

ПЕРСПЕКТИВЫ УРАНОНОСНОСТИ КОРГОНСКОГО ПРОГИБА АЛТАЯ

А.И. Гусев

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина, г. Бийск, Россия, anzerq@mail.ru

PERSPECTIVES OF URANIUM-BEARING KORGON TROUGH ALTAY

A.I. Gusev

Shukshin Altai State Humanities Pedagogical University, Biysk, Russia, anzerq@mail.ru

Abstract. *Metallogenic peculiarities of uranium ore mineralization and its connections with Au, Co, Fe, Sc, Pb, Zn, REE discerned. Uranium ore mineralization occurs in 2 class objects: 1 – proper uranium with 2 types associations: uranium-sulfides, characterized by link with Mo, As, Pb, Zn, Cu, Co, and uranium-phosphor with stable link uranium with phosphor in form apatite; 2 – complex U-Th-REE-rare metals, where U and Th appear one from basic components. 3 complex ore districts with uranium ore mineralization detached: 1 – Korgon-Kumin scandium-uranium-molybdenum-gold-rare earth elements, 2- Kumir scandium-uranium-thorium-molybdenum-rare earth elements, 3- Kedr-Kytmin uranium-scandium-molybdenum-rare earth elements.*

Введение

Согласно проекта «Стратегии развития минерально-сырьевой базы России до 2035 года», приоритетом является «достижение экономического баланса между необходимым и достаточным внутренним потреблением, экспортом и вынужденным импортом минерального сырья. Иными словами, в первую очередь, надо искать стратегические металлы: уран, скандий, рений, тантал, ниобий, иттрий, галлий, гадолиний, лантан и другие.

Стратегические виды природного минерального сырья составляют основу ведущих отраслей производства, обеспечивающих экономическую и оборонную безопасность любого государства. Особую роль в структуре этого сырья играют уран и торий, играющие первостепенную роль в развитии оборонной промышленности и энерго-источника России [6]. По данным World Nuclear Association на 2013 год добыча урана в России составляла 3135 тонн в год (5,26 % от мировой добычи), а российские запасы урана по данным на 2015 год оценены в 507800 тысяч тонн (9 % от мировых запасов). Для долгосрочного сырьевого обеспечения потребностей в уране «Росатом» в 2010 году приобрёл канадскую компанию Uranium One и консолидировал на её основе высокоэффективные урановые активы в Казахстане и других странах. За последние 10 лет производство Uranium One выросло почти в 5 раз, что позволило выйти на 4-е место в мире среди урановых компаний [2]. По данным этого же источника в 2018 году Россия по мировым запасам вышла на 3 место в мире 505900 тонн (8,57 % мировых запасов). Этого количества для России не достаточно. Стране нужен уран. В мире нарастает конкурентная борьба за сферы влияния и природные ресурсы, в которой современное вооружение, в том числе и ядерное, будет иметь определяющее значение. Это потребует дополнительных ресурсов стратегических металлов, к которым относится и уран [7].

В Коргонском прогибе Алтая известно комплексное скандий-уран-редкометальное Кумирское месторождение [1], а также многочисленные проявления самых различных геолого-промышленных типов, которые не доизучены и требуют проведения оценочных работ.

Приведенные данные указывают на актуальность изучения перспектив Коргонского прогиба Алтая на урановое оруденение. Следует отметить, что в пределах

прогиба и его обрамлении уран тесно ассоциирует и с другими металлами, имеющими стратегическое значение (скандий, редкие земли, рений).

Материалы и методы

В основу сообщения положены авторские материалы, собранные в процессе проведения ГДП-200 и специализированных металлогенических исследований, проведенных в период с 2003 по 2021 годы.

Термобарогеохимия и флюидный режим рудообразования изучались в двусторонне-полированных пластинках методом гомогенизации газово-жидких включений в Лаборатории ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). Изотопные анализы свинца выполнены на масспектрометре МИ 1201В в лаборатории ИГЕМ РАН (г. Москва).

Результаты и обсуждение

Проявления урановой минерализации в Коргонском прогибе многообразны и по ассоциациям компонентов их можно подразделить на 2 класса:

1. Собственно урановые, представленные двумя типами ассоциаций: уран-сульфидной, характеризующейся связью урана с Mo, As, Pb, Zn, Cu, Co, и уран-фосфорной – с устойчивой связью урана с фосфором в форме апатита.
2. Комплексные U-Th-редкоземельно-редкометалльные, где уран и торий являются лишь одними из главных компонентов.

