

Урановые месторождения Королевско-Часового рудного поля

В.Е. Вишняков

Королевско-Часовое рудное поле размещается на востоке Олово-Могочинской структурно-металлогенетической зоны в узле пересечения северо-восточных разломов системы Монголо-Охотского лениамента разрывами северо-западного простирания (рисунок).

В современном эрозионном срезе рудное поле сложено образованиями только нижнего структурного этажа. В составе его выделяются метаморфические породы предположительно раннепротерозойского возраста, палеозойские, в меньшей мере – позднемезозойские интрузии и жильные тела.

Метаморфические породы – мигматизированные кристаллические сланцы, амфиболы, биотит-амфиболовые гнейсы – размещаются в виде ксенолитов в палеозойских гранитоидах. В участках сгущения объем ксенолитов достигает 40-70%. Ксенолиты имеют форму уплощенных линз, ориентированных преимущественно в северо-восточном направлении; мощность отдельных ксенолитов измеряется десятками сантиметров – десятками метров. Протяженность по падению превышает их размер по простиранию и достигает сотен метров. Контакты ксенолитов с вмещающими гранитоидами постепенные, иногда – четкие, подчеркиваемые тектоническими срывами.

Основной объем кристаллических пород рудного поля слагают палеозойские гнейсовидные биотитовые, менее – лейкократовые граниты, часто сохраняющие текстуры ассимилированных гнейсов и кристаллических сланцев. Формирование этих гранитов

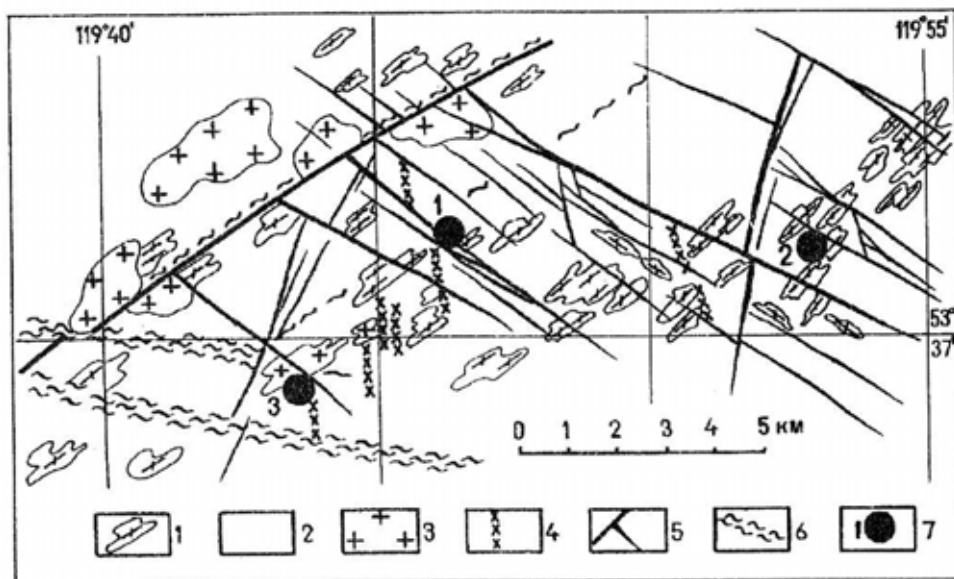
сопровождалось интенсивным щелочным метасоматозом, мигматизацией, гранитизацией вмещающих пород, а также образованием, на поздних этапах, многочисленных жил мелкозернистых микроклиновых гранитов, пегматитов, аплитов.

Магматические образования мезозойского возраста, занимая по объему относительно малую долю, весьма разнообразны и широко развиты на площади рудного поля. По их возрасту, составу и структурным особенностям выделяется несколько групп.

Раннемезозойские биотит-амфиболовые порфировидные граниты и гранодиориты, а также среднекрупнозернистые лейкократовые субщелочные граниты и граносиенит-порфиры слагают небольшие интрузивные, иногда дайкообразные тела, ориентированные преимущественно в северо-восточном направлении.

Средне-верхнеюрские магматические образования представлены жильными телами и дайками субвулканического комплекса, отчетливо контролируемые разрывами северо-восточной и субширотной ориентировки. По составу преобладают микродиориты, диоритовые порфиры, менее развиты кислые породы – фельзит-порфиры, микрограниты, гранит-порфиры.

