

<https://doi.org/10.15407/geotech2019.29.024>
УДК 551.242.1:553.3/4 (477)

Ярошук М.А., Осьмачко Л.С.

Ярошук М. А. д. г.-м.н., в.н.с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины» marina_yaroshchuk@meta.ua
Осьмачко Л.С., к. г. н, с. н. с., ДУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины» osml@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1248-261X>

МЕТАЛЛОГЕНИЯ УРАНА И ТОРИЯ МЕЖБЛОКОВЫХ ШОВНЫХ ЗОН УКРАИНСКОГО ЩИТА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛОЦЕРКОВСКО-ОДЕССКОЙ ЗОНЫ)

Рассмотрены особенности геологического строения и геодинамического развития Белоцерковско-Одесской межблоковой зоны Украинского щита (УЩ). Установлена возможная связь торий-уранового оруденения с конкретными дислокационными структурами и петрологическими процессами. Даны некоторые поисковые критерии торий-уранового оруденения.

Ключевые слова: торий, уран, металлогения, дислокационные этапы, структурные позиции

Введение

Металлогения докембрийских щитов характеризуется целым рядом особенностей, в частности, приуроченностью к ним месторождений гидротермально-метаморфогенного класса [1, 2].

В строении УЩ выделяются мегаблоки и разделяющие их межблоковые шовные зоны (МШЗ) первого порядка: Белоцерковско-Одесская, Ингулецко-Криворожская, Орехово-Павлоградская, а также Центрально-Приазовская – зона второго порядка, разделяющая Восточно-Приазовский и Западно-Приазовский блоки.

Межблоковые шовные зоны отличаются особенностями глубинного и геологического строения, геодинамикой развития, уровнем эрозионного среза. Указанные факторы, в свою очередь, определяют металлогению конкретных МШЗ, в частности, приуроченность к ним торий-уранового оруденения кремнекалиевой формации [3]. В этой формации торий и уран тесно связаны пространственно и генетически, поэтому металлогению этих элементов необходимо рассматривать комплексно.

Белоцерковско-Одесская межблоковая зона

Белоцерковско-Одесская МШЗ является мегаструктурой УЩ, её протяженность ~ 1100 км при ширине до 120 км. Наиболее эродированной и изученной является юго-восточная часть Побужского района – Голованевская зона, фундамент которой сложен двумя ярусами докембрийских пород. Анализ особенностей геологического строения и этапов геодинамиче-

ского развития является необходимым условием решения вопросов металлогении, в частности, урана и тория.

В Побужском районе установлен целый ряд торий-урановых рудопоявлений: Калиновское, Добрянское, Бугское, Корабельное, Ново-Фастовское, Погребищенское, Корнинское. В Алексеевском рудном поле детально изучены Калиновское, Южное и Лозоватское торий-урановые месторождения [3]. В Сквирско-Тетиевском районе установлены целый ряд более мелких проявлений торий-урановой минерализации (Чепыженское, Безымянное, Соколовское, Берестовецкое, Молчановское, Сосновское, Пимичанское, Сквирское, Осичковское, Забужское, Березнянское) [4].

Геологическое строение докембрийского фундамента

Характерной особенностью геологического строения Белоцерковско-Одесской МШЗ является наличие в ней пород сопредельных мегаблоков – Днестровско-Бугского и Ингульского, находящихся в сложных структурно-тектонических отношениях с породами собственно Белоцерковско-Одесской зоны.

Породы Днестровско-Бугского мегаблока представлены палеоархейской днестровско-бугской серией и эндербит-чарнокитовым комплексом. Эти породы слагают фрагменты (ступени, выступы, глыбы), разделяющие неархейские породы бугской серии и нижнеархейские ультраметаморфические обра-

зования, сосредоточенные в приразломных троговых структурах (рифтах?) северо-западного простирания.

В общем, фрагменты палеоархейского фундамента подчинены северо-западной неоархейской складчатости, отнесенной к глыбовому типу [5]. Порода палеоархейского фундамента метаморфизованы в гранулитовой фации, интенсивно диафторированы под влиянием процессов нижнепротерозойской гранитизации. В наиболее крупных выступах и ступенях палеоархейского фундамента, в их центральных частях, иногда устанавливается субширотная складчатость. В периферических частях таких выступов находятся очень сложные разломно-тектонические зоны сочленения, формирование которых обусловлено резким отличием физико-механических и геохимических свойств палеоархейских (относительно жестких) и неоархейских (более пластичных) пород.

Наиболее крупные фрагменты палеоархейского фундамента представлены Первомайским (16×20 км), Константиновским (10×20 км), Вознесенским (8×20 км), Братским (6×27 км) крупными валами, разделенными на более мелкие глыбы (Мигийская, Родимовская, Концепольская) [6]. Ольшанская, Концепольская, Константиновские глыбы образуют Первомайско-Константиновскую дугообразную гряду протяженностью около 80 км.

Мелкие фрагменты палеоархейского фундамента сильно диафторированы, представлены брахиантиклиналями (горст-антиклиналями) среди троговых структур северо-западного простирания, для которых характерна узкая линейная складчатость. Крупные северо-западные линейные структуры представлены антиклиналями (Арбузинская, Каменно-Костовская, Витязевская) и синклиналями (Ташлыкская, Братская, Анновская), сформировавшимися вдоль глубинных разломов северо-западного простирания (Бужский, Арбузинский, Братский, Центральный) в троговых структурах размерами 50×8; 70×10; 75×20; 40×10 км.