Уран-сульфидный тип подразделяется на два подтипа. Для первого – уран-молибденового – типичны парагенезисы урановых минералов (уранинит, настуран, коффинит) с молибденитом, пиритом, арсенопиритом, кобальтином и пирротинном. Сюда относятся Агеевское проявление и пункты минерализации вблизи него, а также урановая минерализация, наложенная на руды Тимофеевского и Владимировского скарных месторождений.

Проявление Агеевское находится на водоразделе р. Кума и руч. Кедровый. В передробленных, гидротермально измененных туфах риолитов, сильно аргиллитизированных, развиты настуран, браннерит, коффинит, молибденит, галенит, сфалерит, циркон в виде вкрапленности и гнезд. Содержание элементов (в %): U - до 3,0; As - до 2; Mo - до 0,6; Zr - до 0,2; Pb - до 0,4; Y - до 0,015; Hg - до 0,03; Co - до 0,005; Ag - до 20 г/т, Re – от 15 до 120 г/т. По содержанию урана в рудах проявление относится к супербогатым (более 0,3 %). Коэффициент радиоактивного равновесия 1,0-1,25. Прогнозные ресурсы урана категории P₂ оценены в 300 тонн. Проявление по составу имеет сходство со Стрельцовским (Забайкалье).

Проявление *Затяжное* находится на водоразделе рек Кедровка – Черновая. В вулканитах коргонского комплекса прослежена зона дробления и минерализации на 1 км СЗ простираения, контролирующая уран-сульфидное оруденение. Браннерит, пирит, халькопирит слагают прожилки, гнезда, крайне неравномерно распределенные в породе. Содержание элементов (в %): U – 0,15, Th – 0,002. Прогнозные ресурсы категории P₂ составляют (тонн): U – 230, Th- 85. Это проявление находится южнее проявления Спартак и приурочено также к зоне разлома запад-северо-западного простираения.

Для второго (уран-полиметаллического) подтипа характерна ассоциация уранинита и настурана с сульфидами Cu, Pb, Zn, Bi и барием – проявления Урман, Шаный.

Проявление *Шаный* находится в левом борту р. Чарыш. В окварцованных, серицитизированных, карбонатизированных, альбитизированных кислых вулканитах коргонского комплекса – повышенные содержания U (до 0,01 %), Cu (1-8 %), Pb (до 0,3 %), As (до 0,3 %), Mo (до 0,03 %). Распределение оруденения в виде гнезд и линз до 1,5×0,3 м.

Проявления *уран-фосфорной* формации разделяются на 2 подтипа: 1) осадочный (экзодиагенетический) и 2) гидротермально-метасоматический. Типоморфными для первого подтипа являются проявления *Совиное* и *Кучкурское*, представленные линзами ураноносных известковистых алевролитов, обогащенных фосфатным веществом, среди песчаников среднекоргонской подсвиты. Мощность 0,3 – 1,0 м, видимая протяженность до 8 м. Содержание U до 0,016 %, Th до 0,006 %, фосфора до 7,26 %. Проявления относятся к песчаниковому типу [3].

Гидротермально-метасоматические проявления связаны с альбитизацией и серицитизацией осадочно-вулканогенных образований: Красноярское, Агат и др. Оруденение определяется вкрапленностью урановых титанатов.

Проявление *Красноярское* находится в правом борту одноименной реки. Среди эффузивно-осадочной толщи выявлены радиоактивные аномалии, связанные с уран-титановой и апатитовой минерализацией, сопровождающиеся квальмитами. Содержание U до 0,019%, P₂O₅ до 3,6 %, Nb₂O₅ до 0,044 %. В аномальных концентрациях отмечены Y, Zr и Sc - до 100 г/т

Уран-торий-редкоземельно-редкометальный тип объединяет Кумирское месторождение, проявления Спартак и др. Каждый из этих объектов является одной из составных частей вертикальной зональности рудно-формационного ряда, отличающейся от другой соотношением рудных компонентов при ведущей роли редких земель.

