

УДК 553.493.68 (477)

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТОРИЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ДОКЕМБРИЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЯХ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Кузьмин А. В., Ярошук М. А.

Кузьмин А. В. ст. н. с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»

Ярошук М. А. д. г.-м.н., в.н.с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины» marina_yaroshchuk@meta.ua

Рассмотрены существующие на территории стран СНГ классификации ториевого оруденения. Предложена классификация его на уровне генетических типов, подтипов и торийсодержащих рудных формаций для докембрийских образований Украинского щита. Выделены 5 типов ториевого оруденения: ультраметаморфический (магматический), связанный с гранитоидами; магматический, связанный со щелочными интрузиями; метасоматический; гидротермальный и терригенно-кластогенный. С использованием коэффициента интенсивности рудообразования намечены промышленные перспективы выделенных генетических типов и подтипов в пределах мегаструктур (блоков, межблоковых шовных зон Украинского щита).

Ключевые слова: генетические классификации, типы комплексных руд тория, промышленные перспективы руд тория, торийсодержащие рудные формации, коэффициент интенсивности рудообразования.

Введение

Практически все месторождения, из которых добывается торий, являются комплексными торийсодержащими редкоземельными, редкометальными или урановыми. Их промышленная ценность в отношении тория в каждом конкретном случае определяется с учетом не только содержания всех полезных компонентов, но и минеральной формой тория и наличием соответствующих технологических схем его извлечения. Единых установившихся требований к торийсодержащим рудам эндогенных месторождений не существует. Сегодня речь идет не о промышленных месторождениях собственно тория, ибо запасы его в странах СНГ официально не утверждались, а о потенциальных источниках, оценка промышленных перспектив которых лишь авторская. В связи с этим для систематизации и анализа имеющегося фактического материала по торийности докембрийских образований Украинского щита (УЩ) нами используется опыт геологоразведочных работ на уран, как хорошо изученный родственный элемент. При этом учитывается, что более высокое содержание тория в земной коре относительно урана «компенсируется» тем, что уран в рудах находится в собственной минеральной форме, а торий, главным образом, в форме торийсодержащих минералов в качестве изоморфной примеси. По данным [1] 86,7% прогнозных ресурсов тория стран СНГ заключено в эндогенных месторождениях где руды с содержанием его от 0,1 до 2,0% и выше составляют всего 4,4%. Сопоставление средних содержаний урана в эндогенных месторождениях и рудопроявлениях УЩ со средним содержанием тория тория в его рудопроявлениях показало высокое сходство. Поэтому по аналогии с урановорудными объектами [2] нами принимается следующая категоризация ториевых руд по качеству: руды с содержанием тория 0,01 – 0,049% оцениваются как убогие (забалансовые), 0,05-0,099% – как бедные, 0,1-0,299% – как рядовые, 0,3-0,499% – как среднего качества, 0,5 0- 0,999% как богатые и выше 1,0% – как очень богатые.

При определении ранга торийпроявлений по аналогии с ураном использованы следующие критерии:

– к проявлениям отнесены объекты, где есть не менее двух пересечений, из которых хотя бы одно имеет содержание тория 0,05% и выше при произведении содержания на

мощность не менее 0,035% м, или где есть лишь одно пересечение с таким же содержанием тория, но произведение содержания на мощность не менее 0,07% м;

– к проявлениям минерализации отнесены объекты с содержанием тория от 0,01 до 0,49% при любой мощности, а также единичные пересечения с содержанием тория, равным или превышающим 0,05%, если произведение его на мощность не достигает 0,035% м.

Цель работы. Обзор существующих классификаций ториевого оруденения на территории стран СНГ и разработка классификации его на уровне генетических типов, подтипов и торийсодержащих рудных формаций для докембрийских образований Украинского щита.

Результаты исследования и их обсуждение

Известны четыре, разработанные в разное время, классификации торийсодержащих месторождений и рудопроявлений. Первая [3] включала 9 генетических групп, из которых к эндогенному классу относились магматические, пневматолитовые, мигматитовые, карбонатитовые, пневматолито-гидротермальные и гидротермальные объекты, а к экзогенному – континентальные, прибрежно-морские и метаморфизованные россыпи. В монографии [4] детально рассмотрены торийсодержащие карбонатитовые комплексы, а также группы торийсодержащих пневматолито-гидротермальных и средне-низкотемпературных гидротермальных месторождений. Позднее были разработаны классификации торийсодержащих месторождений и рудопроявлений уже на формационном уровне. В 1975 году [5] в эндогенном классе были выделены 23 формаций, включающих 30 минеральных типов. В ходе дальнейших работ к 1995 году эта классификация претерпела существенные изменения [1]. В эндогенном классе определились 6 торийсодержащих рудных формаций и 19 минеральных типов. Это в значительной мере связано с тем, что вначале некоторые формации и особенно минеральные типы были выделены на базе ограниченного количества объектов и дальнейшие исследования не подтвердили устойчивое распространение выделенных ассоциаций в отношении как рудной минерализации, так и вмещающих породных комплексов.

Первая попытка классификации ториевого оруденения в пределах УЩ была сделана в 2007 году [6]. До этого времени на Украине никаких специальных геолого-разведывательных или научно-исследовательских работ на торий в породах докембрия не проводилось, а информация о его концентрациях появлялась лишь попутно при поисках и изучении урановых, и в меньшей мере, редкоземельных месторождений и ограничивалась фиксацией содержания тория, мощности пересечения и наименования вмещающей породы. Лишь изредка изучался состав и изотопный возраст ториевой минерализации. Поэтому классификация выполнена лишь на уровне генетических типов. В эндогенном классе выделены магматический (ультраметаморфический), связанный с гранитоидами, магматический, связанный со щелочными интрузиями, метасоматический и гидротермальный; в метаморфическом – осадочный метаморфизованный, а в экзогенном – осадочный терригенный генетические типы.

В 2010 году [7] сделана попытка на основе вещественно-структурной характеристики в основном эндогенного оруденения в породах УЩ выделить около 10 ториевых рудных формаций: редкометальных (редкоземельных) гранитов, фтор-редкометально-редкоземельной в щелочных сиенитах, редкометальной в нефелиновых сиенитах Приазовья, уран-редкоземельных биотит-микроклиновых метасоматитов, редкометально-редкоземельной в лейкогранитах, редкометально-редкоземельной в гранитах рапакиви, фтор-карбонат-редкоземельно-редкометальной в вулканитах, редкометальной скарновой, фосфор-редкоземельно-редкометальной в карбонатитах, ряда формаций, связанных с пегматитами. Большинство из них охарактеризованы довольно схематично, особенно редкоземельно-редкометальная в гранитах рапакиви, фтор-карбонат-редкоземельно-редкометальная в вулканитах, редкометальная скарновая и формации, связанные с пегматитами. К формации редкометальных гранитов отнесены довольно неоднородные образования: жильные тела

моноцитоносных лейкогранитов, граниты Токовского и Салтычанского массивов, обогащенные ортитом, Анадольское месторождение ортитовых руд, связанное со щелочной интрузией. В то же время монацитоносные лейкограниты определяют редкометалльно-редкоземельную формацию в лейкогранитах. Относительно самого термина «ториевая рудная формация» следует заметить, что в пределах УЩ ни одна из выделенных формаций не вмещает собственно ториевых не только месторождений, но и рудопроявлений. На разведанных комплексных торийсодержащих редкометалльных, редкоземельных и урановых месторождениях запасы тория не определялись даже в авторском варианте. Поэтому выделенные формации следует относить не к ториеворудным, а к торийсодержащим.

Предлагаемая генетическая классификация ториевого оруденения в докембрийских образованиях УЩ

За основу для дальнейшей разработки мы приняли классификацию, приведенную в работе [6]. Более детальное изучение материалов по ториепроявлениям позволило, главным образом по составу вмещающих пород, в каждом генетическом типе выделить несколько подтипов, а с учетом данных [8] по составу рудной минерализации в большинстве подтипов наметить торийсодержащие рудные формации. В то же время, оруденение, ранее отнесенное к метаморфическому классу, оказалось целесообразным рассматривать в экзогенном классе в качестве осадочного терригенного метаморфизованного подтипа терригенно-кластогенного генетического типа, представленного континентальными россыпями. Более правильным представляется оруденение ранее выделенного магматического (ультраметаморфического), связанного с гранитоидами, генетического типа отнести к ультраметаморфическому (магматическому), связанному с гранитоидами, типу (таблица 1).