Синклинали выполнены гранулитовыми породами бугской серии: пироксен-плагноклазовыми кристаллосланцами, амфиболитами, гнейсами, кальцифирами, железисто-кремнистыми породами (кварцитами, кристаллосланцами), метасулфидитами. Состав, мощность и сочетание этих пород зависят от размеров синклиналей и отражают характер седиментогенного профиля, более полного в крупных синклиналях, и менее развитого – в мелких.

Антиклинали сложены гранитизированными разновидностями этих пород, представлены мигматитами (серыми, розово-серыми), порфиридовидными, трахитоидными и теньевыми гранитами побужского комплекса.

Складчато-глыбовая структура Белоцерковско-Одесской зоны осложнена конседиментационными северо-западными (Бужский, Арбузинский, Братский), глубинными субмеридиональными (Ю. Бужский, Мертвоводский, Тальновский) и оперяющимися их северо-восточными разломами разных порядков. Основной субмеридиональной структурой является Одесская зона глубинного разлома, которая имеет протяженность около 1100 км; протяженность слагающих её конкретных субмеридиональных разломов составляет от нескольких десятков до первых сотен метров; протяженность северо-восточных разломов значительно меньше.

Северо-западные и субмеридиональные разломы эродированы на разных, довольно глубоких уровнях, что определяет разную рудоносность их конкретных участков (ступеней). Например, присутствие продуктов редкометальной (турмалин, шеелит, ильменит), колчеданной (пирит, пирротин, арсенипирит) и полиметаллической (висмутин, сфалерит, галенит, молибденит) стадий гидротермально-пневматолитового процесса.

Эволюция структур и докембрийские этапы геодинамического развития.

В формировании Белоцерковско-Одесской зоны на основании детального структурного анализа и геохронологических данных выделяются до восьми генераций дислокационных структур и соответственно этапов становления исследуемой части УЩ [6 – 9]. Общая продолжительность таких этапов составляет интервал от 3000 до 1 100 млн. лет. Геологическими процессами формирования докембрийских дислокационных структур обусловлена металлогения, в частности, возможность и степень концентрации тория и урана в определенных типах структур в конкретное геологическое время. Рассмотрим выделенные дислокационные структуры подробнее.

Структуры генераций-1, 2 представлены реликтовыми фрагментами среди более поздних дислокационных образований. *Структуры генерации-1* – это складчатость/полосчатость пород эндербитового состава. Азимут падения (АзПад) осевых поверхностей складчатых форм варьирует в пределах 330 – 40° под крутыми углами, в этом же направлении погружаются шарниры под углом (<) ~ 30°. Мощности полос изменяются от нескольких мм до 10 см.

Структуры генерации-2 зафиксированы как спаренные дайкоподобные тела, субширотного и субмеридионального простираний, субвертикального падения [7]. Их состав соответствует эндербитам и гранитам.

Структуры генерации-3 на макроуровне представлены системой субпараллельных существенно

сдвиговых зон северо-западного простирания различной мощности. Их становление привело к фрагментированию палеоархейского фундамента с формированием реликтовых блоков (выступов) разнообразных размеров, конфигурация и пространственное размещения которых соподчинены образовавшимся сдвиговым зонам (рис. 1).

Сдвиговые зоны на мезо- и микроуровнях выражены структурами разлинзования и вторичного расслоения субстрата (полосчатостью), сланцеватостью, субвертикальной минеральной линейностью. Эти структуры фактически являются мономинеральными, сформированными агрегатами граната, пироксена, кварца, графита или же монопородными образованиями состава мафитов, эндрбитов, чарнокит-эндрбитов, пироксеновых гнейсов, кварцитов [7].

Закономерное пространственное размещение описываемых структур и корреляция с их вещественным наполнением свидетельствует о единоначалии формирования минеральных (породных) агрегатов и

их морфологии. А именно: тектоническом, провоцировавшего дифференциацию и структурирование первичного вещества, поскольку в случае метасоматоза или палингенеза приходится допускать присутствие способности таких процессов к всепроникающему упорядочиванию вещественных и структурных атрибутов изучаемых объектов.

Соответственно [6-11], сдвиговые зоны данной генерации сформированы ~2,8 млрд лет назад.

Структуры генерации-4 на макроуровне – это вязкорозломные зоны (существенно сдвиговые) субмеридионального простирания, субвертикального падения.

На мезо- и микроуровнях они выражены структурами разлинзования, сингранитизационной полосчатостью. Они формировались в условиях амфиболитового диафтореза и ультраметаморфизма при становлении побужского гранитоидного комплекса [10, 11]. Возраст последнего [10] ~ 2, 45 млрд лет.