Уран-редкометальное проявление *Спартак* представлено штокером (150-400 м) в гидрослюдизированных и альбитизированных кислых вулканитах с гнездово-прожилковой вкрапленностью уран-молибденовой минерализации, сопровождающейся высокой концентрацией редкоземельного оруденения, в основном, иттриевой группы. Оно локализуется в контактовой зоне экструзии риолитов среди слюдистых и кварц-полевошпатовых метасоматитов (квальмитов) вторично-кварцитового или березитового температурного уровня. Квальмиты широко распространены на известном месторождении Арыскан (Тува) [4, 5]. Содержания элементов (в %): Y – 0,46, Sc – 0,18, Dy – 0,17, U-0,15; Re – 50-130 г/т. Извлечение из руды редких земель: 96-98,7 %. Прогнозные ресурсы (P₂) составляют (в тоннах): Y – 1310, Yb – 81, U – 248, Mo – 58, Sm – 124, Eu – 40, Gd – 215, Tb – 44, Dy – 323, Ho – 99, Er – 104. Прогнозные ресурсы категории P₂ составляют (в тоннах): U – 248, Th- 95.

Кумирское месторождение представляет собой более глубинный объект, по сравнению со Спартаком. Месторождение сложено комплексными рудами при ведущей роли скандия, образующего собственный минерал (тортвейтит) в скоплениях, представляющих промышленный интерес. Оруденение приурочено к эндо-экзоконтактовой зоне Кумирского штока. Скандий-уран-редкометальное оруденение образует линзовидные тела и гнезда размером до 0,5 · 1,2 · 2,5 м, контролируемые метасоматическими залежами (альбит, серицит, турмалин, кварц), обычно крутопадающими и субвертикальными. Оно накладывается на субвулканические риолиты и на ороговикованные породы кумирской свиты. Рудные минералы: тортвейтит, гадолинит, талинит, иттриалит, иттробитолит, монацит, касситерит, уранинит, браннерит, коффинит, настуран, метацейнерит, эпиянтинит, торит, ортит. Присутствуют: пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, берилл, флюорит, турмалин, фторапатит, топаз. Содержания РЗЭ (в окисной форме) в рудах составляет тысячные – десятые доли процента для каждого элемента. Содержание скандия – сотые до десятых долей процента. Содержания урана и тория колеблются от тысячных до первых сотых долей процента, достигая в единичных случаях 0,284 и 0,396% на мощность 0,5 и 0,1 м., соответственно.

Рудный процесс протекал в несколько стадий. Наиболее ранним агрегатом является кварц-пирит-тортвейтитовый с минералами редких земель – гадолинитом, абакумолитом, таленитом, ортитом, монацитом. В этой ассоциации отмечаются также фтор-апатит и турмалин. Температура гомогенизации газовой-жидких включений в кварце этой ассоциации варьирует от 320 до 285°C. Секущие прожилки кварца 2 генерации с бериллом, топазом, гадолинитом и берtrandитом сопровождалась интенсивной флюоритизацией. Гомогенизация газовой-жидких включений кварца 2 генерации происходила при температурах 240-210°C. Самый поздний агрегат включал сидерит-кальцитовые прожилки с флюоритом 2 генерации и уранинитом, настураном, коффинитом и другими более редкими уран-ториевыми минералами. Изредка в этой ассоциации встречаются гнезда галенита размерами до 1,5 см в поперечнике. Гомогенизация газовой-жидких включений в сидерите осуществлялась при температурах 190-170°C. Концентрации изотопов свинца в галените этой ассоциации составляют: $Pb^{204}=1,39$, $Pb^{207}=21,21$, $Pb^{206}=24,05$, $Pb^{208}=52,05$ [4]. На диаграмме соотношений $^{207}Pb/^{204}Pb - ^{206}Pb/^{204}Pb$ галенит Кумирского месторождения попадает в поле EM I (рис. 1) – источник обогащённой мантии типа EM I с участием нижнекорового материала и плюмового компонента.

