

БЛАГОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УРАНОВЫХ И РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

А.А. Поцелуев

Томский политехнический университет, 634050, Томск, пр. Ленина, 30, Россия

Приведены данные по проявлению благороднометалльной минерализации в гидротермальных урановых и редкометалльных месторождениях Центральной Азии. Установлено, что высокие концентрации благородных металлов определяется тремя главными факторами: совмещением разноформационного и полихронного оруденения в пределах одних рудоконтролирующих структур; унаследованием высокой золотоносности рудовмещающих пород; комплексной металлоносностью рудообразующих флюидов глубинного (мантийного) происхождения.

благородные элементы, урановые и редкометалльные месторождения, Центральная Азия

NOBLE ELEMENTS IN URANIUM AND RARE-METAL DEPOSITS OF CENTRAL ASIA

A.A. Potseluev

Data on noble element occurrences in hydrothermal uranium and rare-metal deposits of Central Asia are presented. It is found that the appearance of noble metal high concentrations is determined by three main factors such as an overlapping of diverse formational and polychronous mineralization within one and the same ore-controlling structures; inheritance of high gold mineralization of ore-hosting rocks; complex metal content of ore-forming fluids of deep-seated (mantle) origin.

noble element, uranium and rare metal deposit, Central Asia

Благородные металлы в высоких и промышленных концентрациях известны во многих урановых и редкометалльных месторождениях мира. При этом доля добываемых благородных металлов, например золота, из комплексных месторождений сопоставима с его добычей из собственно золоторудных месторождений. Классическими являются примеры сверхкрупных и гигантских золотоурановых месторождений Южной Африки (Витватерсранд), Австралии (Джабилука, Олимпик-Дам), Южной (район Сьерра-ди-Жакобина) и Северной (районы Клафф-Лейк и Биверлодж) Америки [13 и др.]. Не исключением Россия и страны бывшего СССР. Комплексное оруденение обнаружено в ряде районов Алтае-Саянской (АССО) и Северо-Казахстанской (СКРП) областей (табл. 1, 2). Всестороннее исследование комплексных месторождений имеет важнейшее значение для теории рудообразования, позволяет выработать критерии прогнозирования новых нетрадиционных типов оруденения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненные исследования показывают, что появление высоких концентраций благородных металлов в рудах урановых месторождений обусловлено тремя основными факторами: 1) совмещение разноформационного и полихронного оруденения; 2) унаследование благородных металлов из рудовмещающих пород; 3) формирование оруденения из глубинных комплексных с благородными металлами флюидов [8].

1. *Пространственное совмещение разноформационного и полихронного оруденения* отмечается на многих урановых месторождениях. Урановая минерализация, как правило, является более молодой по отношению к золоторудной, например, на месторождениях Акканбурлук, Викторовское, Чаглинское, Маныбайское, Буденовское, Кедровое, Осинное. Более поздняя урановая минерализация отмечается и на золоторудном месторождении Васильковское [1, 4, 9, 14 и др.].

В СКРП высокие концентрации золота наблюдаются при совмещении на месторождениях урана и олова разноформационных типов метасоматитов и руд (эйситов и березитов, оловоносных грейзенов с халькофильной минерализацией, золото- и урановорудной минерализации) [9]. Так, высокая золотоносность (0,15 г/т) руд Шатского уранового месторождения обусловлена полигенным и полихронным характером оруденения. На это указывает сложный многостадийный характер рудно-метасоматического процесса и широкий геохимический спектр руд (U, Mo, Zr, Th, Sr, Ti, Zr, Cu, As, Sb). Высокие концентрации золота обнаружены в урановых рудах месторождений березитовой формации Чистопольского рудного узла (Акканбурлукское, Викторовское). Процесс формирования оруденения был сложным, отмечается наложение эйситовой и березитовой метасоматических формаций.

2. *Высокое содержание благородных металлов в рудах месторождений, обусловленное их аномальным содержанием в рудовмещающих породах*, выявлено и в СКРП, и в АССО. Как правило, это черносланцевые толщи, имеющие выраженную благородно-редкометалльно-халькофильную специализацию (кординская свита Кедровско-Вороговского района и шарыкская свита СКРП).