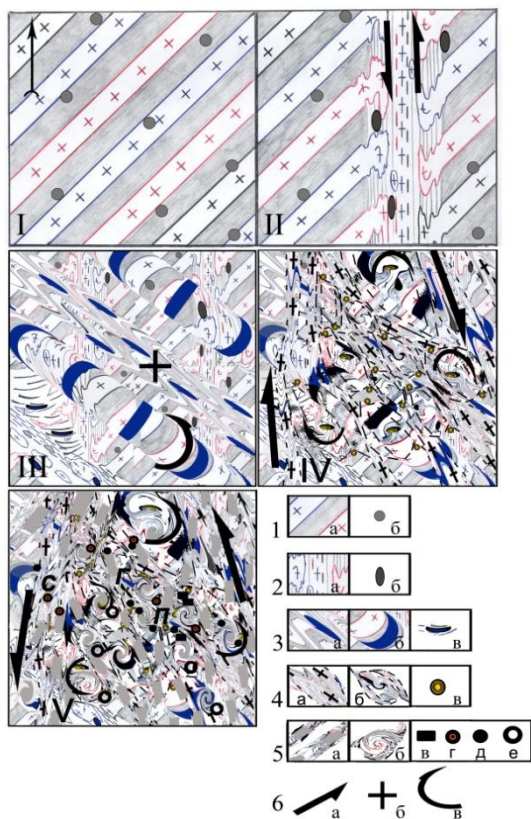


Рис. 1. Принципиальная поэтапная модель формирования структурного плана Белоцерковско-Одесской зоны: II – на время 3,2 млрд лет назад, III – 2,8, IV – 2,0, V – 1,8 млрд лет назад. 1 – 5 – немасштабное, обобщенное изображение структурно-вещественных новообразований (структур) на соответствующие этапы трансформаций кристаллического основания. 1 а – структуры и 1 б – рудные объекты этапа I; 2 а – структуры и 2 б рудные объекты этапа II; 3 а – существенно сдвиговые структуры, 3 б – сопряженные с ними структуры ротации, 3 в – рудные объекты этапа III; 4 а – существенно сдвиговые структуры, 4 б – сопряженные с ними структуры ротации, 4 в – рудные объекты этапа V; 5 а – существенно сдвиговые структуры, 5 б – сопряженные с ними структуры ротации, 5 в-е – рудные объекты этапа VI; где в – месторождения U, г – рудопроявления TR(U), д – TR(Th), е – прогнозные. 6 – направления главенствующих сдвиговых перемещений (в современных координатах): 6 а – субгоризонтальные, 6 б – субвертикальные, 6 в – по субкольцевым траекториям. П – Первомайск, С – Саврань, Г – Голованевск.

Fig. 1. Principal step-by-step model for the formation of the structural plan of the Bilotserkivsko-Odesk zone: II – 3.2 billion years ago, III – 2.8, IV – 2.4, V – 2.0 billion years ago. 1 – 5 – conventional, generalized image of structural-material new formations (structures) at the corresponding crystalline base transformation stages. 1 а – structures and 1 б – ore objects of stage I; 2 а – structures and 2 б – ore objects of stage II; 3 а – essential shear structures, 3 б – associated rotation structures, 3 в – ore objects of stage III; 4 а – essential shear structures, 4 б – associated rotation structures, 4 в – ore objects of stage V; 5 а – essential shear structures, 5 б – associated rotation structures, 5 в-е – ore objects of stage VI: в – U deposits, г – TR (U) occurrences, д – TR (Th), е – predicted. 6 – directions of the main shear movements (in modern coordinates): 6 а – subhorizontal, 6 б – subvertical, 6 в – along sub-ring paths. П – Pervomaisk, С – Savran, Г – Golovanivsk.

Структуры генерации-5 на макроуровне – вязкорозломные зоны субмеридионального простирания, субвертикального падения. На мезо- и микроуровнях они выражены структурами разлинзования, порфиروبластической сланцеватостью, наклонной линейностью (рис. 1.IV). Порфиробласты существенно калишпатового состава. В целом же образования данной генерации вещественно соответствуют гранитоидам с возрастом ~ 2,0 млрд лет.

Структуры генерации-6 – кливажные разломы, унаследуют пространственную ориентацию структур предыдущих генераций и являются диафторитами. На мезуровне, это кливаж, новообразованная полосчатость, которые сформированы минеральными парагенезисами зеленосланцевой фации метаморфизма и задействуют более древние образования (рис. 1.V). Формирование структур данной генерации при-

вязываем ко времени 1,8-1,6 млрд лет назад, согласно [8, 12, 13].

Структуры генерации-7 представлены мало-мощными телами ультрамилонитов, которые имеют разнообразные элементы залегания.

Структуры генерации-8, это хрупкие разломы, в пределах которых деформационные преобразования пород происходили при низких температурах. Они развиты либо соответственно регматической сети, либо согласно накладываются на синметаморфические структуры, усиливая и подчеркивая сформированное ранее меланжевое строение исследуемой зоны [11].

Металлогения урана и тория

Основной металлогенический анализ урана и тория является определение возможных факторов разномасштабной концентрации этих металлов в связи с петрологическими процессами, проявленными в

конкретных структурах в определенное геологическое время.

Наиболее раннее накопление тория, в меньшей мере – урана могло происходить при процессах седиментации базальных горизонтов пород бугской серии главным образом в виде кластогенного монацита, менее – сфена и апатита в мелководных терригенно-хемогенных осадках вблизи выступов палеоархейского фундамента. Источником кластогенных минералов, вероятно, были теньевые чарнокиты, в монацитах которых торий преобладает над ураном (табл. 1).