Наиболее молодые магматические образования представлены небольшими телами и дайками диабазовых порфиритов, микрогаббро раннемелового возраста. В отличие от всех вышеописанных жильные образования этого комплекса контролируются северо-



Геологическая-структурная схема Королевско-Часового рудного поля:

1 – ксенолиты протерозойских кристаллических сланцев, мраморов; 2 – средне-верхнепалеозойские биотитовые граниты, гранодиориты, мигматизированные гранитогнейсы; 3 – мезозойские лейкократовые граниты, гранит-порфиры, кварцевые, биотит-амфиболовые диориты; 4 – дайки диабазовых порфиритов, долеритов, микрогаббро; 5 – тектонические разломы; 6 – зоны смятия, развальцевания; 7 – месторождения урана: 1 – Часовое, 2 – Королевское, 3 – Кристалльное

ро-западными и субмеридиональными разрывными нарушениями, к которым приурочены также урановые месторождения Часовое и Королевское. Все упомянутые выше магматические образования по отношению к урановому оруденению этих месторождений дорудны.

Рудное поле располагается в клиновидном блоке, выколотом зонами древних глубинных разломов восток-северо-восточной (простираение $50-70^{\circ}$) и запад-северо-западной ($275-280^{\circ}$) ориентировки. Блок рассечен относительно более молодыми разломами северо-западной и субмеридиональной ориентировки.

Зоны разломов, выкальвающих основной блок, развивались, по крайней мере, с раннего палеозоя до позднего мезозоя включительно: они контролируют размещение древних интрузий, гранодиоритов и микроклиновых гранитов раннемезозойского возраста, позднемезозойских даек среднего и кислого состава, пегматитовых и кварцевых жил. Породы вдоль разломов в полосах шириной до 1,5 км разгнейсованы, милонитизированы, микроклинизированы, а в узлах пересечения с более молодыми разрывами северо-западной ориентировки – также аргиллизированы и окварцованы. Многочисленные четко проявленные зеркала скольжения на плоскостях концентрированных разрывов этих зон свидетельствуют о преобладающих вдоль них в мезозойское время существенно сбросовых смещениях.

Основные смещения по разломам северо-западной ориентировки происходили в мезозое: они пересекают жильные тела описанных выше систем и вмещают наиболее молодые дайковые образования раннемелового субщелочного субвулканического комплекса. Вдоль разломов этой ориентировки установлены также широкие – во много сотен метров – ореолы постмагматических гидротермальных изменений, а вдоль некоторых из них – и урановое оруденение. Протяженность зон разрывов этой системы, рассредоточенных на площади рудного поля, достигает 5 км при ширине до 250 м. Зеркала скольжения на их плоскостях и анализ оперяющих нарушений свидетельствуют о существенно сдвиговых смещениях вдоль них, в том числе – в гидротермальный ураново-рудный этап.

На площади рудного поля повсеместно распространены, но относительно менее проявлены крутопадающие малоамплитудные сбрососдвиги север-северо-западной ($340-0^{\circ}$) и север-северо-восточной ($10-30^{\circ}$) ориентировки. Обычно разрывы этой системы оперяют разломы северо-западного простираения, но иногда выступают по отношению к последним в качестве главных. В то же время разрывы этой ориентировки контролируют и вмещают продукты гидротермального метасоматоза и жильного оруденения основных месторождений и рудопроявлений.

Пострудная тектоника на месторождениях рудного поля проявилась слабо: зафиксированы лишь единичные малоамплитудные (менее 1 м) смещения прожилков рудных и пострудных гидротермальных ассоциаций.

Условия локализации уранового оруденения и морфология рудных тел

На площади рудного поля известны три мелких месторождения (Часовое, Королевское, Кристалльное) и ряд рудопоявлений урана. Все они контролируются зонами северо-западных разломов, часто – узлами пересечения последними полос сгущения ксенолитов, осложненных разрывами северо-восточной ориентировки. Как правило, в таких узлах отмечаются резкие флексурные изгибы по падению и простираению секущих разрывов, приспособляющихся к ориентировке протоструктуры ксенолитов, в свою очередь оперяемые разрывами более высоких порядков.

Основной морфологический тип рудных тел и залежей – трещинно-жильный. Оруденение локализуется в полостях и зальбандах крутопадающих разрывов. Рудные залежи имеют протяженность до нескольких сот метров по простираению и падению, мощность до 10 м. Внутри залежей, локализованных в единой разрывной зоне, обычно выделяется несколько четко видных, разделенных безрудными промежутками рудных тел. Положение последних контролируется флексурными перегибами основных рудовмещающих разрывов, узлами их пересечения с разрывами более древнего возраста или сочленения с оперяющими трещинами. Для таких участков характерны усложнения морфологии рудных тел – раздувы, изометричные очертания обогащенных участков, тупые выклинивания и т.п.