Так, в СКРП среди разновозрастных черносланцевых толщ выделяются породы шарыкской свиты протерозойского возраста, слагающие грабены длиной до 550 км. В этих структурах открыты многочисленные месторождения урана и олова (Акканбурлукское, Косачиное, Сырымбет, Донецкое, Чаглинское и др.). Высокие содержания золота и платиноидов, как правило, отмечаются в рудных зонах в тех участках, где они развиты в отложениях шарыкской свиты [3, 8 и др.].

На месторождениях в черных сланцах возможно выявление платиноидной минерализации, которая отмечается в породах и рудах других месторождений этих районов СКРП (Западный, Центральный) и АССО (Кедровско-Вороговский) [3 и др.].

3. *Формирование оруденения из глубинных комплексных с благородными металлами флюидов* обуславливает высокие концентрации благородных металлов в рудах и проявляется на ряде урановых (Маныбайское, Онкажинское, Усть-Уюкское) месторождений и на Калгутинском редкометалльном [5, 7, 14]. В этом случае формируется единая минеральная ассоциация основных рудообразующих и благороднометалльных минералов. Принципиальное наличие таких флюидов подтверждается исследованием современной минерализации в зонах спрединга срединно-атлантических хребтов [2].

Таблица 1. Золотосодержащие урановорудные объекты Центральной Азии. С использованием данных [4, 5, 14]

		Северо-Казахстанская провинция					Алтай-Саянская провинция	
		Месторождения						
Основные характеристики	Акканбурлук	Викторовское	Косачиное	Чаглинское	Шат-1	Маньбайское	Кедровое, Оленье	Усть-Уюкское, Онкажинское
Основные минералы руд	Настуран, пирит, халькопирит, молибденит, арсенопирит, пирротин. Присутствуют графит, антраксолит.	Браннерит, уранинит, настуран, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит. Присутствуют самородный мышьяк, леллингит, кобальтин, никелин.	Браннерит, коффинит, настуран, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, пирротин, магнетит. Присутствуют антраксолит, графит.	Настуран, коффинит, браннерит, урановые черни, молибденит, пирит, халькопирит, арсенопирит, марказит, гематит,	Коффинит, настуран, присутствуют браннерит, молибденит, иордизит, аршиновит, цирколит, сульфиды.	Настуран, коффинит, молибденит, иордизит, аршиновит, пирротин, марказит, пирит, галенит, сфалерит. Присутствуют битум и графит.	Коффинит, настуран, пирит, марказит, пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, молибденит. Отмечаются самородное золото, висмут. Присутствует углеродистое вещество.	Урановые черни, умохоит, коффинит, настуран, пирит, марказит, арсенопирит, галенит, халькопирит, блеклая руда, молибденит, леллингит, селениды, самородные – Pb, Cu, Au, Ag, As. Присутствует битум.
Благородно-металлическая минерализация	Au в рудах до 0,9 г/т. В ранних кварцевых жиллах до 9 г/т	Au в рудах до 0,11 г/т	Au в рудах до 0,33 г/т	Au в рудах до 2,2 г/т	Au в рудах до 0,33 г/т	Отмечаются пострудные коффинит-настуран-арсенидно-карбонатные с золотом жилы.	Au в рудах до 5 г/т	Самородное Au и Ag (зерна до 5 мкм) выявлены в урановых рудах, в самородном As и битуме.
Взаимоотношение урановой и золотой минерализации	Кварц-арсенопиритовые с золотом жилы являются наиболее ранними образованиями.	Более поздняя полиметаллическая минерализация с As и Au	Унаследована высокая золотоносность рудовмещающих пород	Более ранняя кварц-золотосульфидная минерализация (Васильковское месторождение)	Не выяснено. Сложный полистадийный характер оруденения	Доурановорудные золотоносные березиты; постурановорудная комплексная Au-U-As минерализация	Золотая минерализация района более древняя по отношению к урановой, с перекрытием возрастостов	Единая U-Au-Ag-As минерализация