Концентрации монацита приурочены к грубополосчатым мигматитам, протолитами которых были терригенные мелководные осадки. В этих мигматитах торий значительно преобладает над ураном. В меньшей мере торий и уран могли быть сорбированы хемогенными осадками – протолитами гнейсов, содержащих сфен и апатит. Источником этих металлов, возможно, были углеводородные флюиды, на что указывает постоянное присутствие в гнейсах графита.

Таблица.1. Средние и предельные содержания свинца, урана и тория в монацитах различных пород района
Table.1. Average and maximum lead, uranium and thorium content in monazites of various rocks of the region

Элементы Породы	Содержание в %			Th/U	Кол-во проб
	Pb	U	Th		
Чарнокиты теньевые	0,615-0,88	0,057-0,77	5,7-8,12	8,4-55,14	4
	0,72	0,26	6,6	20,64	
Грубополосчатые мигматиты внутренних частей зон сочленения	0,78-1,15	0,06-0,403	6,02-10,34	13,16-15,13,	6
	0,94	0,15	6,63	86,16	
Серые и розово-серые порфиroidные граниты	0,35-1,50	0,23-1,23	2,46-10,75	6,57-33,10	8
	0,97	0,63	7,76	12,70	
Грубополосчатые мигматиты внешних зон сочленения	0,38-1,15	0,35-1,10	3,48-11,93	5,35-33,13	8
	0,85	0,53	7,72	16,77	
Розово-серые теньевые граниты	0,63-1,00	0,21-0,86	6,48-8,23	11,46-30,86	8
	0,73	0,40	7,27	22,15	
Мясо-красные пегматоидные граниты	0,42-1,10	0,09-0,62	3,48-9,94	15,32-108,1	4
	0,87	0,35	8,16	39,98	
Красные трахитоидные граниты	–	0,21-0,44	5,60-8,61	15,7-35,9	12
		0,30	7,13	23,70	
Гранитоиды северо-западных зон дробления	0,85-1,10	0,38-1,0	7,11-8,5	8,5-21,26	4
	0,95	0,72	7,76	12,22	
Гранитоиды северо-восточных зон дробления	0,83-1,26	0,09-0,62	8,7-12,3	14,84-96,66	4
	1,06	0,30	10,42	53,97	
Гранитоиды субмеридиональных зон дробления	0,54-1,68	0,22-0,52	5,08-7,8	13,02-35,45	3
	1,07	0,40	6,87	23,25	

Примечание: анализы выполнены в лаборатории абсолютной геохронологии Г.Д. Елисеевой, А.И. Казанцевой, Н.Я. Шарай, Е.А. Злочевской.

Основное накопление урана, в меньшей мере – тория, обусловлено процессами регионального ультраметаморфизма с образованием мигматитов и розово-серых массивных порфиroidных и трахитоидных гранитов с аксессуарным монацитом, для которо-

го характерно уменьшение торий-уранового отношения по сравнению с монацитами чарнокитов и грубополосчатых мигматитов (табл.).

Преобладание урана (0,336; 0,073; 0,017%) над торием (0,037; 0,044; 0,043%) характерно также для циркона и ксенотима (U=1,64; Th=0,92%). Протолитами этих мигматитов и гранитоидов, вероятно, были, в основном, парапороды, степень гранитизации зависела от состава субстрата метаморфических по-

род: от метасоматического их замещения до образования реоморфических гранитов в участках плавления.

На заключительных этапах гранитообразования в гранитоидах зон разломов накопление тория в монацитах мясокрасных пегматоидных гранитов ($Th/U=39,98$), красных трахитоидных гранитов ($Th/U=23,7$) и гранитах субмеридиональных ($Th/U=23,25$) и особенно северо-восточных разломов ($Th/U=53,97$) преобладало над накоплением урана.

Основное накопление тория и урана с образованием их комплексных месторождений (Южное, Лозоватское, Калиновское) происходило при постгранитизационных процессах кремне-калиевого метасоматоза (биотитизации, микроклинизации, окварцевания) [3] в период 1950-2000 млн. лет. Возможно, определенную роль играли процессы флюидизации.

Обращает на себя внимание приуроченность этих месторождений к периферической части Первомайско-Константиновской гряды, являющейся крупной ступенью палеоархейского фундамента. Эта приуроченность, вероятно, отражает два фактора наиболее вероятного накопления тория и урана: наличие мелководных терригенно-хемогенных пород с кластогенным монацитом и разломной зоны, ограничивающей выступ палеоархея, по которой поступали глубинные углеводородные флюиды, привнесившие уран и торий в виде металлоорганических соединений. Рудоносные флюиды также поступали по зонам субмеридиональных и северо-восточных разломов, секущих складчато-глыбовые структуры.