Таблица 1. Генетическая классификация ториепроявлений в докембрийских образованиях Украинского щита

Генетический тип	Генетический подтип	Вероятные торийсодержащие рудные формации	Индекс подтипа
I. Ультраметаморфический (магматический), связанный с гранитоидами.	1. Граниты и мигматиты.		I-1
	2. Граниты аплит-пегматоидные	Акцессорная урано-ториевая минерализация Акцессорная урано-ториевая минерализация	I-2
	3. Пегматиты	Акцессорная урано-ториевая минерализация	I-3
II. Магматический, связанный со щелочными интрузиями	1. Образования габбро-сиенитовой формации	а) Редкометалльная торийсодержащая в нефелиновых сиенитах.	II-1a
		б) Фтор-редкометалльно-редкоземельная торийсодержащая в безнефелиновых сиенитах	II-1б
III. Метасоматический.	2. Образования щелочной ультраосновной формации	Фтор-торий- редкоземельная в линейных карбонатитах	II-2
	1. Образования, обусловленные глубинными флюидизатами	Редкоземельно-ториевая на участках развития флюидизитов	III-1
	2. Калиевые метасоматиты, связанные постгранитизационными процессами.	Уран-торий- редкоземельная в высокотемпературных приразломных калиевых метасоматитах	III-2
	3. Существенно натриевые метасоматиты, связанные с внедрением щелочных интрузий.	Редкометалльно-редкоземельная в торийсодержащих фенитах	III-3
IV. Гидротермальный	1. Образования, связанные с	Жильно-штокверковые и	IV-1

	тектоно-термальній активізацією в земній корі.	метасоматическіе тіла комплексних, іноді торієвих руд, контролюєміє разрывніми структурами.возможно несколько формаций	
	2. Натрій-цирконій-фосфорні метасоматити зон разломів.	Уранова торієсодержаща в приразломних натрієвих метасоматитах	IV-2
V. Терригенно-кластогенний	1. Осадочний терригенний метаморфізований	Урано-торієва в докембрійських конгломератах.	V-1
	2. Осадочний терригенний	Континентальна, в основному монацитовіе, россыпи	V-2

Распределение ториепроявлений по генетическим типам (подтипам) на территории щита довольно неравномерно (таблица 2). Большинство их (57,2%) относится к ультраметаморфическому (магматическому), связанного с гранитоидами, типу. Они распространены на всей территории щита. Второе место по количеству (24,3%) занимают проявления метасоматического типа, также распространенные на всей его территории. Подчиненное значение по количеству имеют ториепроявления гидротермального (11%), терригенно-кластогенного (4%) и магматического, связанного со щелочными интрузиями, генетических типов. Оруденение гидротермального типа встречено на всей территории щита, терригенно-кластогенного – на южных склонах Подольского и Белоцерковского мегаблоков, а также в южной части Ингулецко-Криворожской шовной зоны, магматического, связанного со щелочными интрузиями – почти целиком в пределах Приазовского блока.

Таблица 2. Распределение ториепроявлений по генетическим типам (подтипам) в мегаструктурах Украинского щита

Индекс генетического типа (подтипа) ториевого оруденения	Ранг ториепроявлений	Мегаструктуры Украинского щита						
		Волынский мегаблок	Подольский мегаблок	Белоцерковский мегаблок и Голованевская шовная зона	Ингульский мегаблок и Ингулецко-Криворожская шовная зона	Приднепровский мегаблок	Приазовский мегаблок и Орехово-Павлоградская шовная зона	Украинский щит
I-1	Проявления минерализации.	36	57	126	198	18	56	491
	Рудопроявления	–	8	4	6	–	2	20
I-2	Проявления минерализации.	19	19	39	35	10	12	134
	Рудопроявления	–	4	3	3	1	–	11
I-3	Проявления минерализации.	10	14	33	35	14	12	118
	Рудопроявления	1	3	1	3	1	2	11
II-1	Проявления минерализации.	–	–	–	1	3	24	28
	Рудопроявления	1	–	–	–	–	12	12

II-2	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	–	–	–	–	3	3
		–	–	–	–	–	1	1
III-1	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	44	73	45	5	34	201
		–	19	15	10	1	8	53
III-2	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	2	23	18	–	3	46
		–	–	4	–	–	–	4
III-3	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	–	–	3	4	16	23
		–	–	–	–	–	8	8
IV-1	Проявлення минерализации. Рудопроявления	9	4	11	12	20	10	66
		10	2	7	9	11	9	48
IV-2	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	–	–	31	–	–	31
		–	–	–	7	–	–	7
V-1	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	–	1	17	–	–	18
		–	–	–	3	–	–	3
V-2	Проявлення минерализации. Рудопроявления	–	11	18	–	–	–	29
		–	4	1	–	–	–	5
Всего	Проявлення минерализации. Рудопроявления	74	151	324	395	74	170	1188
		12	40	35	41	14	41	183
	Всего ториепроявлений	86	191	359	436	88	211	1371

Характеристика генетических типов ториепроявлений

Ультраметаморфический (магматический), связанный с гранитоидами, генетический тип. Гранитоиды различных петрогенетических групп [9] занимают около 80% территории щита, однако гранитообразование не привело к возникновению значительных концентраций тория, которые бы могли заинтересовать промышленность. Скопления радиоактивных акцессорных минералов в гранитоидах всех подтипов имеют гнездово-шиповый характер и не имеют значительных объемов. По содержанию тория руды в рудопроявлениях в основном бедны и сложены монацитом, цирконом, ортитом, апатитом, иногда ксенотимом, а в субщелочных разностях к ним добавляются циртолит, бастнезит, иногда торит и радофанит. В жильных пегматоидных гранитах и пегматитах появляется высокотемпературный торийсодержащий уранинит. Среди ториепроявлений этого типа рудопроявления составляют лишь 5,6%, в том числе в гранитах и мигматитах - 4,1%, в гранитах пегматоидных - 8,0% и в пегматитах - 9,9%, что обусловлено общим повышением содержания актиноидов в гранитоидах поздних и заключительных фаз гранитообразования.

Распределение тория в гранитоидах различных петрогенетических групп рассмотрено нами в работе [10]. Автохтонные гранитоиды архея и палеопротерозоя характеризуются низким содержанием тория. Лишь в прогрессивных палингено-метасоматических (кировоградский, житомирский комплексы) или регрессивных (уманский, гайсинский комплексы) гранитоидах палеопротерозоя оно достигает кларковых значений. Заметно повышенное содержание тория характерно для аллохтонных гранитов неоархея (токовский, мокромосковский комплексы), палеопротерозоя (новоукраинский комплекс) и, особенно,

редкометальних лейкогранитов (апогранитов) мезопротерозоя (пержанский, каменногильский комплексы), где оно достигает значения $46 \cdot 10^{-4}\%$ при коэффициенте вариации 38%. Однако даже в отношении существенно микроклиновых гранитов Токовского массива, где среднее содержание тория достигает $75 \cdot 10^{-4}\%$, можно говорить лишь об их геохимической (а не металлогенической) специализации на торий, ибо коэффициент вариации содержания тория в них не превышает 40%.

Магматический, связанный со щелочными интрузиями, генетический тип.

Щелочной интрузивный магматизм в основном развит в восточной части Приазовского мегаблока. Ториевое оруденение здесь связано, главным образом, с породами габбро-сиенитовой формации южно-кальчикского и октябрьского комплексов. Несколько рудопроявлений тория отмечено в образованиях щелочного покрово-киреевского комплекса герцинского возраста. Значительно меньше в пределах этого мегаблока распространено ториевое оруденение в породах щелочной ультраосновной формации, составляющих черниговский комплекс в западной и ряд проявлений линейных карбонатитов в восточной его частях. За пределами Приазовского мегаблока ториепроявления в образованиях габбро-сиенитовой формации встречаются в связи с Коростенским и Корсунь-Новомиргородским плутонами анортозит-рапакивигранитной формации. Однако заметное обогащение торием на уровне рудопроявлений отмечено лишь в Ястребецкой щелочной интрузии в северо-западном экзоконтакте Коростенского плутона. Проявления ториевой минерализации вмещает и Малотерсянский щелочной массив в крайней северо-восточной части Приднепровского мегаблока.

Таким образом, в этом генетическом типе определились два подтипа ториевого оруденения – в образованиях габбро-сиенитовой и щелочной ультраосновной формаций, имеющих отличия как в минеральном составе, так и времени образования. Появление ультраосновной щелочной формации связано с ультраметагенной протоактивизацией в конце палеопротерозоя, а габбро-сиенитовой – с автономной активизацией в мезопротерозое.

