

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 рудопроявлений. 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 рудопроявів. 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 исследования. В основу исследования положены данные по геологическому строению ПМ, структурный и литохимический контроль размещения ураноториевых аномалий, проявлений и месторождений, типоморфные свойства минералов, фазовое распределение урана, тория. Вместе с этим были привлечены результаты исследований [2–5, 7 и др.].

Обсуждение. Приазовский мегаблок занимает восточную часть Украинского щита, которая ограничена на севере Днепровско-Донецкой (ДДВ), на юге – Азово-Черноморской впадиной. Восточная его граница проходит по Грузско-Еланчикской, западная – по Орехово-Павлоградкой зоне разломов. Детали тектонического строения ПМ приведены на рис. 1. Фазовое распределение урана и тория (кроме собственных минералов), а также уровень их содержания по разновидностям метасоматитов приведены в табл. 1, 2.

Тектономагматогенная серия структур ПМ включает такие группы: собственно купольно-кольцевые структуры граносиенитового комплекса и купольные или малые гранитоидные интрузии (каменномогильский тип) на востоке ПМ, Богдановский, Терсянский щелочные массивы на западе и линейный Черниговский массив в центральной его части. Последний из массивов приурочен к расколу-раздвигу дугообразной формы, где породы представлены гнейсами и кристаллосланцами архея. Переход их в карбонатитовый комплекс такой: биотито-амфиболовые гнейсы – пироксенсодержащие фениты – биотит - нефелиновые фениты – слюдиты – карбонатиты. В пределах зоны оруденения имеют место сиенито-пегматиты, щелочные ультрабазиты (мальтийгиты, пироксениты, оливиниты, горнблендиты), нефелиновые сиениты, фениты, карбонатиты. Основной состав метасоматических минералов приведен в табл. 1. Следует отметить наличие магнезиальных слюд, салита, катафорита, рихтерита, тремолита, биотита, лепидомелана, тетраферрифлогопита. Они характеризуются высокой степенью окисленности железа (коэффициент окисленности железа, $K_{ок} = Fe_2O_3 / Fe_2O_3 + FeO$) и содержанием F соответственно: салит зоны фенитизации 0,71, 0,98%; рихтерит карбонатных прожилков 0,54, 1,71%; катафорит зоны нефелинизации 0,71, 0,68%; тремолит карбонатитов 0,68, 1,23%; биотит жильных гранитов 0,30, 0,09%; лепидомелан миаскитов 0,64, 1,15%; биотит из биотито-амфиболовых пород 0,43, F = 0,44%; тетраферрифлогопит из карбонатитов 0,65, F = 2,58%. В карбонатитах главными концентраторами лития, рубидия, цезия выступают слюды, бария (до 2000 г/т) и стронция (до 200 г/т) пироксены и слюды (Ba до 2000 г/т, Sr до 11800 г/т). Особенности малых купольных структур наведены в табл. 1, 2. В них наблюдается эволюция флюидов, которая в условиях изменения щелочности-кислотности протекала в несколько стадий: ранняя связана с микроклинизацией и альбитизацией, стадия кислотного и более позднего щелочного метасоматоза (сидерофиллит-кварц-полевошпатовые, мусковит-альбит-кварцевые грейзены) с флюоритом и алюмофторидами. Рудная нагрузка заключается в развитии редкометалльно-редкоземельной минерализации (циркон-редкоземельная, ниобий- танталовая, касситеритовая). Уровень содержания урана в данном типе структур изменчив: граниты – биотитовые 0,0010, роговообманковые 0,0022, биотито-альбит-микроклиновые 0,0022, биотито-альбит-микроклиновые 0,0100, альбитизированные 0,0017, альбититы 0,0004-0,0016, окварцованные 0,0004%.