Торий-урановое оруденение осуществлялось в несколько стадий, в течение которых содержание урана и тория существенно менялось:

– ранняя щелочная торий-редкоземельная (предрудная), продукты которой представлены в основном торийсодержащими минералами – монацитом, ксенотимом, торианитом, ураноторитом, циртолитом, содержащими редкие земли цериевой группы. Акцессорные минералы образуют рассеянную вкрапленность. Концентрация тория преобладает над концентрацией урана. Сопутствующими минералами этой стадии являются сфен, шеелит, ильменит, шпидель;

– кислотная стадия основного рудогенного этапа, продукты которой наряду с торийсодержащими минералами представлены уранинитом, бреггеритом, настураном, ненадквитом, коффинитом, уранофаном. Редкие земли, изоморфно входящие в эти минералы, относятся к иттриевой группе. Сопутствующие минералы этой стадии представлены молибденитом, турмалином, самородным висмутом, сфалеритом, галенитом, сульфидами железа. На преобладание привноса урана на основной рудной стадии указывает

уменьшение Th/U отношения в монацитах (табл.). Продукты этой стадии (собственно руды) приурочены, главным образом, к микроклинитам, зонам биотитизации и окварцевания в диафторитах, пегматоидных гранитах и пегматитах в субмеридиональных зонах разломов;

– пострудная щелочная стадия, продукты которой представлены гидронастураном, коффинитом, сульфидами и в основном приурочены к зонам хлоритизации и карбонатизации среди различных тектонитов. В зависимости от уровня эрозионного среза в конкретных складчатых и разрывных структурах вскрываются продукты разных стадий рудогенерирующего процесса.

Исходя из рассмотренных особенностей металлогении урана и тория, можно наметить их структурные поисковые признаки в Белоцерковско-Одесской межблоковой зоне.

1. Периферия крупных глыбовых структур, где проявлены в основном продукты предрудной стадии с преобладанием тория над ураном. Такие структурные условия образуются при разобщении кристаллического основания на отдельные фрагменты (глыбы) благодаря неоднократным сдвиговым трансформациям. В приторцевых частях глыб создаются тени давлений – участки, наименее задействованные тектоническим процессом (рис. 1, 2). P-T параметры таких трансформаций соответствовали условиям перекристаллизационных явлений, так как описанные выше дислокационные структуры сформированы обособленными минеральными агрегатами. Поэтому сопутствующие метаморфитам и гранитоидам Th-, U-концентрации, в докембрийские этапы эволюции фундамента подвергались тем же трансформациям, что и вмещающие породы, а именно: складчатости, ультраметаморфизму, регрессивному метаморфизму, перераспределению вещества с перемещением к теням давлений. Как следствие таких преобразований происходит: а) увеличение содержания Th и U от наиболее древних к наиболее молодым породам (табл.), или же с каждым этапом дислокационных трансформаций и б) размещение обогащенных Th и U геологических тел всех иерархических уровней в закономерных структурных позициях – присдвиговых тенях давлений палеопротерозойского структурного рисунка (δ -, T-структуры).

2. Субмеридиональные разломы и узлы их пересечения с северо-западными разломами, где фиксируются продукты основной рудогенной стадии с преобладанием урана над торием. Субмеридиональные зоны разломов – результат пятого этапа структурно-вещественных преобразований фундамента (рис. 1, 2). Соответственно, столько же раз, в пять импульсов, произошло перераспределения вещества

(как рудного, так и нерудного) кристаллического фундамента. Поэтому и содержание полезных компонентов, приуроченных к субмеридиональным зонам этапа-5, вдвое выше, чем во вмещающих породах.

3. Северо-восточные разломы, где в монацитах из зон дробления установлено увеличение Th/U отношения до 53,97 (табл.), что указывает на возрастание доли привноса тория. Субмеридиональные с

вергентностью на северо-восток разломные зоны сформировались на шестом этапе структурных и вещественных преобразований кристаллического основания. Соответственно, столько же раз (~ 6) перераспределялось вещество фундамента, отсюда – увеличение Th/U отношения, в сравнении с более древними структурами.