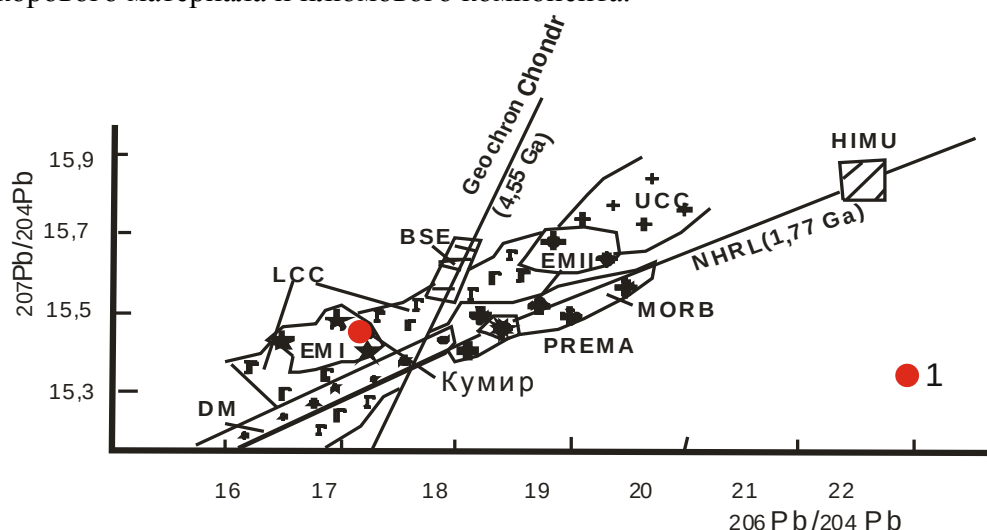


Рис.1. Диаграмма $^{207}Pb/^{204}Pb - ^{206}Pb/^{204}Pb$ по [8] в галените месторождения Кумир. PREMA- превалярующая мантия; DM – деплетированная мантия; HIMU- компонент мантии, обогащённый радиогенным свинцом; EM I – обогащённая мантия нижнекоровым компонентом; EM II – обогащённая мантия верхнекоровым компонентом; MORB – океанические базальты; BSE- валовый состав Земли; LCC, UCC – ниже- и верхнекоровый компоненты; Geochron Chondr- хондритовая геохрона; NHRL- положение изотопной корреляционной диаграммы в северной полусфере от проверочной линии.

1- Галенит Кумирского месторождения.

Запасы и прогнозные ресурсы ($C_2+P_1+P_2$) скандия, иттрия, урана, тория, рубидия и ниобия по отдельности составляют сотни тонн. Их подсчёт и оценка велись только в пределах опробованных блоков, но и эти данные позволяют отнести месторождение к типу мирового класса.

В результате проведенных работ выделены 3 комплексных рудных узла с урановым оруденением (рис. 2).

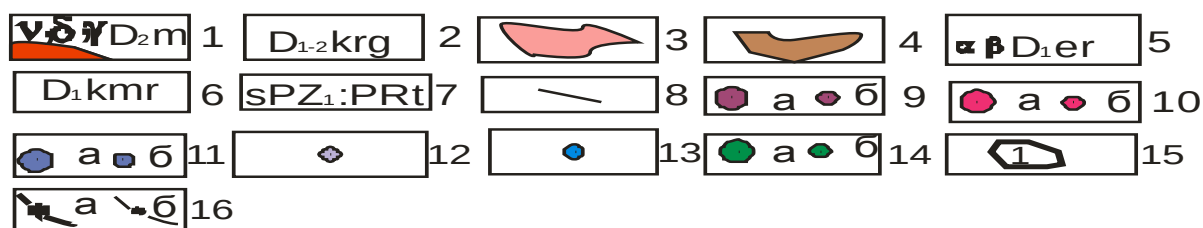
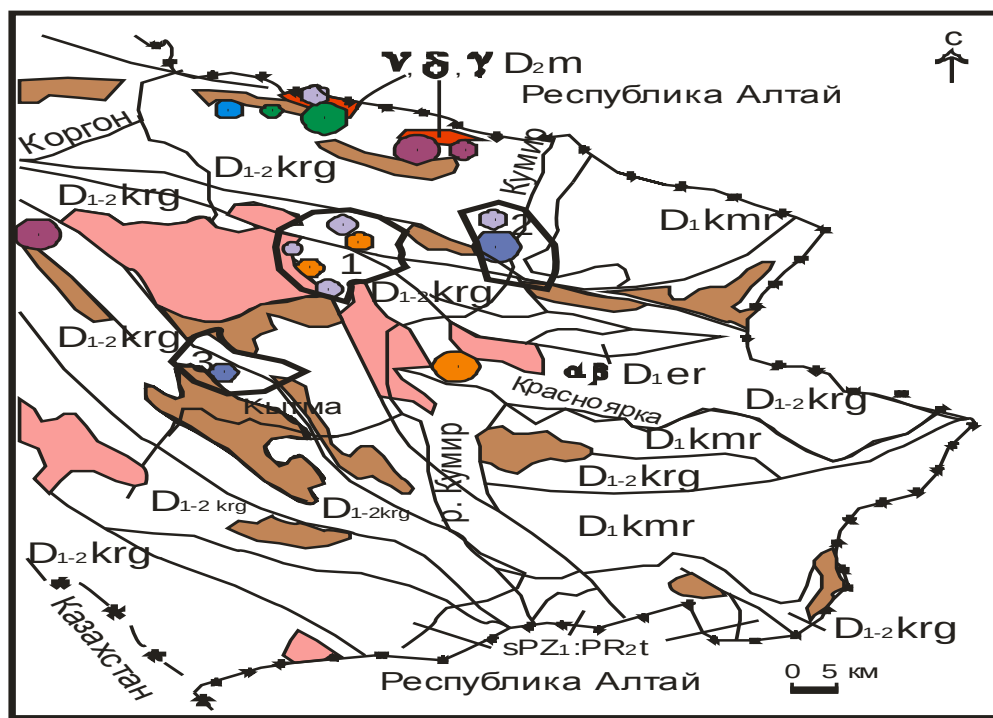


