

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА U-СОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МАССИВА МАНЬ-ХАМБО

Азарнова Л.А., Иоспа А.В., Рассулов В.А., Ружижский В.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья, Москва
vims@df.ru

U-редкометальное оруденение в гранитах массива Мань-Хамбо, расположенного в приполярной части Центрального Уральского поднятия, представляет интерес для прогнозно-поисковых работ. Основной задачей исследования была минералого-технологическая оценка U-руд месторождения. Исследования проводились на материале технологической пробы, который изучался комплексом методов, с целью определения особенностей состава и строения руды

Минеральный состав руды исходной пробы изучен методами оптической микроскопии, люминесцентной спектроскопии, рентгенографического фазового анализа (РФА), рентгенофазового количественного анализа (РФКА) и аналитической электронной микроскопии (ЭМ) во фракционированном по плотности и магнитным свойствам материале. Определение состава примесей проводилось с помощью масс-спектрального с индуктивно-связанной плазмой метода анализа (MS-ICP). Элементный состав минералов, определен методом микрорентгеноспектрального анализа (МРСА)

Материал исходной технологической пробы руды представляет собой фрагменты керна размером от 3-5 до 10 см.

Породы, содержащие рудную минерализацию, представлены двуслюдяными сланцами, состоящими из кварца и слюд (биотит, мусковит), а также хлорита и альбита. Довольно часто сланцы содержат редкую мелкую вкрапленность магнетита.

Минеральный состав пород исходной пробы представлен в таблице 1. Массовые проценты содержания минералов получены методом РКФА. Содержание в руде пробы циркона и эвксенита рассчитано по содержанию в ней Zr и Y соответственно, так как это единственные обнаруженные на данном этапе исследований минералы-концентраторы данных элементов. Содержание торита рассчитано по содержанию в руде урана и тория после определения количества этих элементов, связанного с эвксенитом, монацитом, ортитом и цирконом. Содержание монацита установлено с учетом содержания в материале пробы РЗЭ цериевой группы, основным минералом-носителем которых он является.

Минералы-концентраторы ценных компонентов (например, торит) образуют тонкую вкрапленность в оруденелых породах и обычно приурочены к слюдяным прослойкам.

При изучении минералов руды основной объем проведенных исследований был сосредоточен на торите, так как он является основным концентратором урана и тория.

Таблица 1.

Минеральный состав пород исходной пробы

Минералы	Формула	Содержание, %
кварц	SiO ₂	61
альбит	Na[AlSi ₃ O ₈]	10
биотит	K(Mg,Fe) ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH,F)	10
мусковит	KAl ₂ [AlSi ₃ O ₁₀] [OH] ₂	10
хлорит	(Mg,Fe) _{6-n} (Al,Fe ³⁺) _{2n} Si _{4-n} [OH] ₈	8
магнетит	FeFe ₂ O ₄	0,1
ильменит ильменорутил	FeTiO ₃ (Ti,Nb,Fe) ₃ O ₆	0,3
<i>Th-, U-содержащие:</i>		
циркон	Zr[SiO ₄]	0,4
ортит	(Ca,TR) ₂ (Al,Fe) ₃ [SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	0,5
монацит	(Ce,La,Nd,Th)PO ₄	0,4
торит	(Th,U)[SiO ₄]	1,1
эвксенит	Y(Nb,Ti,Ta,Th,U) ₂ (O,OH) ₆	0,2

Торит, (Th,U)[SiO₄]. Минерал присутствует в руде в виде мелкой вкрапленности размером менее 0,5 м.

Химический состав торита изучен методом МРСА (%): Th 53,3 (37,9-55,7), U 5,7 (0-15,7). Минерал гидратирован и содержит от 3 до 20 % воды. При просмотре под стереоскопическим микроскопом в дробленном материале проб торит надежно диагностируется по характерной медово-желтой, оранжевой окраске.

Необычным свойством изученного торита является нехарактерная для него ярко-зеленая фотолюминесценция, которая вызвана присутствием в минерале не входящего в структуру U⁶⁺.

Торит в руде метамиктный, что установлено рентгенографическим анализом при исследовании фракции, обогащенной минералом, поэтому для уточнения фазовой диагностики и определения морфологических особенностей он изучен методом РЭМ, при этом установлена высокая степень его неоднородности и разрушенности, о чем свидетельствует широкое развитие микроблочной и коррозионной структуры.

Микродифракционные исследования тончайших осколков зерна силиката тория показали, что в подавляющем большинстве они лишены кристаллической структуры, лишь в некоторых случаях удалось получить

микродифракционные картины (МДК), позволившие проследить последовательность аморфизации и разрушения минерала.

При разрушении структуры минерала происходило выделение в виде самостоятельных микрофаз оксида тория (торианита) и окисленного оксида урана U^{4+} . Появление в торийсодержащем стекле окисленного U^{4+} приводит к появлению необычной зеленой фотолюминесценции торита.

Эвксенит, $Y(Nb, Ti, Ta, Th, U)_2(O, OH)_6$. Минералогическими методами минерал не диагностирован, что может быть обусловлено его метамиктностью. Присутствие эвксенита установлено по данным химического анализа материала пробы, в котором установлен иттрий

Монацит, $(Ce, La, Nd, Th)PO_4$. Диагностирован в материале тяжелой электромагнитной фракции.

Ортит, $(Ca, TR, Th)_2(Al, Fe)_3[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$. Минерал диагностирован методом РФА в электромагнитной фракции тяжелой фракции.

Циркон, $(Zr_{Th,U})[SiO_4]$. Минерал обычно образует мелкие бесцветные прозрачные ограненные кристаллы, которые легко диагностируются в материале пробы по характерной оранжевой фотолюминесценции. В отличие от основной массы циркона руды исходной пробы, циркон, отобранный из материала продукта выщелачивания - кека, в большинстве случаев непрозрачный, белесый и обладает интенсивной зеленой фотолюминесценцией. Она обусловлена присутствием в минерале уранильных комплексов $[UO_2]^{2+}$ как в сорбированном виде, так и в структуре.