

УРАН И ТОРИЙ В ПОРОДАХ И РУДАХ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛОМЫР

Н.В. Моисеенко, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.

И.В. Кузнецова, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.

**Институт геологии и природопользования ДВО РАН
(Россия, г. Благовещенск)**

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11847

Аннотация. В золоторудном месторождении Маломыр содержание U и Th во вмещающих сланцах соответствует среднему содержанию в верхней континентальной коре. Для рудных метасоматитов характерны очень низкие концентрации U и Th. У радиоактивных элементов обнаружена положительная корреляция между собой, легкими редкоземельными элементами и молибденом. Установлена отрицательная корреляция с медью, сурьмой, вольфрамом и благородными элементами.

Ключевые слова: уран, торий, радиоактивные элементы, благородные металлы, золоторудное месторождение, рудные метасоматиты.

Для геологов занимающихся изучением и разработкой золоторудных месторождений безусловный интерес представляет связь благородных и радиоактивных элементов в золоторудных месторождениях разного генезиса. Дополнительная информация по этому вопросу была нами получена при изучении месторождения Маломыр (Приамурье).

Фактическим материалом для исследований послужили пробы пород и рудных метасоматитов весом от 20 до 25 кг, взятые из двух рудных зон золоторудного месторождения Маломыр.

Для определения породообразующих, рудных и акцессорных минералов был проведен минералогический анализ проб. Содержания редких и радиоактивных элементов были установлены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Породообразующие элементы определялись рентгенофлуоресцентным методом. Атомно-абсорбционный анализ использовался для выяснения содержаний золота и серебра. Состав и морфология зерен самородного золота были изучены методами электронной микроскопии на электронном микроскопе ZEISS EVO-50 XVP с энергодисперсионным рентгеновским (ЭДР) спектрометром INCA Energy-350. Корреляционные связи между радиоактивными, редкими и благородными элементами были ус-

тановлены с использованием программы STATISTICA.

Месторождение Маломыр находится на Дальнем Востоке России, на западной границе Селемджино-Кербинской металлогенической зоны Джагдинской провинции Монголо-Охотского золотоносного пояса [1]. В геологическом плане – это западная граница Ниланского террейна аккреционного клина Монголо-Охотского орогенного пояса. Месторождение приурочено к Маломырской антиклинали [2]. Южное крыло, в пределах которого находится месторождение, осложнено многочисленными складками. Площадь месторождения слагают породы среднего карбона златоустовской свиты, которые представлены рассланцованными песчаниками, серицит-альбит-кварцевыми углеродсодержащими сланцами с прослоями и линзами метакремнистых и карбонатных пород. Они прорваны позднепалеозойскими гранитоидами и раннемеловыми дайками андезитов и дацитов. Вмещающие породы вместе с гранитоидами были дислоцированы, милонитизированы и метаморфизованы в зеленосланцевой фации, на все породы наложилось интенсивное окварцевание и альбитизация [3].

По данным минералогического анализа основными жильными минералами руд являются: кварц, полевые шпаты, карбонаты и слюды. Рудные минералы представ-

лены главным образом арсенопиритом и пиритом. В подчиненном количестве встречается галенит, сфалерит, вольфрамит, магнетит, гематит, ильменит, само-

родное золото. Для определения содержания редких и радиоактивных элементов был применен метод ICP-MS. Результаты анализа отражены в таблице.

Таблица 1. Средние содержания редких элементов в породах и рудах месторождения Маломыр

Элемент	Сланец (7)	Метасоматит (9)	Элемент	Сланец (7)	Метасоматит(9)
Li	27.4	21,1	Mo	2.3	1.7
Be	3.7	2,6	Ag	0.58	1.0
Sc	11.6	19,1	Cd	0.07	0.5
V	122	129,8	Sn*	5.6	3.4
Cr	79.0	154,2	Sb	25.8	46.7
Co	11.4	25,7	Cs	10.6	7.3
Ni	26.9	39,3	Ba	399	387.2
Cu	34.4	52,9	Hf	5.6	1.4
Zn	91.2	178	Ta	1.0	07
Ga	26.6	18,9	W	26.2	28.2
As	3299.8	6967	Au	2.0	5.8
Rb	145	88,6	Tl	1.2	0.5
Sr	77.7	102,8	Pb	18.4	36.8
Y	23.8	9,9	Bi	0.30	0.2
Zr	224	40	Th	11.7	1.9
Nb	13.5	7,5	U	2.8	1.0

Примечание. Цифры - средние содержания (по медиане). В скобках – количество проб

При пересчете содержаний редких элементов в породах и рудах к содержанию в верхней континентальной коре [4] стало ясно, что некоторые рудные элементы имеют повышенные концентрации не

только в рудных метасоматитах, но и в породах месторождения. Это относится к цинку, мышьяку, серебру, сурьме, золоту, вольфраму и свинцу (рис. 1).



Рис. 1. График для сланцев и метасоматитов золоторудного месторождения Маломыр

Примечание. Порода/континентальная кора – содержание в породах к содержанию в верхней континентальной коре.

Концентрации меди и кадмия не происходит ни в рудных метасоматитах, ни во

вмещающих сланцах. Магматогенные минералы – скандий, хром, кобальт и никель

рассеиваются во вмещающих породах (коэффициент концентрации < 1), а в рудных метасоматитах все вышеперечисленные элементы, кроме никеля, слабо концентрируются. Для циркония, иттрия, ниобия и гафния характерны повышенные коэффициенты концентраций во вмещающих сланцах и пониженные ($Zr - 0.3$; $Y - 0.4$; $Nb - 0.6$; $Hf - 0.3$) для руд. Стронций и тантал не концентрируются ни в сланцах, ни в рудных метасоматитах. Содержание

радиоактивных элементов (U и Th) во вмещающих породах соответствует среднему содержанию в верхней континентальной коре, в рудах происходит вынос радиоактивных элементов.