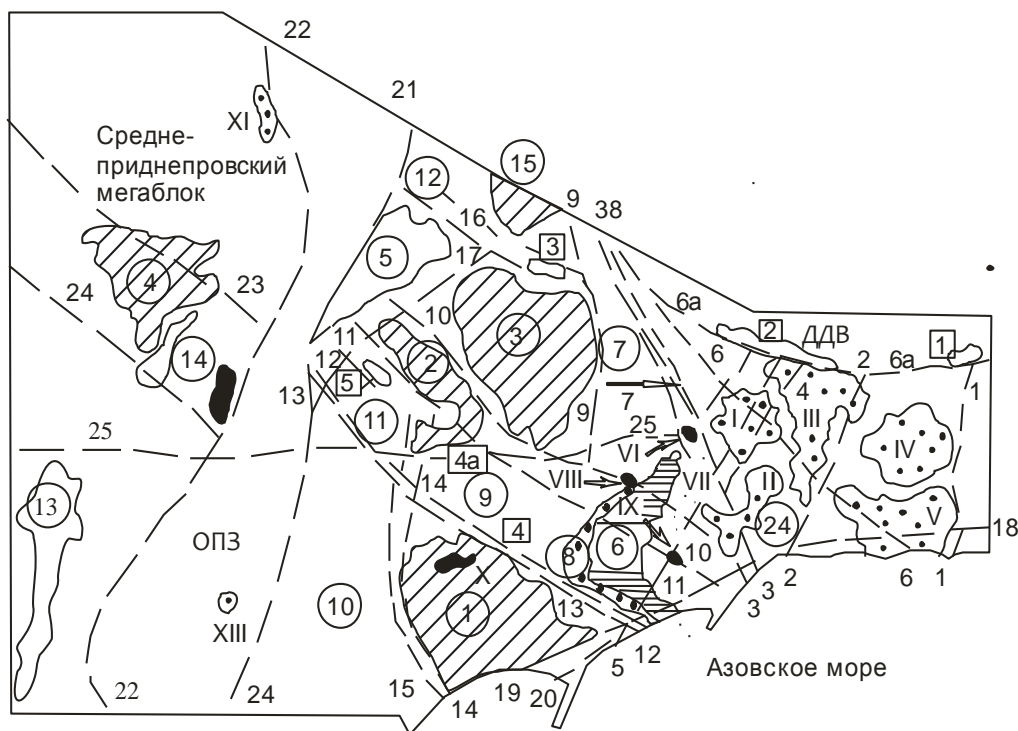


Рис. 1. Схематическая карта размещения главных структур Приазовского мегаблока Украинского щита:

Разломы: 1 – Грузско-Еланчикский; 2 – Кальмиусский; 3 – Малайникольский; 4 – Донской; 5 – Володарский (Ольгинский); 6 – Криворожско-Павловский; 6а – Южнодонбасский; 7 – Павловский (Новопавловский); 8 – Куйбышевский; 12 – Николаевский; 13 – Сорокинский; 14 – Черниговский; 15 – Корсакский; 16 – Федоровский (Северный); 17 – Оперяющий; 18 – Хомутово-Ростовский; 19 – Бердянско-Мариупольский; 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 – Малайникольская; 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 доломит-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, протолитнионит, 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 жилоподобные 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 рудопроявлений Призовского 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	гетчеттолит	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 Призовского 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	
		$U O_2 = 1,38-3,00$ $U_3O_8 = 1,36-11,98$	$Th O_2 = 0,00-0,44,$ $O_2 = 0,25-1,65$
10	Измененные граниты каменномогильского типа		
	пирохлор	$U O_2 = 0,20-0,22$	$Th O_2 = 0,20-0,26$
	ортит	–	$Th = 0,40$
	апатит	–	$Th = 1,40$
11	апатит	нефелиновый сиенит, фениты	
		–	$Th O_2 = 0,50-5,25$

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
	призмовит	пегматит	
		U O ₂ = 0,00–8,00, U O ₃ = 6,38–13,93	ThO 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

Окончание табл. 2

1	2	3	4
35	Ортит, район южного продолжения Черниговского разлома, салтычанский, токмакский, обитоценский 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