II-1. Оруденения в образованиях габбро-сиенитовой формации слагает 76,2% всех ториепроявлений этого типа. Формация включает две субформации – вмещающую нефелин и безнефелиновую, имеющие отличия в составе и характере оруденения.

II-1a. Представителем ториевого оруденения в породах первой субформации является Мазуровское месторождение в пределах Октябрьского щелочного массива, отнесенное к редкометальной рудной формации в нефелиновой сиенитах и охарактеризованное в работах [8, 11]. Здесь оруденение прослежено по простиранию до 3 км и на глубину 600 м. Рудные тела сложены мариуполитами, сиенит-пегматитами и полевошпатовыми метасоматитами в виде жилообразных тел мощностью до нескольких десятков метров. Оруденение представлено пироксеном и цирконом, в меньшей степени – бритолином, бастнезитом, ортитом. Среди лантаноидов преобладают элементы иттриевой группы. В нефелиновых сиенитах отмечены включения ферриторита. Содержание тория в отдельных интервалах по скважинам достигает 0,25% на мощность 2,6 м и 0,22% на 2,0 м, где, кроме пироксена отмечены торит, ортит и ксенотим.

II-1б. Наиболее изученным представителем оруденения в породах безнефелиновой субформации является Азовское месторождение в пределах Володарского массива южно-кальчикского комплекса, охарактеризованного в работах [8, 11, 12, 13]. Оно отнесено к фтор-редкометально-редкоземельной рудной формации [8]. Основная масса оруденения здесь приурочена к пироксен - и оливинсодержащим сиенитам. Основным торийсодержащим минералом является бритолит, присутствуют иттриобритолит, ортит, монацит, бастнезит. Продуктивная зона имеет мощность до 70 м на флангах и до 450 м в центральной части, прослежена по простиранию на 1800 м и на глубину до 600 м. Содержание тория в бритолите до 1,1%, а в ортите до 0,4% [12]. Содержание лантаноидов, в основном цериевой группы, в руде достигает 12,7%, иттрия – 8,5%, а тория в среднем 0,048% [13]. В пределах месторождения установлен ряд пересечений по скважинам с содержанием тория 0,11% на мощность 3,2 м, 0,09% на 2,6 м, 0,2% на 1,2 м. Бритолит по своим свойствам и

содержанию лантаноидов и тория значительно уступает монациту, что обусловило низкие показатели технологического исследования руд [11].

По данным [14] оруденения обоих месторождений обусловлено обогащением первичного расплава после основной стадии кристаллизации рудогенными элементами за счет привноса их глубинными мантийными флюидами.

II-2. Оруденение в образованиях щелочной ультраосновной формации составляет 23,8% ториепроявлений, отнесенных к этому типу. В Восточном Приазовье выявлено небольшое Петрово-Гнутовское месторождение, представленное жилообразным телом мощностью до 3 м, по простиранию на 1 км и на глубину до 150 м. Оно сложено кальцитом с тонкой вкрапленностью флюорита, паризита, бастнезита и контролируется зоной глубинного Кальмиуского разлома. О карбонативной природе этого образования свидетельствует фенитизация вмещающих пород, наличие лантаноидов цериевой группы и церийсодержащего флюорита, а также палеопротерозойский возраст оруденения. Местами содержание редкоземельных фторкарбонатов достигает 15-20%. Содержание тория в штуфах составляет 0,026-0,4%, иногда достигая 7,8%. Подобные проявления минерализации установлены к северо-востоку от месторождения вдоль зоны Кальмиуского разлома. По данным [8] это оруденение может быть отнесено к линейным фторсодержащим редкоземельным карбонатитам, аналогичных уникальному месторождению Маунтин-Пасс (Калифорния).

К этой формации также относится Новополтавское фосфор-редкометальное месторождение в образованиях черниговского комплекса [11] в Западном Приазовьи. Здесь карбонатиты кальцит-доломитового состава, щелочные и нефелиновые сиениты, а также перидотиты и фениты образуют кулисообразно залегающие тела мощностью до 100 м, прослеженные на протяжении нескольких километров вдоль зоны глубинного Черниговского разлома, при максимальной общей мощности 700 м в районе месторождения. Почти всё оруденение сконцентрировано в карбонатитах в форме апатита, пирохлора, фергусонита, гатчеттолита, циркона, монацита. Лишь в отдельных пробах отмечено присутствие тория на уровне 0,01-0,02%. В пирохлоре и гатчеттолите торий вообще не обнаружен, даже монацит содержит его в весьма малом количестве.

Метасоматический генетический тип. Этот тип торийсодержащего оруденения включает три подтипа: образования, обусловленные глубинными флюидизатами, калиевые метасоматиты, связанные с постгранитизационными процессами и существенно натриевые метасоматиты, фениты, связанные с внедрением щелочных интрузий.

III-1. Подтип образований, обусловленных глубинными флюидизатами, составляющий 75,7% всех ториепроявлений этого типа, выделен, главным образом, из массы ториепроявлений, ранее [6] отнесенных к магматическому (ультраметаморфическому), связанному с гранитоидами, генетическому типу. Толчком к этому послужило то, что эти проявления отличаются аномально высоким торий-урановым отношением в сравнении со средними значениями для соответствующих гранитоидных комплексов. В ряде случаев уран вообще не фиксируется по данным опробования. Рассмотрение их пространственного размещения показало, что обычно они приурочены к зонам глубинных разломов, особенно Голованевской и Ингулецко-Криворожской шовным зонам, или к площадям проявления мантийного диапиризма [15], начавшегося в конце палеопротерозоя и имевшего многоэтапное развитие. Такие площади отличаются наличием интрузий щелочных пород, регрессивных или ремобилизованных автохтонных, а также аллохтонных гранитоидов, широкой проявленностью высокотемпературных метасоматических изменений и флюидизатно-эксплозивной деятельности [16, 17]. В связи с тем, что ториевое оруденение, связанное с глубинными флюидизатами, ранее не рассматривалось, остановимся на его характеристике более подробно.

Довольно широко ториепроявления с аномально высоким торий-урановым отношением распространены в пределах южной части Подольского мегаблока, сложенной

гранитоидами ремобілізованого бердичевського і регресивного побужського комплексів і ускладненої узлами пересечения зон глибоких довгоживущих розломів – Немировської, Подольської і Хмельницької, а також Чапаєвського і Тарасовського регіональних розломів. Здесь установлені малі інтрузивні тіла образований проскурівського щелочного комплексу, проявлення фенітизації, скарнірування і флюїдизатно-експлозивної діяльності, ультраосновні породи герцинського віку [17], а також епігенетическі пегматоїдні граніти і калишпатові метасоматити, які деякі дослідники відносять до флюїдизитів [18]. В цілому метасоматическі зміни в породах виражені калишпатизацією, біотитизацією, окварцеванням, альбітизацією, графітизацією.

На цій території виявлено 91 торієпроявлення, в тому числі 29 рудопроявлень, з яких 55 (60,4%), в т.ч. 16 рудопроявлень (55,2%) мають торій-уранове відношення від 50 до 220 (при середньому значенні для гранитоїдів УЩ 6,37 і аномальному 17,8 [10]). Лише одному рудопроявленню притаманні риси гідротермального походження, а 12 віднесені до ультраметаморфічного (магматического), пов'язаного з гранитоїдами, типу, не маючого промислових перспектив, і характеризують субстрат, по якому розвивалося епігенетическе орудення інших типів. Таким чином, орудення з аномально високим торій-урановим відношенням визначає металогенетический вигляд цієї території, а складені їм рудопроявлення мають вміст торію від 0,05 до 0,87% на потужність 0,5-11,7 м при вмісті урана 0,0004-0,004% (на Ровському рудопроявленні при вмісті торію 2,2% вміст урана не перевищує 0,01%). Торійсодержачим мінералом в основному є монацит, в меншій мірі циркон, апатит, ксенотим. Орудення приурочено до епігенетических гранітів пегматоїдних, рідше до чарнокітів побужського комплексу. Найбільш відомими з цих торієпроявлень є Сабарівське, Николаєвське, Майдан-Голосківське і Ровське [11]. Відсутність помітних діафорезисеских змін в вмещаючих орудення породах свідчить про високотемпературний режим його формування. В той же час, воно суттєво відрізняється від орудення в високотемпературних прирозломних калієвих метасоматитах привносом лише торію, тобто його не можна розглядати як безпосередньо пов'язане з постгранітизаційними процесами при палингено-метасоматическому гранітообразуванні, для якого характерні привнос калію, урана, торію.