Таблица 2. Редкометалльные грейзеновые месторождения Центральной Азии, содержащие благородные металлы

Основные характеристики	Северо-Казахстанская провинция		Алтае-Саянская провинция
	Месторождение		
	Сырымбет	Донецкое	Калгутинское
Геолого-структурная позиция, возраст оруденения	Рудные зоны приурочены к Володарской зоне глубинных разломов в области контакта интрузии гранит-порфиоров ($\gamma\tau D_{2-3}$) с песчано-сланцевыми образованиями шарыкской свиты	Расположено на западе Шатского поднятия в юго-западной части гранитного массива ($\gamma\tau D_{2-3}$), в области контакта с отложениями шарыкской свиты	В центральной части крупной очагово-купольной структуры, связано с одноименным массивом лейкократовых редкометалльных позднегерцинских гранитов. Оруденение 213–202 млн лет
Основные минералы руд	Касситерит, станнин, вольфрамит, висмутин, берилл, молибденит, галенит, сфалерит, золото, циркон, колумбит, и др. (свыше 70 минералов)	Касситерит, станнин, пирит, халькопирит, молибденит, висмутин, вольфрамит, колумбит, берилл, золото и др. (более 40 минералов)	Гюбнерит, вольфрамит, халькопирит, пирит, молибденит, сфалерит, тетраэдрит, эмплектит, айкинит, висмутин, шеелит, самородные – Cu, Bi, Au, Ag, C и др. (более 60 минералов)
Благороднометалльная минерализация (г/т)	Au (до 2,5), Ag (до 15,4), Pt (до 0,7), Pd (до 0,015), Ir (до 0,08), Rh (до 0,03)	Au (до 0,2)	Au _{ср} (до 0,51), Ag (до 41), Pt (до 4,1), Pd (до 0,70), Os (до 0,09), Rh (до 0,019)
Основные факторы появления благороднометалльной минерализации	Высокая «первичная» металлоносность пород шарыкской свиты		Комплексная металлоносность рудообразующего флюида

В составе таких руд отмечается присутствие разнообразных самородных минералов (золота, серебра, висмута, мышьяка, свинца, углерода), органических веществ, а также аномальные концентрации значительного количества элементов, характеризующихся различными геохимическими свойствами (As, Zn, Cu, Hg, Be, Co, Ni, Bi, Pb, Mo, Sb, Ag, Se, TR, Zr, Ti). Особенность этих месторождений – молодой позднепалеозой-раннемезозойский возраст оруденения, значительно оторванный от времени формирования основных золоторудных и урановорудных месторождений СКРП и АССО.

Глубинные мантийные флюиды имеют слабодифференцированный характер. В их составе отмечается высокое содержание разнообразных газовых компонентов, в том числе водорода и различных углеводородов (от метана до гексана). Во флюиде присутствуют металлы, определяющие промышленную ценность и геохимические особенности оруденения. Изолированное влияние выделенных факторов можно проследить только в рамках отдельных рудных тел и реже месторождений. В рудных полях и узлах они проявляются комплексно. Для рудных районов и узлов, включающих золотосодержащие

урановые и редкометалльные месторождения, типично длительное многоэтапное и многостадийное развитие. Оно охватывает периоды продолжительностью от 70 до 490 млн лет [4, 6]. Сами рудные районы и узлы характеризуются комплексной минерагенией (Чаглинский, Маныбайский, Кедровско-Вороговский). Содержание благородных металлов значительно варьирует в различных частях месторождений, в различных технологических типах руд и концентратах [7, 10, 11].

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования показывают, что благороднометалльная минерализация широко распространена в рудах гидротермальных урановых и редкометалльных месторождений Центральной Азии. Появление высоких концентраций элементов определяется тремя главными факторами: совмещением разноформационного и полихронного оруденения в пределах одних рудоконтролирующих структур; унаследованием высокой золотоносности исходных рудовмещающих пород; металлоносностью рудообразующих флюидов глубинного (мантийного) происхождения. Изолированное влияние этих факторов можно проследить только в рамках отдельных рудных тел и реже месторождений, а в рудных полях и узлах они проявляются комплексно.

