец А. И.** О редкометальном оруденении Новоукраинского рудного поля (Западное Приазовье) / А. И. Каталенец, В. Б. Коваль // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: НГУ, 2009. – Т. 1. – № 33. – С. 21–32.
6. **Кулиш Е. А.** Уранові руди світа. Геологія, ресурси, економіка / Е. А. Кулиш, В. А. Михайлов. – К.: НАН України, КНУ ім. Тараса Шевченка, 2004. – 277 с.
7. **Литовченко Е. И.** Гранітні пегматити Західного Приазов'я. – К.: Наукова думка, 1976. – 130 с.

Надійшла до редколегії 04.03.2014 р.