Характеризувана територія визначилася як Подільська рідкоземельно-торієносна металогенетическа область, розташована над західним крилом Гайсинської криптоінтрузії (мантієного діапіра), маючої «шляпу» діаметром близько 100 км і залягаючої на глибині 18-35 км [17]. Особливістю області є підвищений вміст монациту, причому, на відміну від гранитоїдів бердичевського і інших комплексів УЩ, де акцесорний монацит утворюється одночасно з породообразуючими мінералами, гранитоїди побужського комплексу характеризуються більш складним його формуванням, на що звернули увагу дослідники [19, 20, 21]. Сингенетический, с формуванням гнейсів піроксен-плагіоклазових, мигматитів гранат-піроксенових і гранитоїдів бердичевського комплексу, монацит з ізотопним віком в діапазоні від 3300 до 2200 млн. років [11] містить від 3,55 до 7,4% торію, в той час як в монациті з гранітів пегматоїдних і чарнокітів побужського комплексу з віком 2100-1830 млн. років вміст торію становить 11,28-12,9%. При цьому старі монацити містять 0,44-0,78%, а монацити побужського комплексу - 0,08-0,11% U_3O_8 [21]. Згідно з даними [3] в найбільш поширених монацитах, утворених з гранітної магми, торій-уранове відношення знаходиться в межах 10-60. В монацитах з гранітів пегматоїдних і чарнокітів побужського комплексу воно досягає значень 70 і навіть 193 [21]. Це в якійсь-то мірі пояснює наявність торієпроявлень з аномально високим значенням цього відношення. Однак вміст урана і торію в породах пов'язаний комплексом акцесорних і породообразуючих мінералів, де, крім монациту, всі інші характеризуються цим відношенням на рівні нижче 1, лише досягаючи іноді значень 1-2. Тому високі значення цього показника на рудопроявленнях можна пояснити лише наявністю високоторієвого

позднего монацита затруднительно. Не исключено присутствие значительного количества тория в безминеральной форме.

При формировании чарнокитов отмечается замещение гиперстена апатитом, фторапатитом и биотитом при одновременном замещении новообразованным монацитом апатита и пироксена и развитием антипертитов. По данным [19, 21] монацит в пегматоидных гранитах ассоциируется с новообразованными биотитом, альбитом и кварцем и вместе с ними образует прожилки, пересекающие пегматоидные граниты. Появлению монацита, альбита и кварца предшествовал катаклиз пород. Новообразованный монацит находится в парагенезисе с фторапатитом и биотитом, обогащенным фтором. Это позволило полагать, что в составе растворов, давших начало образованию монациту, лантаноиды и торий находились в виде соединений, в которых фтор и фосфор играли важную роль. По данным [22], торий в магматическом расплаве способен создавать устойчивые легкоподвижные летучие соединения, а в послеинтрузивных газообразных высокотемпературных растворах он мигрировал, в основном, в форме как комплексных, так и простых фтористых соединений. О потоках мантийных растворов с высокой концентрацией тория упоминается в работе [23], а величина флюидного давления над интрузией могла втрое превышать аналогичный параметр вулканического извержения [18]. На хорошо изученном Азовском месторождении [14] установлено, что рудные участки формировались под влиянием мантийных флюидов, которые вместе с фтором несли лантаноиды и цирконий. При этом первая, наиболее высокотемпературная, волна поступления лантаноидов характеризуется резким преобладанием легких разностей, с которыми обычно связан торий. Отмечена вертикальная геохимическая зональность с ростом отношения содержания лантаноидов к содержанию циркония снизу вверх [8]. Не исключено, что значительное обогащение лантаноидами и торием относительно циркония на Николаевском, Майдан-Голосковском и Ровском участках обусловлено разной активностью этих элементов в высокомиграционноспособных растворах, являющихся производными глубинных флюидов [16].

Аномально высокое торий-урановое отношение характерно для гранитоидов регрессивного гайсинского комплекса, расположенного над криптоинтрузией, и эндербитов архейского гайворонского комплекса, расположенного над её юго-восточным крылом. Для обоих этих комплексов, сформированных по метаморфизованным в условиях гранулитовой фации архейским породам днестровско-бугской и бугской серий характерно очень низкое содержание урана при повышенном содержании тория, а по данным [24] в условиях гранулитовой фации торий выносился из пород более интенсивно, чем уран. Поэтому обогащение торием образований обоих комплексов могло произойти лишь при условии привноса его в более позднее время. По данным [25], в эндербитах установлен новообразованный монацит с изотопным возрастом 2030 млн. лет.

Учитывая особенности геологического строения Подольской металлогенической области и прилегающего района, а также характер накопления тория, возникает представление об определяющей роли в формировании здесь эпигенетического редкоземельно-ториевого оруденения глубинных флюидов или флюидизатов. По данным одних исследователей [17] эндогенное преобразование геологических формаций в земной коре происходит под воздействием метасоматизирующего влияния высокотемпературных глубинных флюидов, обогащенных некогерентными элементами, и выражено развитием фенитизации, скарнирования, микроклинизации, образованием слюдитов и пегматоидных гранитов. Другие [18] считают, что флюидизитовые породы – это многофазные гидротермальные образования. Поскольку рассмотренное оруденение сформировано в условиях высокотемпературного режима метасоматического преобразования, считаем оправданным рассмотрение его в качестве подтипа метасоматического генетического типа.

В последнее время сформировалось представление о флюидизме как о самостоятельном явлении, по масштабу равнозначном метаморфизму или магматизму, а рудообразующие системы в земной коре являются производными глубинных флюидов, которые трансформировались в ходе взаимодействия с материалом литосферы [18, 26].

III-2. Ториєпроявлення в калиєвих метасоматитах, зв'язаних с постгранітизаційними процесами складають 15% всіх ториєпроявлень метасоматического типу і найбільше широко розповсюджені в межах Голованевської шовної зони на пересіченні Первомайсько-Трактемировського і Алексєєвсько-Дашевського глибинних розломів. Здець виявлені невеликі Южне, Лозоватське і Калиновське месторождения [27], разом с рядом рудопроявлень отнесенные к уран-торий-редкоземельної рудної формації в високотемпературних приразломних калиєвих метасоматитах.

Жили пегматоїдних гранітів потужністю до 10 м складають пояса, згідного с зонами розломів простирання і крутого падіння протяженністю до 12 км і шириною до 500 метрів. Калиєвий і в меншій мірі магнезіально-железистий метасоматоз наложений в основному на шви бластотектонітів потужністю до 30 м, переважно наслідуючі тіла пегматоїдних гранітів. Ареали метасоматитів мають зональне строєння, ширину до перших сотен метрів і протягуються вздовж розломів на декілька кілометрів. Комплексне оруденєння приурочєно к внутрішній зонє метасоматитів невеликої потужності, складєнної мікрокліном с невеликим кількіством новообразованного біотита, і представлено торійсодержащим уранінітом, в меншій мірі – настураном і коффінітом, а також монацитом, циртолітом, торогуммітом, фторопатитом і сульфідами, в основному молибденітом. Відсутність помітних діафоріческіх змінєнь во вмєщаючій оруденєнні породах свідєтьєствує, що образувєння рудоносних метасоматитів происходило в високотемпературних умовях. Глибина їх формірування оцєнюєтьєся от 8 до 10 км, а ізотопний вік – в межах 2000-1950 млн. лєт. Рудоформірующій метасоматоз виражен привносом в основному урана, що отражено в зніженні торій-уранового відношення в невеликому кількіствє новообразованного монацита по відношенію к акцєссорному в пегматоїдах, а також зніженієм єго в комплексних рудах по мірі роста в них зєдержання урана от 0,7 до 0,15. Серєднеє зєдержання торія в рудах 0,033% при зєдержанні урана 0,05-0,07%.