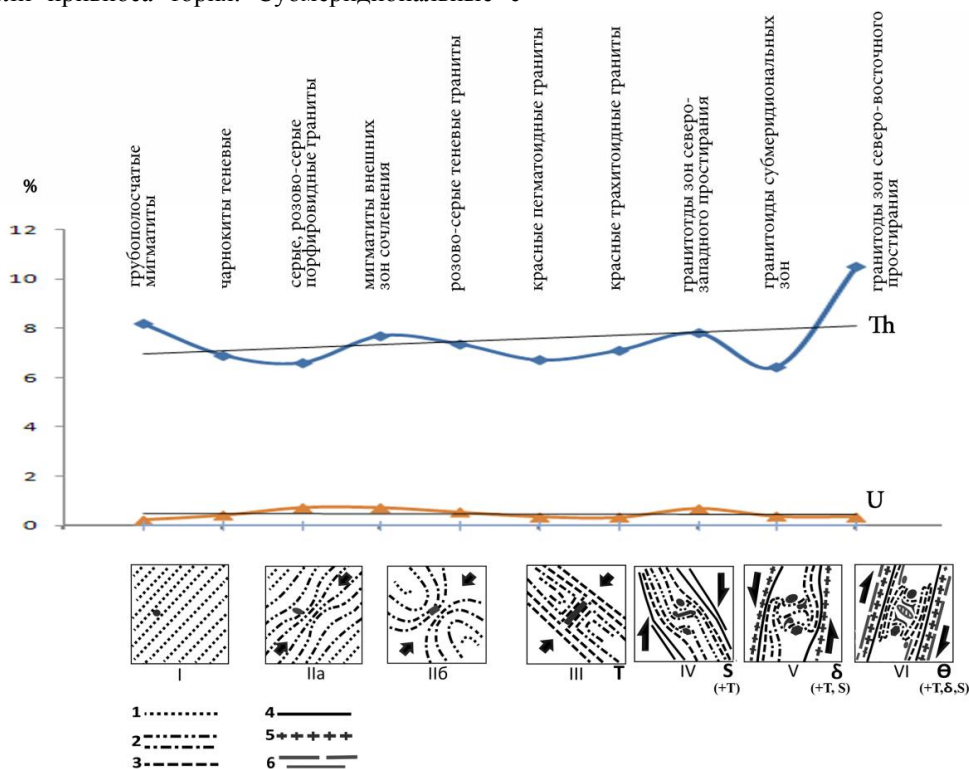


Рис. 2. Изменение содержания U, Th в монацитах гранитоидов Одесско-Белоцерковской зоны УЩ (по данным приведенным в табл.) в зависимости от их возраста и, соответственно, этапа структурно-вещественных преобразований. Последние и сопряженное с ними поэтапное становление (I – VI) рудоперспективных структур отображены в нижнем ряду. Этапы соответствуют таким же на рис.1. 1 – 6 – генерации плоскостных структур. Над графиками – названия генераций гранитоидов. T, S, и δ – типы дислокационных структур, формирование которых обусловлено многоэтапностью и изменением направлений приложения тектонических сил (черные стрелки). Серые овалы и многогранники маркируют присдвиговые тени давлений, к которым приурочены повышенные рудные концентрации.

Fig. 2. The change in U and Th content in monazites of the Bilotserkivsko-Odeska zone granitoids (according to data in the table), depending on their age and, accordingly, the phase of structural and material transformations. The latest and associated with these transformations gradual formation (I – VI) of the ore prospective structures is presented in the bottom row. The stages correspond to those given in fig.1. 1 – 6 – generation of planar structures. Above the graphs are the names of the granitoid generations. T, S, and δ are the types of dislocation structures, formation of which is determined by the multiphase nature and change in the tectonic force directions (black arrows). Gray ovals and polyhedrons mark pre-shift pressure shadows, which are associated with elevated ore concentrations.

Заключение

1. Белоцерковско-Одесская межблоковая зона является гибридной дислокационной макроструктурой, которая формировалась в несколько этапов структурно-вещественных преобразований кристаллического фундамента вследствие существенно сдвиговых трансформаций при изменении направлений тектонических напряжений на фоне снижения P-T параметров геологической среды. Окончательно зона оформилась в нижнем протерозое; более поздние тектонические преобразования существенно не изменили образовавшийся в палеопротерозое структурный план.

2. Th-, U- рудные объекты Белоцерковско-Одесской межблоковой зоны всех уровней организации являются закономерными составляющими структурных рисунков соответствующего ранга. Содержание U и Th увеличивается с каждой генерацией структурно-вещественных новообразований, тогда как во вмещающих породах – наоборот, уменьшается. Наиболее существенные U-Th концентрации приурочены к δ - и T-структурам палеопротерозойского структурного рисунка. То есть, U-, Th- рудоперспективные тела прошли ту же историю становления, что и вмещающие. А именно, рудное вещество извлекалось из пород кристаллического основания, перемещалось, приобретало новые вещественные и про-

странственные формы вместе с нерудными компонентами, приспособиваясь к соответствующим Р-Т и кинематическим условиям, спровоцированным несколькими тектоническими импульсами. Первые шесть из них реализовались в вязко-пластических условиях (до 1,7 млрд лет назад), последующие в – упруго-хрупких.

Все приведенные данные свидетельствуют, что генезис U-, Th-рудных скоплений, в пределах Белоцерковско-Одесской межблоковой зоны соответствует тектоно-метаморфическому типу.

3. Рудопроявления торий-урановой минерализации, обусловленной кремне-калиевым метасоматозом, наблюдались в других, менее изученных межблоковых шовных зонах УЩ.

В Криворожско-Ингулецкой зоне проявления торий-урановой кремне-калиевой формации установлены в основном в Правобережном районе на Ореховском, Артемовском, Зеленореченском и Петровском участках. К этой формации могут быть отнесены Компанеевское, Гуровское, Криничеватское, Чабанковское торий-урановые проявления. Проявления кремне-калиевой формации нередко образуют реликтовые участки в полях развития натрий-урановой формации (например, Степовское на Бобринецкой площади) [14].

В Орехово-Павлоградской зоне кремне-калиевая торий-урановая формация установлена на Павловском и Северо-Герсянском участках также получила развитие и достаточно хорошо изучена на Дибровском месторождении Волчанского выступа, вероятно, являющимся тектоническим фрагментом разветвленной Орехово-Павлоградской зоны.

Генетическая природа этого месторождения, в частности его структурного положения и источников урана и тория, является дискуссионной [14].