По вещественному составу и текстурно-структурным особенностям на месторождениях рудного поля выделяется два типа руд: преимущественно кремнистые и гидрослюдисто-карбонатные.

Относительно более ранние кремнистые руды контролируются притертыми зонами разрывов северо-западной ориентировки и отличаются более равномерными, но низкими содержаниями преимущественно тонковкрапленной урановой минерализации, большей протяженностью и выдержанностью рудных тел. Богатое контрастное гидрослюдисто-карбонатное смолковое оруденение накладывается на кремнистое, отлагаясь преимущественно в брекчиях и прожилках приоткрытых полостей разрывов субмеридиональной ориентировки; рудные тела с минерализацией этого типа мелкие, часто неправильной, иногда изометричной формы.

Контакты рудных тел с вмещающими породами обычно нечеткие, что связано с постепенным уменьшением содержаний вкрапленной урановой минерализации, сопровождающей жильное, брекчиевое и прожилково-вкрапленное оруденение.

Основной контроль размещения, локализации руд и морфологии рудных тел – структурно-литологический. Все промышленные рудные тела и залежи контролируются разрывными нарушениями. Основными рудовмещающими являются крутопадающие сколы и трещины отрыва субмеридиональной, север-северо-восточной и северо-западной ориентировки.

ровки. Изредка небольшие рудные тела локализируются в разрывах северо-восточного и запад-северо-западного простирания; в большинстве же случаев эти нарушения экранируют оруденение основных рудных тел. Наиболее благоприятны для оруденения узлы сопряжения или пересечения субмеридиональных и северо-западных разрывов.

Литологический фактор контроля оруденения проявляется в двух аспектах: избирательном развитии рудоконтролирующих и рудовмещающих разрывов в связи с физико-механическими свойствами рудовмещающих пород и деформационной анизотропией среды рудообразования, а также в связи с химическими особенностями состава последней.

Выше отмечалось, что все выявленные месторождения локализируются в узлах пересечения контрастно анизотропных по деформационным свойствам полос ксенолитов метаморфических пород разломами северо-западной ориентировки. Именно такие узлы являются максимально деформированными разноориентированными, в том числе благоприятными для рудоотложения, приоткрытыми и рудоэкранируемыми притертными разрывными нарушениями.

В некоторых случаях экранирующими для жильного оруденения являются дайки и ксенолиты северо-восточной или субширотной ориентировки: рудовмещающие разрывы на контактах с ними либо ограничиваются согласными тектоническими срывами с глиной трения, либо постепенно выклиниваются и гаснут. Для локализации вкрапленных руд благоприятны дорудно интенсивно аргиллизированные породы, отличающиеся повышенной пористостью.

Отмечается благоприятность для отложения богатого гидрослюдисто-карбонатно-смолового оруденения химического состава биотит-амфиболовых гнейсов и сланцев, обогащенных двухвалентным железом, кальцием и магнием. Предполагается, что отложение урановых минералов — настурана и коффинита — происходило в результате подкисления слабощелочных ураноносных растворов в зонах аргиллизации и серицитизации пород этого типа с восстановлением урана двухвалентным железом. Образующийся при этом гематит обычно сопровождает руды в таких участках в виде околорудного покраснения.

По механическим, деформационным свойствам и химизму наименее благоприятны для рудоотложения дайки основных, средних пород и ксенолиты мраморизованных известняков.

Стадийность гидротермального процесса

Вещественный состав урановых руд и метасоматически измененных вмещающих пород на всех месторождениях рудного поля практически одинаков. Некоторые их отличия связаны с различной проявленностью и количественным соотношением собственно урановой, молибденовой и золоторудной минерализации (Мельников и др., 1968).

По вещественному составу и структурно-геологическим позициям в рудном поле выделяются, по край-

ней мере, два позднемезозойских рудообразующих процесса: ранний — молибденовый и поздний — урановый. В небольших количествах проявлена также золоторудная минерализация, образующая самостоятельные промышленные месторождения вблизи описываемого рудного поля.

Жильная минерализация каждого из отмеченных процессов сопровождается специфическим комплексом дорудных и рудосопровождающих метасоматических преобразований вмещающих пород.