III-3. Ториєпроявлення в существенно натрієвих метасоматитах, зв'язаних с вєдрєнієм щєлочних інтрузій, складають 9,3% ториєпроявлень метасоматического типу. Основна маса їх, в том числє все рудопроявлення, зосередочєна в вєсточній часті Приазовського мєгаблока. Охарактеризованне вище Петрово-Гнутовське месторождение і ряд подібних єму проявлєнь мінералізації среди фєнітизованих порід хлєбодаровського комплексу по даним [28] находяться в межах полоси протяженністю 27 і шириною до 11 км, контролюємою зоною Кальміуського розлому на участкє, гдє он перєсєкаєтьєся с зоною Конкського глибинного розлому. Эта полоса характеризуєтьєся розвитієм редкоземельно-флюоритової с торієм мінералізації, окварцєванія і калишпатізації. Отмєчені многочисленні карбонатні і карбонатно-флюоритові жили і прожилки с паризитом, супроводжуємєє фєнітизаційєю. Торій-редкоземельна мінералізація не зв'язана генетичєски с породами хлєбодаровського комплексу, а обусловлена проявлєнієм мєзопротєрозойської активізації, привєдшєй к появлєнію не вивєдєних на рівнєнь єрозіонного среза, щєлочних інтрузій. Образувєння хлєбодаровського комплексу характеризуютьєся єчень низкієм зєдержанієм фтора [28], а акцєссорна мінералізація в них отличєтьєся от той, що отмєчена на ториєпроявлєнях. Здець виявлені 4 рудопроявлення с зєдержанієм торія 0,11-0,115% на потужність 0,8-0,9 м при зєдержанні урана 0,015-0,046%.

Другим участком розвитку подібної мінералізації явлєтьєся промєжуток мєжду Октябрьським і Кремєневським масивами – так називаємоє Красновське поле жильних редкоземельних проявлєнь в межах зони Конкського розлому. Здець рядом скважин на глибинє вскриті щєлочные породи і виявлєна сєрія флюорит-халцєдонових і карбонатних жил с зєдержанієм лантанієдів до 0,8%, супроводжуємєє фєнітизаційєю. Установлєні 3 рудопроявлення с зєдержанієм торія 0,05-0,16% на потужність 0,7-2,0 м при зєдержанні урана 0,0015-0,046%. Оруденєння представлено цирконом, малаконом, торієм, апатієм і супроводжуєтьєся новообразованими альбієм, карбонатом і графієм. В

восточной части этого поля находится небольшое Анадольське редкоземельное месторождение [11], рудная залежь которого мощностью до 3 м сложена флюорит-апатит-ортитовыми прожилками и прослежена на протяжении 1 км. Она сопровождается интенсивной фенитизацией вмещающих пород. В штуфах установлено до 0,14% тория при содержании урана 0,02%. На участке месторождения предполагается шток щелочных пород. В пределах самих щелочных массивов отмечены новообразования альбита, эгирина, рибекита, флюорита и карбонатов на участках катаклаза и брекчирования.

Гидротермальный генетический тип. В составе этого типа выделены два подтипа: образования, связанные с тектоно-термальной активизацией (ТТА) в земной коре, и натрий-цирконий-фосфорные метасоматиты зон разломов, образование которых по последним данным [29, 30, 31] связывается с глубинными источниками. Ториепроявления первого подтипа встречены на всей территории щита, а второго ограничены пределами Ингульского мегаблока и Ингулецко-Криворожской шовной зоны. Это обусловлено ограниченным развитием оруденения урановой формации в приразломных натриевых метасоматитах [31], ранним высокотемпературным минеральным типом которой являются натрий-цирконий-фосфорные метасоматиты.

Согласно данным [32], в переносе тория в высокотемпературных гидротермальных растворах основную роль играли галогены, особенно фтор, и CO_2 . Они обуславливали возникновение устойчивых и легкоподвижных соединений как простых фторидных, так и комплексных, особенно карбонатных. В гидротермальных ассоциациях развита лишь одна собственно ториевая минеральная форма – торит (ферриторит) и значительно шире распространено вхождение тория в состав других минералов, особенно лантаноидов, циркония и ниобия. Торий может выщелачиваться из монацита и ксенотима при их метасоматическом замещении гидротермальными карбонатами и фторкарбонатами с образованием бастнезита, паризита, иттрийфлюорита. Извлеченный торий дает вторичные концентрации в форме торита и ферриторита.

IV-1 Оруденение в образованиях, связанных с тектоно-термальной активизацией в земной коре слагает 75% ториепроявлений гидротермального типа. Оно наиболее изучено в пределах Пержанского рудного узла на пересечении Суцано-Пержанской зоны глубинного разлома с Центральным региональным разломом в северной части Волынского мегаблока, охарактеризованного в работах [8, 11, 33]. Здесь апограниты пержанского мезопротерозойского комплекса вмещают редкометальную и полиметальную минерализацию, на фоне которой разведано Пержанское бериллиевое месторождение [33]. В его пределах ториевое оруденение сосредоточено не в залежах бериллиевых руд, а образует самостоятельные, согласные с ними зоны. Минералого-петрографическими исследованиями установлено более позднее образование радиоактивных минералов относительно бериллиевых. Определения изотопного возраста ториевого оруденения показали формирование его в диапазоне 450-210 млн. лет. Встреченное здесь же урановое гидротермальное оруденение имеет возраст около 1000 млн. лет. Таким образом, в пределах рудного узла фиксируется многоэтапный рудный процесс: редкометальное оруденение готского, урановое позднегренвильского и ториевое герцинского времени. Четкого телескопирования оруденения разных этапов не отмечается. Ториевое оруденение, в отличие от оруденения предыдущих этапов, наложено не только на пержанские апограниты, но и на вулканогенно-осадочные образования Белокоровичской структуры. В отдельных пересечениях по скважинам содержание тория достигает 5% на мощность 0,4 м. В целом мощность интервалов с содержанием тория 0,1-0,2% не превышает 1,1 м, а с содержанием 0,05-0,1% – 2,4 м. Оруденение сложено торитом, ферриторитом, ураноторитом, оранжитом; присутствуют циртолит, циркон, малакон, настуран, сульфиды, а в пределах Белокоровичской структуры и торийсодержащий твёрдый битум.

Значительно менее изучено оруденение этого подтипа в северной части неоархейского Токовского гранитного массива, осложненного узлом пересечения крупных разломов, в пределах Днепровского мегаблока. Здесь урановое и ториевое оруденение контролируется локальными разломами. По тектонизированным гранитам развиты гидротермальные новообразования: хлорит, гематит, альбит, вплоть до образования

альбититов. Содержание тория в рудопроявлениях колеблется от 0,055 до 0,094% на мощность 0,6-0,8 м. Урановое оруденение датировано в диапазоне 1680-570 млн. лет, а ториевое – 530-370 млн. лет. Оруденение представлено монацитом, цирконом, апатитом, ортитом и окислами урана.

IV-2. Ториепроявления в натрий-цирконий-фосфорных метасоматитах зон разломов, составляет около 25% ториепроявлений гидротермального типа. Оруденение этого подтипа наиболее развито в северной части Ингульского мегаблока, где оно в основном контролируется зоной Кировоградского глубинного разлома в экзоконтакте Корсунь-Новомиргородского плутона анортозит-рапакивигранитной формации. Здесь выявлены несколько рудопоявлений, из которых наиболее изучено Тимошевское. В его пределах натрий-цирконий-фосфорные метасоматиты, несущие редкоземельно-иттрий-урано-ториевое оруденение, развиты как по мигматитам кировоградского комплекса, так и по рапакивиоподобным гранитам. Они образуют небольшие залежи, содержащие до 0,15% иттрия, 0,03% лантана, 6% фосфора, а в отдельных штуфах количество апатита достигает 70%. Содержание тория не превышает 0,05% на мощность 3 м при содержании урана 0,04%. Оруденение представлено торитом, фторапатитом, цирконом, монацитом, настураном и коффинитом. Подобные ториепроявления встречены и в северной части Новоукраинского гранитного плутона вблизи контакта его с Корсунь-Новомиргородским плутоном, а также на глубоких горизонтах месторождений урановой формации в приразломных натриевых метасоматитах (Центрального, Севериновского, Мичуринского, Ватутинского, Желтореченского). В месторождениях они встречаются обычно на флангах или на продолжении по простиранию урановорудных залежей и имеют содержание тория на уровне первых сотых долей процента. Значительные залежи подобных руд выявлены лишь в пределах отработанного Желтореченского месторождения (Ингулецко-Криворожская шовная зона), где руды, кроме перечисленных элементов, содержат скандий, концентрирующийся в эгирине.

Терригенно-кластогенный генетический тип. В этом типе выделены осадочный терригенный метаморфизованный и осадочный терригенный подтипы. Оба они представлены погребенными, в основном монацитовыми, россыпями. Ториепроявления первого подтипа приурочены к палеопротерозойским смятым в складки и метаморфизованным базальным образованиям скелеватской свиты криворожской серии, а второго – к нижней части разреза осадков венда, плащеобразно перекрывающих фундамент юго-западного склона щита.