разложеним радіоактивним мінералом (уранинит(?)), апатитом, піритом, цеолитами; кварцево-мікроклін-альбітовий метасоматит з біотитом, роговий обманкою, піроксеном, апатитом, цирконом, ортитом, хлоритом, карбонатом; кварцевий альбітит з хлоритом, радіоактивним сфеном, лейкоксеном, магнетитом, піритом; слабозміннені кварцево - біотит - полевошпатове гранитоїди з цирконом; змінені мікроклін- кварц - олигоклазові граніти з біотитом, серицитом, піритом, уранинитом, урановою черню, цирконом, циртолітом; змінені плагіограніти (біотито-плагіоклазо-кварцеві) з решітчастим мікрокліном, серицитом, гидрослюдою, хлоритом, піритом, гематитом, лейкоксеном, циртолітом, уранинитом, урановою черню і сорбціями урана на піриті; альбітизовані, окварцовані граніти з мікрокліном, хлоритом, мусковітом, гідрооксидами заліза, цирконом, циртолітом, реже епідотом, гематитом; окварцований плагіограніт (кварц-олигоклазовий) з біотитом, мусковітом, карбонатом, глинистим речовиною, торитом, урановою черню, малаконом, піритом, молибденитом; мікроклінізований плагіограніт (кварц + плагіоклаз + решітчастий мікроклін, заступає плагіоклаз з біотитом, серицитом, мусковітом, піритом, уранинитом (спробує вищелачивання), настураном, апатитом, лейкоксеном, урановою черню, цирконом, галенитом, карбонатом, каоліном; плагіограніт (кварц-біотит-плагіоклазовий) карбонатований, серцитований, містить решітчастий мікроклін, сургучно-червоний до чорного кольору біотит, фосфоторит, торит, монацит, малакон, апатит; кварц-олигоклазовий граніт з решітчастим мікрокліном, густо-коричневим біотитом, серицитом, мусковітом, карбонатом, апатитом, цирконом, малаконом, монацитом, торитом, ортитом; кварц - хлоритові з глаукофаном, хлорит-кварцеві метасоматити з реліктами амфібола, піроксена, гідрооксидами заліза, уранинитом, коффінітом (?), лейкоксеном, апатитом, карбонатом, органікою. Слід відзначити метасоматити з хлоритом, окварцовані, хлоритовані граніти серед кварцево-хлоритових метасоматитів з пертитовим і решітчастим мікрокліном, епідотом, гідрооксидами заліза, гематитом, піритом, урановою черню. Хлорити з реліктами амфібола, мартитом, гідрооксидами заліза, гематитом, лейкоксеном, апатитом, урановою черню, розрушеним уранинитом; альбітит кварцевий з хлоритом, біотитом, мікрокліном, піритом, апатитом, радіоактивним сфеном, лейкоксеном; магнетит-гематитові залізисті утворення з хлоритом, цеолитами, апатитом, карбонатом [5].

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

В метаморфическій товщі ПМ слід відзначити і такі зони мінералізації: кварц - мікроклін - альбітові по основним кристалосланцям з реліктами піроксена, амфібола містять хлорит, біотит, апатит, циркон, ортит, пірит- кварцевий альбітит з хлоритом, біотитом, мікрокліном, піритом, апатитом, радіоактивним сфеном, лейкоксеном; роговообманково-біотитові і

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: $\text{Ba} = 0,250$, $\text{Sr} = 0,000$, $\text{Zr} = 0,010$, $\text{Pb} = 0,002$, $\text{V} = 0,010$, $\text{Cr} = 0,005$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Cu} = 0,003$, $\text{Ni} = 0,012$, $\text{Co} = 0,001$, $\text{La} = 0,040$, $\text{Zn} = 0,020$, $\text{P} = 0,15$;

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 $C_{\text{орг.}}$ (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 ошелоченных 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 кварциты $U = 0,0004-0,1530$, $Th = 0,0004-0,0121\%$, 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, рассланцевания), 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, знаходячись в приконтатних розломах магматогенних структур щелочного комплексу (Старокримське, Маріупольське залізорудні поля и 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 існуючих зв'язі з конкретними телами магматитів. Сюда входять: деформовані складчаті структури раннього закладення, контролюючі розміщення залізорудних полів і локальні зони делатансії, катаклаза, мільонізації, расланцевания, межслоєвого проскальзання; 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, и др.). Крім того на ПМ існують 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 и др. – К.: Наук. Думка, 1995. – 396 с.
2. **Донської А. Н.** Геохімія і мінералогія ніобія і тантала щелочних порід Українського щита / А. Н. Донської, О. П. Шаркін // Геохімія і рудообрання. – К.: Наукова думка, 1992. – Вип. 19. – С. 118–136.
3. **Ефимов А. Ф.** Типоморфізм породообранючих темноцвітних мінералів щелочних порід / А. Ф. Ефимов. – М.: Наука, 1983. – 255 с.
4. **Загніто В. Н.** Ізотопна геохімія карбонатних і залізисто-кремністих порід Українського щита / В. Н. Загніто, І. П. Луговая. – К.: Наукова думка, 1989. – 316 с.
5. **Каталенец А. І.** О редкометаліному орудененні Новоукраїнського рудного поля (Західне Приазов'є) / А. І. 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. І.** Гранітні пегматити Західного Приазов'є. – К.: Наукова думка, 1976. – 130 с.

Надійшла до редколегії 04.03.2014 р.