Литература

1. Белевцев Я.Н. *Метаморфогенное рудообразование*. М.: Недра, 1979. 275 с.
2. Буряк В.А. *Метаморфизм и рудообразование*. М.: Недра, 1982. 256 с.
3. Белевцев Я.Н., Коваль В.В., Бакаржиев А.Х., Анисимов В.А., Баташов В.Г. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. – Киев: Наук. думка, 1995. 396 с.
4. Белевцев Я.Н., Фоменко В.Ю., Горошников Б.И., Абдулина М.Я., Авдеева Л.И., Айзенберг Д.Е. Закономерности образования и размещения урановых месторождений Украины. Киев: АН УССР, МИНГЕО СССР, 1968. 763 с.
5. Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М.: Гос. геол. издат., 1962. 373 с.
6. Ярошук Э.А., Елисеева Г.Д. Абсолютный возраст и история формирования докембрия Южного Буга // Вопросы датирования древнейших (катархейских) геологических образований. Киев: Наукова думка, 1967, с. 54-63.
7. Осьмачко Л.С. Голованівська шовна зона як гібридна дислокаційна структура // Мінеральні ресурси України. 2012. № 4. с. 23-32.

8. Горяйнов С.В., Денисенко Д.В., Дивицкий О.А. *Метаморфические и метасоматические комплексы Среднего Побужья*. Харьков: «Экограф», 2003. 167 с.

9. Лобач-Жученко С.В., Степаниук Л.М., Пономаренко А.Н., Балаганский В.В. Возраст цирконов из эндрбито-гнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита) // Мин. журн. 2011. № 1. с. 3–14.

10. Клочков В.М., Білінська Я.П., Веклич Ю.М., Піяр Ю.К., Мараховська І.І., Шевченко О.М., Пилипчук О.М. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000, Центральноукраїнська серія М-36-XXXI (Первомайськ). Карти та пояснювальна записка. Київ: Державний комітет природних ресурсів України, УкрДГРІ, 2004.

11. Лукієнко О.І., Кравченко Д.В., Сухорада А.В. Дислокаційна тектоніка та тектонофації докембрію Українського щита. – Київ: ВПЦ Київський університет, 2008. 280 с.

12. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. *Геохронология раннего докембрия Украинского щита (протерозой)*. Киев: Наук. книга, 2008. 240 с.

13. Гаценко В.О., Литвиненко Ю.О. Ільменіт-біотитові амфіболіти Чемерпільської структури Середнього Побужжя // Мин. журн. 2010. 32, №4. с.86–98.

14. Кулиш Е.А., Комов И.Л., Яценко В.Г., Крамар О.А. *Стратегические и минеральные ресурсы Украины для ядерной энергетики*. Киев: Логос, 2010. – 320 с.

References

1. Belevtsev, Y.N. (1979), *Metamorfogennoe rudoobrazovanie*, Nedra, M., RU, 275 p.
2. Buriak, V.A. (1982), *Metamorphism i rudoobrazovanie*, Nedra, M., RU, 256 p.
3. Belevtsev, Y.N., Koval, V.V., Bakarzhiev, A.K., Anisimov, V.A., Batashov, V.G. (1995), *Geneticheskiye tip yizakonomernosti razmesheniia uranovykh mestorozhdeniy Ukrainy*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 396 p.
4. Belevtsev, Y.N., Fomenko, V.Y., Goroshnikov, B.I., Abdulina, M.Y., Avdeeva, L.I., Aizenberg, D.E. (1968), *Zakonomernosti obrazovaniia i razmeshcheniia uranuvih mestorozhdenii Ukraini*, AN USSR, MINGEO SSSR, Kyiv, UA, 763 p.
5. Belousov, V.V. (1962), *Osnovnie voprosi geotektoniki*, Gos.geol.izdat, M., RU, 373 p.
6. Yaroshchuk, E.A. Eliseeva, G.D. (1967), *Voprosi datirovaniia drevneishih (katarheiskih) geologicheskikh obrazovaniia*, Naukova dumka, Kyiv, UA, pp. 54-63.
7. Osmachko, L.S. (2012), *Mineraln iresursi Ukraini*, № 4, Kyiv, UA, pp. 23-32.
8. Goryainov, S.V., Denisenko, D.V., Divitsky, O.A. (2003) *Metamorficheskie i metasomaticheskie komplekxy Srednego Pobuzh'ia*, "Ekograf", Kharkiv, UA, 167 p.
9. Lobach-Zhuchenko, S.V., Stepaniuk, L.M., Ponomarenko, A.N., Balagansky, V.V. (2011), *Min.jurn.*, № 1, Kyiv, UA, pp. 3–14.
10. Klochkov, V.M., Bilinska, Ya.P., Veklich, Yu.M., Piiar Yu.K., Marahovska I.I., Shevchenko O.M., Pilipchuk O.M. (2004), *Derzhavna geologichna karta Ukraini. Masshtab 1:200 000, Tsentralno ukrinskaseriia M-36-XXXI (Pervomaisk)*, Derzhavniy komitet priroodnih resursiv Ukraini, UkrDGRI, Kyiv, UA.
11. Lukienko, O.I., Kravchenko, D.V., Suhorada, A.V. (2008), *Dislokatiinatektonikata tektonofatsii dokembriiy Ukrainського shchita*, VPCKiivskyuniversitet, Kyiv, UA, 280 p.
12. Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, A.N. (2008), *Geokhronologiya rannego dokembriya Ukrainkogoshchita (proterozoy)*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 240 p.
13. Gatsenko, V.O., Litvinenko, Y.O. (2010), *Min.jurn.*, Vyp. 32, № 4, Kyiv, UA, pp. 86–98.
14. Kulish, E.A., Komov, I.L., Iatsenko, V.G., Kramar, O.A. (2010), *Strategicheskiei mineralnie resursi Ukraini dlia yadernoi energetiki*, Logos, Kyiv, UA, 320 p.