V-1 Ториепроявления осадочного терригенного метаморфизованного подтипа слагают 38,2% всех ториепоявлений этого типа и сосредоточены в пределах Криворожско-Кременчугской структурно-формационной зоны, являющейся частью Ингулецко-Криворожской шовной зоны. Наиболее изученным объектом здесь является небольшое урано-ториевое Николо-Козельское месторождение в замковой части Лихмановской синклинали [27]. Оруденение локализовано в пластах конгломератов мощностью от 0,3 до 3,5 м и протяженностью до 2 км, сложенных кварцевой галькой величиной 2-5 см, составляющей 65% породы.

V-2. Ториепроявления осадочного терригенного подтипа составляют 61,8% всех ториепоявлений терригенно-кластогенного типа. Они тяготеют к Подольской, Мироновско-Тальновской и Звиздаль-Залеского зонам разломов, что обусловлено формированием их в пределах эрозионно-тектонических депрессий в кристаллическом фундаменте. Эти депрессии характеризуются повышенными мощностями осадочного чехла и развитием грубозернистых фаций в базальном слое, к которым и приурочено оруденение. Более изучено оно в линейных депрессиях Подольской зоны, где, сосредоточены все рудопоявления этого подтипа. Содержание тория в них колеблется от 0,05 до 0,1% на мощность 2,5-4,3 м. Оруденение представлено, в основном, монацитом, в значительно меньшей мере цирконом, ксенотимом и циртолитом. За пределами этой зоны содержание тория в базальном слое венда не превышает 0,02%.

Заключение

Соотношение количества рудопоявлений и проявлений минерализации различных генетических типов (подтипов) имеет металлогеническое значение и характеризует способность рудного процесса к образованию масштабных концентраций рудогенных элементов. Его можно выразить коэффициентом интенсивности рудообразования КИР [6].

Среднее его значение для ториевого оруденения в докембрийских образованиях УЩ составило 0,154 (табл. 2, 3).

Таблица 3. Величины коэффициента интенсивности рудообразования для ториевого оруденения различных генетических подтипов в докембрийских породах Украинского щита.

Индекс генетического подтипа	Значения коэффициента интенсивности рудообразования (КИР)						
	Волынский мегаблок	Подольский мегаблок	Белоцерковский мегаблок и Голованевская шовная зона	Ингульский мегаблок и Ингулецко-Криворожская шовная зона	Приднепровский мегаблок	Приазовский мегаблок и Павлоградская шовная зона	Украинский щит
I I-	не опр.	0,140	0,032	0,030	не опр.	0,036	0,041
I-2	не опр.	0,210	0,077	0,086	0,100	не опр.	0,080
I-3	0,100	0,214	0,030	0,086	0,071	0,167	0,093
II-1	не опр.	-	-	не опр.	не опр.	0,500	0,428
II-2	-	-	-	-	-	0,333	0,333
III-1	-	0,432	0,205	0,222	0,200	0,235	0,264
III-2	не опр.	не опр.	0,174	не опр.	-	не опр.	0,087
III-3	-	-	-	не опр.	не опр.	0,500	0,348
IV-1	1,110	0,500	0,636	0,750	0,556	0,900	0,727
IV-2	-	-	-	0,238	-	-	0,238
V-1	-	-	не опр.	0,176	-	-	0,167
V-2	-	0,364	0,056	-	-	-	0,172
В целом	0,149	0,270	0,109	0,105	0,167	0,243	0,154

Наибольшим его значением (0,727) выделяется гидротермальное оруденение, связанное с ТТА в земной коре. На втором месте по этому показателю (0,438) оказалось оруденение в щелочных интрузиях габбро-сиенитовой формации. Третье место (0,348) заняли оруденения в существенно натриевых метасоматитах, связанных с внедрением щелочных интрузий, четвертое (0,333) – оруденение в образованиях щелочной ультраосновной формации, представленное линейными карбонатитами. Существенно повышенным значением КИР (0,264) характеризуется оруденение, представленное глубинными флюидизатами. Заметное повышение этого показателя (0,238) относительно среднего по щиту свойственно гидротермальному оруденению в натрий-цирконий-фосфорных метасоматитах зон разломов и совсем незначительное – оруденению в нематаморфизованных (0,172) и метаморфизованных (0,167) россыпях. Низкие значения КИР имеет оруденение в калиевых метасоматитах, связанных с постгранитизационными процессами (0,087) и, особенно, всего ультраметаморфического (магматического), связанного с гранитоидами, генетического типа (0,057).

Таким образом, наиболее продуктивным в отношении формирования месторождений торийсодержащих руд можно считать оруденения гидротермального, связанного с ТТА в земной коре генетического подтипа и всё оруденение, обусловленное внедрением щелочных интрузий. Несколько ниже оцениваются перспективы оруденения, обусловленного глубинными флюидами, хотя в пределах Подольского мегаблока его КИР имеет значение 0,432. В урановых месторождениях в приразломных натриевых метасоматитах комплексное оруденение в натрий-цирконий-фосфорных метасоматитах имеет локальный характер и не связано непосредственно с промышленными залежами урановых руд. Поэтому о попутном извлечении тория здесь речь не идет. Россыпи обоих подтипов являются глубоко погребенными и имеют ограниченные размеры при низком качестве руд. Всё ториевое оруденение ультраметаморфического (магматического), связанного с гранитоидами, генетического типа не имеет промышленных перспектив. При условии отработки небольших месторождений уран-торий-редкоземельной формации в высокотемпературных приразломных калиевых метасоматитах с бедными по содержанию урана, но хорошо обогащаемыми рудами в пределах Голованевской шовной зоны возможно попутное извлечение тория, чему способствует его минеральная форма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Котова В.М., Скороваров Д.И.* Месторождения тория СНГ и их перспективность (генетические типы месторождений). // Доклады совещания технического комитета МАГАТЭ. – Киев. 1995. – С. 87-91.
2. *Каждан А.Б., Соловьев Н.Н.* Поиски и разведка месторождений редких и радиоактивных металлов. – Москва: Недра. – 1982. – 280 с.
3. *Каплан Г.Е., Успенская Т.А., Чирков И.В.* Торий, его сырьевые ресурсы, химия и технология. – Москва. – 1960. – 224 с.
4. *Невский В.А.* Геология постмагматических ториево-редкометальных месторождений. – Москва: Атомиздат. 1972. – 407 с.
5. *Чирков И.В.* Ториеносные рудные формации СССР // Мат-лы по геологии урановых месторождений. Вып. 40 – Москва. – 1975. – С. 46-54.
6. *Анисимов В.А., Кузьмин А.В., Макивчук О.Ф. и др.* Ториеносность докембрийских пород Украинского щита и его склонов // Геологический журнал. – 2007. – №3. – С. 51-58.
7. *Кулиш Е.А., Комов И.П., Яценко В.Г. и др.* Стратегические минеральные ресурсы Украины для ядерной энергетики. К.: Логос, 2010. – 286 с.
8. Прогнозирование рудопроявлений редких элементов Украинского щита. Донецк: Изд. Вебер. 2007. – 220 с.
9. *Есипчук К.Е.* Петролого-геохимические основы формационного анализа гранитоидов докембрия. Киев: Наукова думка. 1988. – 263 с.
10. *Кузьмин А.В., Ярошук М.А.* Распределение тория в кристаллических породах Украинского щита // Збірник наукових праць Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України. 2015. Вип 24. – С. 24-43.
11. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Том 1. Металлические полезные ископаемые. Киев – Львов: Изд. Центр Европы. 2005. – 739 с.
12. *Мельников В.С., Возняк Д.К. и др.* Азовское цирконий-редкоземельное месторождение: минералогические и геохимические особенности. // Минералогический журнал №1. 2000. – С. 42-62.
13. *Стрекозов С.Н., Васильченко В.В. и др.* Геологическое строение и характер оруденения Азовского месторождения. // Мінеральні ресурси України. №3. 1998. – С. 6-9.
14. *Шеремет Е.М., Седова Е.Т.* Генетические аспекты редкометально-редкоземельного оруденения южно-кальчикского и октябрьского комплексов Приазовья (Украинский щит). // Сквозные рудоконцентрирующие структуры. Москва: Наука. 1989. – С. 169-176.
15. *Оровецкий Ю.П.* Мантийный диапиризм. Киев: Наукова думка. 1990. – 172 с.
16. *Лазаренко Е.Е.* Термобарохимические эксплозивно-гидротермальные процессы в породах центральной части Украинского щита. // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Львов. 1983. – 27 с.
17. *Яценко Г.М., Гурский Я.С. и др.* Алмазные формации и структура юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Киев: УкрГТРИ. 2002. – 331 с.
18. *Дерябин Н.И.* Флюидизиты докембрия. Киев. ИГ НАН Украины. 1997. – 172 с.
19. *Слензак О.І.* Петрогенезис чарнокітового комплексу Придністровської частини Українського щита. АН УРСР. Київ. 1958. – 48 с.
20. *Щербак Н.П., Алексеева К.Н., Гольденфельд И.В. и др.* Возрастные взаимоотношения архейских гранитоидов бугской и подольской групп. // Труды X сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. Москва: Изд. АН СССР. 1962. Ленинград. – С. 85-93.
21. *Беспалько Н.А., Донской А.Н., Елисеева Г.Д. и др.* Акцессорные минералы Украинского щита. Киев: Наукова думка. 1976. – 260 с.