Весьма интересно проявление молодой (верхнепалеозойской – раннемезозойской) комплексной настуран-арсенопирит-золото-карбонатной минерализации на Маныбайском, Усть-Уюкском и Онкажинском месторождениях и формирование комплексного с благородными металлами редкометалльного оруденения Калгутинского месторождения. Очевидно, что минерагенический потенциал этого периода в плане выявления комплексных руд раскрыт далеко не в полной мере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жаркова О.В., Лукин Л.И. О соотношении урановой и золотой минерализации на Васильковском месторождении // Материалы по геологии урановых месторождений. Информационный сборник. М.: ВИМС, 1981. Вып. 70. С. 98–104.
2. Жмодик С.М., Жмодик А.С., Акимцев В.А. Золото–урановая ассоциация в гидротермальных системах Срединно-Атлантического хребта // Геохимия и рудообразование радиоактивных, благородных и редких металлов в эндогенных и экзогенных процессах. Материалы Всерос. конф. с иностранным участием, посвященной 50–летию Сибирского отделения РАН и 80-летию Ф.П. Кренделева. Улан–Уде: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. С. 138–139.
3. Киселев А.Ф., Юшин А.А. Геохимия редкоземельных элементов и благородных металлов в черносланцевых формациях Северного Казахстана // Бассейны черносланцевой седиментации и связанные с ними полезные ископаемые: Тезисы докладов Международного симпозиума, 5-9 августа, 1991 г., Новосибирск. Новосибирск: ОИГГиМ, 1991. Т. II. С. 77–78.
4. Мельников В.И. Вещественный состав руд и последовательность минералообразования на золотых и урановых объектах Заангарской части Енисейского кряжа // Геология месторождений урана, редких и редкоземельных металлов – М.: ВИМС, 1992. Вып. 133. С. 49–59.

5. Мельников В.И., Варданянц А.В. Особенности минералогии гидротермального этапа в молассоидных осадочных толщах Онкажинского урановорудного месторождения в Тувинском прогибе // Геология месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. М.: ВИМС, 1987. Вып. 108. С. 82–90.
6. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М. Типизация золоторудных месторождений складчатых областей миогеосинклинального типа // Руды и металлы, 1995. № 5. С. 54–71.
7. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Владимиров А.Г. и др. Калгутинское редкометалльное месторождение (Горный Алтай): магматизм и рудогенез. Томск: STT, 2008. 226 с.
8. Поцелуев А.А. Закономерности формирования благороднометалльного оруденения в гидротермальных урановых и редкометалльных месторождениях (на примере Алтае–Саянской и Северо–Казахстанской областей) / Автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора геол.-мин наук. Томск, 2008. 41 с.
9. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Николаев С.Л. Редкие элементы и золото в месторождениях Северо-Казахстанской урановорудной провинции // Известия Томского политехнического университета, 2001. Т. 304. Вып. 1. С. 197–209.
10. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. и др. Закономерности формирования благороднометалльного оруденения в гидротермальных урановых и редкометалльных месторождениях Центральной Азии // Вестник РФФИ, 2013. № 1 (77). С. 21–26.
11. Поцелуев А.А., Перегудов В.В., Бабкин Д.И. и др. Золото в рудах редкометалльного месторождения Сырымбет (Северный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета, 2012. Т. 321. № 1. С. 41–45.
12. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Николаев С.Л. и др. Редкие элементы и золото в месторождениях олова Северо-Казахстанской рудной провинции // Известия Вузов: Геология и разведка, 1997. № 3. С. 74–80.
13. Сафонов Ю.Г. Золоторудные и золотосодержащие месторождения мира – генезис и металлогенический потенциал // Геология рудных месторождений, 2003. Т. 45, № 4. С. 305–320.
14. Спиридонов Э.М., Широкова Г.М. О новом типе золото–урановой жильной минерализации (Аксу-Маньбайский рудный узел) // Материалы по геологии урановых месторождений. Информационный сборник. М.: ВИМС, 1988. Вып. 111. С. 73–77.