МЕТАЛОГЕНІЯ УРАНУ І ТОРІЮ МІЖБЛОКОВИХ ШОВНИХ ЗОН УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА (НА ПРИКЛАДІ БІЛОЦЕРКІВСЬКО-ОДЕСЬКОЇ ЗОНИ)

Ярошук М. А. д. г.-м.н., в.н.с. ГУ «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» marina_yaroshchuk@meta.

Осьмачко Л.С., к. г. н., с. н. с., ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» osml@ukr.net.

Розглянуто особливості геологічної будови і геодинамічного розвитку Білоцерківсько-Одеської міжблокової зони. Установлено можливий зв'язок торій-уранового зруденіння з конкретними дислокаційними структурами та петрологічними процесами. Надано деякі пошукові критерії торій-уранового зруденіння. Показано, що структурний малюнок Білоцерківсько-Одеської зони формувався в декілька етапів структурно-речовинних перетворень кристалічної основи в здвигових умовах при змінах напрямків тектонічних тисків та P-T умов реалізації. Зокрема такі перетворення перших семи етапів (докембрійських) відбувалися в P-T умовах на рівні від гранулітової до зеленосланцевої фації метаморфізму. Пізніші трансформації кристалічної основи мали місце в холодних умовах. Остаточне становлення структурного малюнка Білоцерківсько-Одеської зони відбулося в палеопротерозої, більш пізні тектонічні порушення (що сформувалися в холодних умовах) суттєво не змінили сформованого на відзначену часову мітку структурного плану. U-, Th-рудні тіла Білоцерківсько-Одеської зони всіх ієрархічних рівнів є закономірними складовими приздвигових структурних рисунків, вміст U та Th у гранітоїдах збільшується з кожним етапом структурно-речовинних перетворень, у вмісних навпаки – зменшується. Найбільш суттєві U-Th концентрації приурочені до δ- та T-структур палеопротерозойського структурного малюнка даної зони, який є результатом щонайменше шести етапів структурно-речовинних трансформацій кристалічної основи. Все зазначене свідчить, що U-, Th-рудні та вмісні тіла пройшли однакову історію становлення – в декілька етапів структурних і речовинних перетворень кристалічної основи. Тобто рудна речовина вилучалась з порід кристалічної основи, перетворювалась (разом з нерудними компонентами), переміщувалась та набувала нових речовинних і просторових форм, пристосовуючись до відповідних P-T і кінематичних умов, прокованих тектонічними імпульсами, яких відомо не менше восьми. Тому рудоперспективні тіла займають певні структурні комірки в палеопротерозойському структурному рисунку Білоцерківсько-Одеської міжблокової зони – приздвигові тіні тиску. Таку приуроченість вважасмо за провідний пошуковий критерій.

Ключові слова: торій, уран, металогенія, дислокаційні етапи, структурні позиції.

METALOGENIC THETHORIUM AND URANIUM OF INTERBLOK ZONES OF THE UKRAINIAN SHIELD (BY EXAMPLE OF BILOTSEKIVSKO-ODESKA ZONES)

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

L. Osmachko, Ph.D. (Geol.), Senior Researcher, SI «Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine», osml@ukr.net

The peculiarities of the geological structure and geodynamic development of the Bilotserkivsko-Odeska interblock zone are considered. Possible connection of thorium-uranium mineralization with concrete dislocation structures and petrological processes is established. Some search criteria for thorium-uranium ores are given. The structural pattern of the Bilotserkivsko-Odeska zone is shown to be formed in several phases of structural-material transformation of the crystalline base under sheared conditions with changes in the tectonic pressure directions and P-T realisation conditions. In particular, such transformations of the first seven phases (Precambrian) took place under the R-T conditions, from granulite to green-schist facies of metamorphism. Later transformations of the crystalline base took place under cold conditions. The final formation of the structural pattern of the Bilotserkivsko-Odeska zone occurred in the Paleoproterozoic, and the later tectonic violations (formed in cold conditions) did not significantly change the structure pattern of the established timestamp. U-, Th-ore bodies of the Bilotserkivsko-Odeska zone of all hierarchical levels are regular components of the structural patterns of the shear. The U and Th content of the granitoids increases with each phase of the structural-material transformations, while in the host-rock it decreases. The most significant U-Th concentrations are confined to the δ- and T-structures of the Paleoproterozoic structural pattern of this zone, which is the result of at least six stages of structural-material transformations of the crystalline base. All this indicates that the U-, Th-ore and ore-bearingbodies have the same history of formation – several phases of structural and material transformations of the crystalline basis, i.e. the ore substance was removed from the crystalline base rock, transformed (together with the non-metallic components), moved, and acquired new material and spatial forms, adapting to the corresponding R-T and kinematic conditions provoked by tectonic impulses, the number of which was at least eight. Therefore, the ore-prospective bodies occupy certain structural cells in the Paleoproterozoic structural pattern of the Bilotserkivsko-Odeska interblock zone – the pre-shift pressure shadows. We consider this affinity to be the leading search criterion.

Keywords: thorium, uranium, metalogeny, dislocation stages, structures positions.