22. Туровский С.Д., Бокинбаев К.Д., Громов А.К. К геохимии тория в процессах кристаллизационной и эманационной дифференциации. // Радиоактивные элементы в горных породах. Часть I. Тезисы докладов всесоюзного совещания в г. Новосибирске. Новосибирск. 1972. – С. 154-155.
23. Гладких В.С., Осокин Е.Д., Лебедев-Зиновьев А.А. Распределение урана и тория в эффузивных и интрузивных сериях щелочных пород. // Радиоактивные элементы в горных породах. Часть I. Тезисы докладов всесоюзного совещания в г. Новосибирске. Новосибирск. 1972. – С. 98-99.
24. Титов В.К., Билибина Т.В., Кочкин Г.Б. Уран и торий в процессах регионального метаморфизма. // Радиоактивные элементы в горных породах. Материалы Первого всесоюзного радиогеохимического совещания. Наука. Сибирское отделение, Новосибирск 1975. – С. 151-154.
25. Лесная И.М., Газенко В.А., Шумлянский Л.В. О возрасте чарнокитоидов Гайворонского блока (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита). // Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы. Тезисы докладов. Киев: Укр.ГГРИ. 2010. – С. 126-127.
26. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Глубинная флюидизация земной коры и её роль в петрогенезисе соле-и нефтеобразования. Москва. 2001. – 208 с.
27. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Отв. ред. Белевцев Я.Н., Коваль В.Б.– К.: Наук. думка, 1995. – 305 с.
28. Есипчук К.Е., Шеремет Е.М., Зинченко О.В. и др. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита. Киев: Наукова думка. 1990. – 235 с.
29. Казанский В.И. Мантийно-коровые рудообразующие системы Украинского и Балтийского щитов: Кировоградский и Печенгский рудные районы. // Геология рудных месторождений. №6. 1997. – С. 502-519.
30. Тарасов Н.Н. Геотектоническая позиция и структура Новоукраинского урановорудного поля (Украинский щит). // Геология рудных месторождений. № 4. 2004. – С. 275-291.
31. Кузьмин А.В. Генетические особенности оруденения урановой формации в приразломных натриевых метасоматитах фундамента Украинского щита. // Збірник наукових праць Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України. Вип 23. – С. 186-198.
32. Туровский С.Д., Бакиров Ш.А. К геохимии тория в гидротермальном процессе // Радиоактивные элементы в горных породах. Материалы Первого всесоюзного радиогеохимического совещания Наука. Сибирское отделение. Новосибирск., 1975. – С. 166-171.
33. Галецкий Л.С. Геохимическая характеристика пород пержанского комплекса Сущано-Пержанской зоны. // Геохимия. №3. 1974. – С. 24-30.

REFERENCES

1. V. Kotova., D Skorovarov Mestorojdeniya toriya SNG i ih perspektivnost' (geneticheskie tipy mestorojdeniy) [Deposits of thorium in the CIS and their prospects (genetic types of deposits)] // Doklady soveschaniya tehnikeskogo komiteta MAGATE`. – Kiev. 1995. – S. 87-91. [in Russian]
2. A. Kajdan, N Solov'ev. Poiski i razvedka mestorojdeniy redkih i radioaktivnyh metallov [Prospecting and exploration of rare and radioactive metals]. – Moskva: Nedra. – 1982. – 280 s. [in Russian]
3. G Kaplan, T. Uspenskaya, I. Chirkov Toriy, ego syr'evy'e resursy, himiya i tehnologiya [Thorium and its raw materials, chemistry and technology]. – Moskva. – 1960. – 224 s. [in Russian]
4. V. Nevskiy. Geologiya postmagmatischen torievo-redkometal'nyh mestorojdeniy [Geology of the postmagmatic thorium-rare-metal deposits]. – Moskva: Atomizdat. 1972. – 407 s. [in Russian]
5. I. Chirkov. Torienosnye rudnye formacii SSSR [Thorium -bearing ore formations of the USSR] // Matly' po geologii uranovyh mestorojdeniy. Vyp. 40 – Moskva. – 1975. – S. 46-54. [in Russian]
6. V. Anisimov, A. Kuz'min, O. Makivchuk i dr. Torienosnost' dokembrijskih porod Ukrainского schita i ego sklonov [Thorium bearing in the Precambrian rocks of the Ukrainian Shield and its slopes]// Geologicheskij jurnal. – 2007. – №3. – S. 51-58. [in Russian]

7. *E. Kulish, I. Komov, V. Yacenko i dr.* Strategicheskie mineral'nye resursy Ukrainy dlya yadernoy energetiki. [Strategic mineral resources for nuclear power of Ukraine] K.: Logos, 2010. – 286 s. [in Russian]
8. Prognozirovanie rudoproyavleniy redkih elementov Ukrainskogo schita [Predicting of rare elements occurrences in the Ukrainian shield]. Doneck: Izd. Veber. 2007. – 220 s. [in Russian]
9. *K. Esipchuk* Petrologo-geohimicheskie osnovy formacionnogo analiza granitoidov dokembriya [Petrological and geochemical bases of formation analysis of Precambrian granites]. – Kiev: Naukova dumka. – 1988. – 263 s. [in Russian]
10. *A. Kuz'min., M. Yaroschuk.* Raspredelenie toriya v kristallicheskih porodah Ukrainskogo schita [The thorium distribution in crystalline rocks of the Ukrainian shield] // Zbirnik naukovih prac' Institut geohimii` navkolishn'ogo seredovischa NAN Ukraїni. Vyp 24. 2015. – S. [in Russian]
11. Metallicheskie i nemetallicheskie poleznye iskopaemye Ukrainy [Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine]. Tom 1. Metallicheskie poleznye iskopaemy'e. Kiev – L'vov: Izd. Centr Evropy'. 2005. – 739 s. [in Russian]
12. *V. Mel'nikov, D. Voznyak i dr.* Azovskoe cirkoniy-redkozemel'noe mestorojdenie: mineralogicheskie i geohimicheskie osobennosti [Azov zirconium and rare earth deposit: mineralogical and geochemical features]. // Mineralogicheskij jurnal №1. 2000. – S. 42-62. [in Russian]
13. *S. Strekozov, V. Vasil'chenko i dr.* Geologicheskoe stroenie i harakter orudneniya Azovskogo mestorojdeniya [Geologic structure and nature of the mineralization of the Azov deposit.]. // Mi'neral'ni resursy Ukrainy. – №3. 1998. – S. 6-9. [in Russian]
14. *E. Sheremet, E. Sedova* Geneticheskie aspekty redkometal'no-redkozemel'nogo orudneniya yujno-kal'chikskogo i oktyabr'skogo kompleksov Priazov'ya (Ukrainskiy sch'it) [Genetic aspects of rare-metal and rare-earth mineralizations of Yuzhno-kalchikskoe and Octuabskoe complexes of Near-Azov (Ukrainian shield)]. // Skvoznye rudokoncentriruyusch'ie struktury. – Moskva: Nauka. – 1989. – S. 169-176. [in Russian]
15. *Y. Oroveckiy.* Mantiyn'y diapirizm [Mantle diapirism]. Kiev: Naukova dumka. – 1990. – 172 s. [in Russian]
16. *E. Lazarenko* Termobarohimicheskie eksplozivno-gidrotermal'nye processy v porodah central'noy chasti Ukrainskogo sch'ita [Termobarochemical explosive-hydrothermal processes in the rocks of the central part of the Ukrainian shield]. // Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk. – L'vov. 1983. – 27 s. [in Russian]
17. *G. Yacenko, Y. Gurskiy i dr.* Almazny'e formacii i struktura yugo-zapadnoy okrainy Vostochno-Evropeyskoy platformy [Diamond formation and structure of the south-western margin of the East European platform]. – Kiev: UkrGGRI. 2002. – 331 s. [in Russian]
18. *N. Deryabin* Flyuidizity' dokembriya [Fluidizities of Precambrian]. Kiev. IG NAN Ukrainy'. 1997. – 172 s. [in Russian]
19. *O. Slenzak* Petrogenesis charnokitovogo kompleksu Pridni'strovskoi chastini Ukrains'kogo sch'ita [Petrogenesis of charnockite complex of Near-Dnistro part of Ukrainian shield]. AN URSR. Kii'v. 1958. – 48 s. [in Ukrainian]
20. *N. Scherbak, K. Alekseeva, I. Gol'denfel'd i dr.* Vozrastnye vzaimootnosheniya arheyskih granitoidov bugskoy i podol'skoy grupp [Age relationships of Bug and Podolsky Archean granitoid groups]. // Trudy X sessii Komissii po opredeleniyu absolyutnogo vozrasta geologicheskikh formaciy. Moskva: Izd. AN SSSR. 1962. Leningrad. – S. 85-93. [in Russian]
21. *N. Bepal'ko, A. Donskoy, G. Eliseeva. i dr.* Akcessornye mineraly Ukrainskogo sch'ita [Accessory minerals of the Ukrainian shield]. Kiev: Naukova dumka. 1976. – 260 s. [in Russian]
22. *S. Turovskiy, K. Bokinbaev, A. Gromov* K geohimii toriya v processah kristallizacionnoy i emanacionnoy differenciacii. // Radioaktivnye elementy' v gornyh porodah [For thorium geochemistry in the processes of crystallization and emanation differentiations]. Chast' I. Tezisy dokladov vsesoyuznogo soveschaniya v g. Novosibirsk. Novosibirsk. 1972. – S. 154-155. [in Russian]