Рис. 2. Схема размещения полезных ископаемых Коргонского прогиба

1- Габбро, диориты, граниты майорского комплекса; коргонский комплекс: 2- лавы, туфы, игнимбриты дацитов, риолитов, трахириолитов коргонской свиты; 3- субвулканические плагиограниты, лейкоплагиограниты; 4- экструзии трахириолитов, трахириодацитов; 5- лавы, туфы андезибазальтов, базальтов ергольской свиты; 6- песчаники, алевропесчаники, алевролиты, мрамора кумирской свиты; 7- метапелитовые сланцы терехтинского метаморфического комплекса; 8- разломы; полезные ископаемые: 9- скарновые месторождения (а) и проявления (б) железа; 10 – высоко-сульфидизированные эпитермальные золото-серебряные месторождения (а) и проявления (б); 11- комплексные грейзеново-гидротермальные скандий-торий-уран-редкоземельные месторождения (а) и проявления (б); 12- гидротермальные и эпитермальные урановые проявления; 13- эпитермальные свинцово-цинковые проявления; 14- скарновые кобальтовые месторождения (а) и проявления (б); 15- контуры рудных узлов и их номера: 1- Коргоно-Куминский скандий-уран-молибден-золото-редкоземельный, 2- Кумирский скандий-уран-торий-молибден-редкоземельный, 3- Кедровско-Кытминский уран-скандий-молибден-редкоземельный; 16 – границы: государственная (а), административная (б).

Заключение

В Коргонском прогибе Алтая развито разнообразное урановое оруденение пространственно ассоциирующее с редкоземельным, скандиевым, железорудным, свинцово-цинковым, золото-серебряным и кобальтовым оруденением. Набор

типоморфных металлов в рудах различных геолого-промышленных типов оруденения свидетельствует о сложных мантийно-коровых процессах генетически ответственных за формирование рудных объектов. Выделены 3 комплексных скандий-уран-редкоземельных рудных узла, в которых, собственно урановая минерализация, накладывается на более высокотемпературные ранние скарновые и грейзеновые парагенезисы. Запасы и прогнозные ресурсы урана в металлогенических юнитах значительны. Наиболее перспективным является тип уранового оруденения, связанный с вулканогенными и субвулканическими образованиями коргонского комплекса

Литература

1. Гусев А.И., Гусев Н.И., Ефимова И.В. Магматизм и оруденение Кумирского рудного поля, Горный Алтай // Руды и металлы, 2009. - № 6. - С. 21-28.
2. Балихин А. В. Минерально-сырьевая база урана: современное состояние и перспективы развития. Обзор.// Комплексное использование минерального сырья. – 2019. –№1. – С. 36-50
3. Домаренко В.А., Воробьёв Е.А., Молчанов В.И., Мазуров А.К. Основные результаты и перспективы развития геологоразведочных работ на радиоактивное сырьё в Центрально-Сибирском регионе // Известия Томского политехнического университета, 2009. – Т. 314. - №1. – С. 92-101.
4. Лебедев Н.И. Минеральные ресурсы Тувы: обзор и анализ полезных ископаемых. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2012. - 284 с.
5. Некрасов И.Я. Особенности приоритета из Арысканского редкоземельного месторождения (Тува) // Докл. АН. 1995. - Т. 345. - №2. - . 234-236.
6. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. /Правительство Российской Федерации. РАСПОРЯЖЕНИЕ от 22 декабря 2018 г. № 2914-р. – 27 с.
7. International Institute for Strategic Studies. Military Balance 2018. London: Taylor & Francis Ltd. 2018. – 517 p.
8. Zindler A., Hart S.R. Chemical geodynamics //Ann. Rev. Earth Planet Sci, 1986. – V. 14. – P.493-571/