Для оценки корреляции урана и тория с редкими и благородными элементами были построены корреляционные кривые для вмещающих сланцев и руд месторождения (рис. 2).

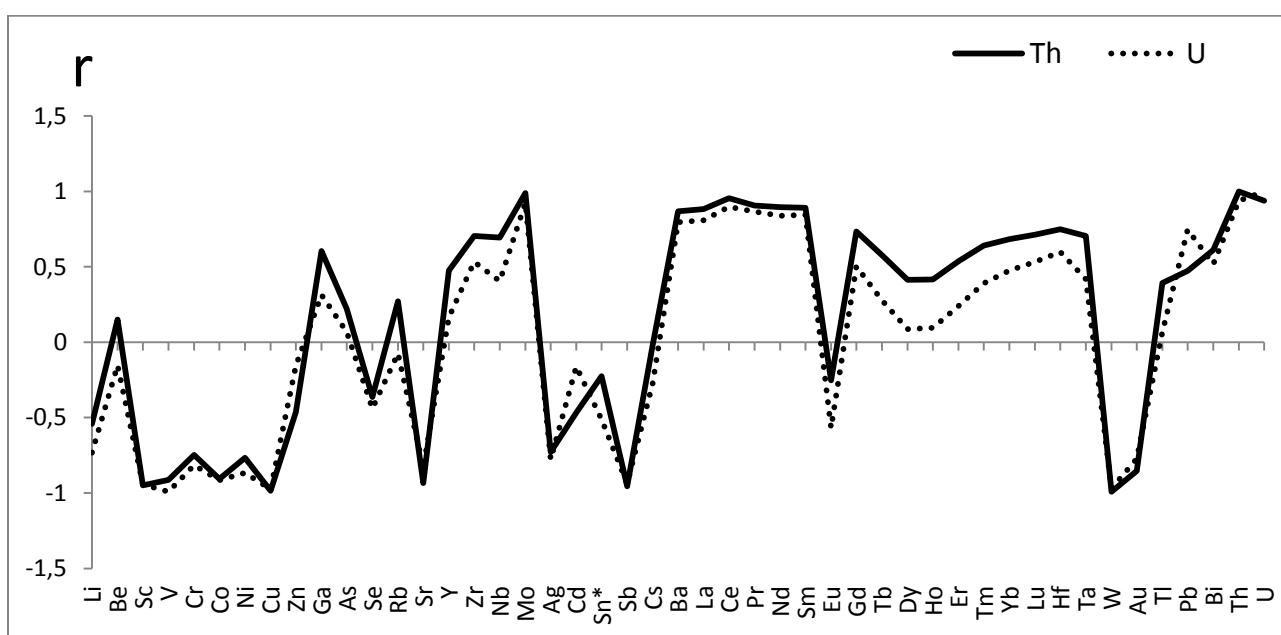


Рис. 2. Корреляционные профили U и Th для пород и руд месторождения Маломыр.

Примечание: r – коэффициент корреляции

В породах и рудах месторождения у Th и U наблюдается сильная положительная корреляция (коэффициент корреляции > 0.81) с группой легких редкоземельных элементов. Из рудных элементов только для молибдена установлена положительная корреляция с U и Th (коэффициент корреляции > 0.93). У тория дополнительно отмечена положительная корреляция с цирконием, ниобием, гафнием и танталом. У урана отмечена положительная корреляция со свинцом. Характерна сильная связь между самими радиоактивными элементами (коэффициент корреляции > 0.94). Магматогенные минералы – Sc, V, Cr, Co и Ni имеют отрицательную или сильно отрицательную корреляцию с Th и U.

Также отмечена отрицательная корреляция со стронцием и вольфрамом.

Из рудных элементов сопутствующих благородной минерализации (Cu, Ag, Sb) и самого золота характерна отрицательная корреляция.

В золоторудном месторождении Маломыр содержание U и Th во вмещающих сланцах соответствует среднему содержанию в верхней континентальной коре. Для рудных метасоматитов характерны очень низкие концентрации U и Th. У радиоактивных элементов обнаружена положительная корреляция между собой, легкими редкоземельными элементами и молибденом. Установлена отрицательная корреляция с медью, сурьмой, вольфрамом и благородными элементами.

Библиографический список

1. Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В. Золоторудные месторождения Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 352 с.
2. Золоторудные месторождения России / под ред. М.М. Константинова. – М.: Акварель, 2010. – 349 с.
3. Степанов В.И., Мельников А.В., Вах А.С., Вьюнов Д.Л., Дементиев А.И., Пересторонин А.Е. Приамурская золоторудная провинция. – Благовещенск: АмГУ; НИГТЦ ДВО РАН, 2008. – 231 с.
4. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.

URANIUM AND THORIUM IN THE ROCKS AND ORE OF THE GOLD DEPOSIT OF MALOMYR

N.V. Moiseenko, *Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher*
I.V. Kuznetsova, *Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher*
Institute of Geology and Nature Management of Far East Branch Russian Academy of Sciences
(Russia, Blagoveshchensk)

Abstract. *In the Malomyr gold deposit, the content of U and Th in the host shales corresponds to the average content in the upper continental crust. Ore metasomatites are characterized by very low concentrations of U and Th. Radioactive elements showed a positive correlation between themselves, light rare-earth elements and molybdenum. A negative correlation was established with copper, antimony, tungsten and noble elements.*

Keywords: *uranium, thorium, radioactive elements, noble metals, gold ore deposit, ore metasomatites.*