23. V. Gladkih, E. Osokin, A. Lebedev-Zinov'ev. Raspreделение urana i toriya v effuzivnyh i intruzivnyh seriyah schelochnyh porod [Uranium and thorium distributions in volcanic and intrusive series of alkaline rocks]. // Radioaktivnye elementy v gornyh porodah. Chast' I. // Tezisy dokladov vsesoyuznogo soveschaniya v g. Novosibirsk. Novosibirsk. 1972. – S. 98-99. [in Russian]
24. V. Titov., T. Bilibina., G. Kochkin Uran i toriy v processah regional'nogo metamorfizma [Uranium and thorium in the regional metamorphism processes]. // Radioaktivnye elementy v gornyh porodah. Materialy Pervogo vsesoyuznogo radiogeohimicheskogo soveschaniya. Nauka. Sibirskoe otделение, Novosibirsk 1975. – S. 151-154. [in Russian]
25. I. Lesnaya, V. Gazenko, L. Shumlyanskiy O vozraste charnokitoidov Gayvoronskogo bloka (Dnestrovsko-Bugskiy megablock Ukrainskogo sch'ita) [About age of charnockite species of Gaivoronsky blok (the Dniester and the Bug megablocks of Ukrainian shield)]. // Stratigrafiya, geohronologiya i korrelyatsiya nijnedokembriyskih porodnyh kompleksov fundamenta Vostochno-Evropeyskoy platformy'. Tezisy' dokladov. Kiev. Ukr.GGRI. 2010. – S. 126-127. [in Russian]
26. P. Ivankin, N. Nazarova. Glubinnaya flyuidizatsiya zemnoy kory i ee rol' v petrogenезіse sole-i nefteobrazovaniya [Deep fluidization of the earth's crust and its role in the genesis of salt-and oil-formations.]. Moskva. 2001. – 208 s. [in Russian]
27. Geneticheskie tipy i zakonomernosti razmescheniya uranovyh mestorojdeniy Ukrainy [Genetic types and regularities of location uranium of deposits in Ukraine] / Otv. red. Y. Belevcev, V. Koval' - K.: Nauk. dumka, 1995. – 305 s. [in Russian]
28. K. Esipchuk, E. Sheremet, O. Zinchenko i dr. Petrologiya, geohimiya i rudonosnost' intruzivnyh granitoidov Ukrainskogo sch'ita [Petrology, geochemistry and ore-bearing of intrusive granitoids in Ukrainian shield]. Kiev: Naukova dumka. 1990. – 235 s. [in Russian]
29. V. Kazanskiy Mantiyno-korovye rudoobrazuyusch'ie sistemy' Ukrainskogo i Baltiyskogo sch'itov: Kirovogradskiy i Pechengskiy rudnye rayony [Mantle and crust ore-forming systems of Ukrainian and Baltic shields: Kirovograd and Pechenga ore districts]. // Geologiya rudnyh mestorojdeniy. №6. 1997. – S. 502-519. [in Russian]
30. N. Tarasov. Geotektonicheskaya pozitsiya i struktura Novoukrainskogo uranovorudnogo polya (Ukrainskiy sch'it) [Geotectonic position and structure of the Novoukrainsky uranium ore field (Ukrainian shield)]. // Geologiya rudnyh mestorojdeniy. № 4. 2004. – S. 275-291. [in Russian]
31. A. Kuz'min Geneticheskie osobenosti orudneniya uranovoy formacii v prirazlomnyh natrievykh metasomatitah fundamenta Ukrainskogo sch'ita [Genetic characteristics of uranium mineralization formation in the near-fault sodium metasomatic rocks of the Ukrainian Shield foundation]. // Zbirnik naukovih prac' Institut geohimi'i navkolishn'ogo seredovischa NAN Ukraini. Vip 23. - S. 186-198. [in Russian]
32. S. Turovskiy, S. Bakirov. K geohimii toriya v gidrotermal'nom processe [For thorium geochemistry in the hydrothermal process] // Radioaktivnye elementy v gornyh porodah. Materialy Pervogo vsesoyuznogo radiogeohimicheskogo soveschaniya Nauka. Sibirskoe otделение. Novosibirsk., 1975. – S. 166-171. [in Russian]
33. L. Galeckiy Geohimicheskaya harakteristika porod perjanskogo kompleksa Susch'ano-Perjanskoy zony' [The geochemical characteristics of the rocks of Perzhanskiy complex of Suschano-Perzhanskaya zone]. // Geohimiya. №3. 1974. - S. 24-30. [in Russian]

ГЕНЕТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТОРИЄВОГО ЗРУДЕНІННЯ В ДОКЕМБРІЙСЬКИХ УТВОРЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Кузьмін А. В., Ярощук М. О.

Кузьмін А. В. ст. н. с. ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Ярощук М. А. докт. геол.-мін. н., пр. н. с. ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», marina_yaroshchuk@meta.ua

Розглянуто існуючі на території країн СНД класифікації торієвого зруденіння. Запропонована класифікація його на рівні генетичних типів, підтипів і торійвміщуючих рудних формацій для докембрійських утворень Українського щита. Виділено 5 типів торієвого зруденіння: ультраметаморфічний (магматичний), пов'язаний із гранітоїдами; магматичний, пов'язаний з лужними інтрузіями; метасоматичний; гідротермальний і теригенно-кластогенний. З використанням коефіцієнта інтенсивності рудоутворення намічені промислові перспективи виділених генетичних типів і підтипів у межах мегаструктур (блоків, міжблокових шовних зон) Українського щита.

Ключові слова: генетичні класифікації; типи комплексних руд торію; промислові перспективи руд торію; торійвмісні рудні формації; коефіцієнт інтенсивності рудоутворення.

GENETIC CLASSIFICATION OF THORIUM MINERALIZATION IN THE FORMATIONS OF UKRAINIAN SHIELD.

A. Kuz`min, M. Yaroshchuk

A. Kuz`min, Senior Research SI «Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine»

M. Yaroshchuk, D.Sc. (Geol.-Min.), Principal Researcher SI «Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine»
marina_yaroshchuk@meta.ua

The classifications of thorium mineralization which exist on the territory of the Union of Independent States are considered. Classification of thorium mineralization of Precambrian rocks of Ukrainian shield is offered. Five types of thorium mineralization are identified. They are: ultrametamorphic (magmatic) thorium mineralization which associates with granitoids; magmatic mineralization which associates with alkaline intrusions; metasomatic mineralization; hydrothermal one and terrigenous-clastogenic mineralization. Industrial prospects of identified genetic types are defined using the mineralization intensity factor.

Key words: genetic classification, complex ores of thorium, industrial prospects of thorium ores, thorium ore formations, intensity factor of mineralization.