Ранний молибденово-рудный процесс в рудном поле проявлен в виде кварц-молибденовых жил запад-северо-западной, менее — северо-восточной ориентировки, обычно в ореоле микроклинизированных, грейзенизированных пород. Молибденит в них образует гнездообразные скопления (до 1,5 см в поперечнике), вкрапленность в жильном кварце и мусковитизированных гранитах. В ассоциации с молибденитом развиты пирит, пирротин, в небольших количествах — халькопирит. Из жильных, помимо молибденосодержащего кварца, встречаются альбит и редко флюорит.

Образования собственно ураново-рудного процесса отчетливо накладываются на кварц-молибденитовые жилы, дробя и цементируя последние. Жильное урановое оруденение размещается в ореоле аргиллизированных пород и сопровождается своим комплексом околорудных изменений — гематизацией, карбонатизацией. Аргиллизация пород — их каолинизация, окремнение, анкеритизация — развивается вдоль северо-западных, субмеридиональных, редко — северо-восточных разрывных нарушений несколько ранее основных ураново-рудных жильных парагенетических ассоциаций минералов.

Наибольшая мощность зон аргиллизации вдоль сближенных разрывов — до 100-120 м — отмечается в гранитах, обычно на нижних горизонтах месторождений, где развиты ранние, преимущественно кремнисто-настурановые ураново-рудные ассоциации. На верхних горизонтах месторождений, где проявлены поздние жильные минеральные ассоциации, а также в кристаллических сланцах и гнейсах ксенолитов мощность ореолов аргиллизации сокращается до первых метров.

На различных горизонтах отдельных месторождений выделяется от трех до пяти собственно ураново-рудных парагенетических ассоциаций минералов. В урановых рудах наиболее распространены настуран, коффинит, самородный мышьяк, гематит, пирит, мельниковит-пирит, марказит, значительно менее развиты арсенопирит, молибденит, халькопирит, редки — сфалерит, блеклая руда, реальгар, аурипигмент.

В отдельных рудных телах встречены золото, самородное серебро, энаргит, образующие в ассоциации с карбонатами, пиритом и арсенопиритом более ранние, по отношению к ураново-рудным, минеральные выделения.

Жильные минералы представлены халцедоновидным кварцем, анкеритом, кальцитом, каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюдами, серицитом.

Основу рудоносных брекчий составляет низкотемпературный криптокристаллический кварц нескольких генераций. Наиболее ранний из них – серый халцедоновидный кварц – ассоциирует с ореолами аргиллизации и практически не содержит рудных минералов.

Наибольшим распространением пользуются бурый и сургучно-красный халцедоновидный кварц, импрегнированный ранними тонкодисперсными выделениями урановых минералов, окислами железа. Основное промышленное оруденение связано с прожилковыми выделениями черного криптокристаллического кварца. Содержание урана и самородного мышьяка в нем достигает нескольких процентов; в повышенных количествах отмечаются также халькопирит, блеклая руда.

Главным первичным минералом урана в рудах является урановая смолка, образующая тонкодисперсные выделения в сургучном и черном криптокристаллическом кварце, а также мономинеральные выделения смолки нескольких генераций в более поздних кремнисто-глинистых и глинисто-карбонатных прожилках. Собственно смолковые руды содержат в повышенных количествах мышьяк, свинец, сурьму, ртуть, таллий. Повышенные – до 0,3-1% количества молибдена в рудах фиксируются вблизи участков пересечения ими кварц-молибденовых жил. Завершающие генерации смолки содержат до нескольких процентов мышьяка, сурьмы и ассоциируют с коффицитом, сульфидами.

Самородный мышьяк образует в рудах скопления до 5-6 см в поперечнике, сложенные колломорфными, зернистыми агрегатами. Небольшие количества тонкодисперсного самородного мышьяка присутствуют в черном криптокристаллическом кварце ураново-рудных парагенетических ассоциаций, но основная масса его отлагалась в послесмолковых образованиях.

Основные генерации урановой смолки в кварц-полевошпатовых породах сопровождаются гематизацией и маломощными ореолами серицитизации, а в ксенолитах и дайках основного-среднего состава – монтмориллонитизацией, гидрослюдизацией, карбонатизацией, развивающихся по ранее аргиллизированным породам.

Жильная пострудная минерализация представлена главным образом карбонатами – кальцитом, анкеритом, а также каолином. Секущие карбонатные прожилки развиваются преимущественно на верхних горизонтах и флангах рудных тел в сопро-

вождении незначительных количеств сульфидов железа, реалгара, аурипигмента.

Гипергенная минерализация проявилась в узкой по высоте (первые десятки метров) зоне окисления первичных руд, но по некоторым крупным крутопадающим разрывам распространяется на глубину до 130 м. С изменением самородного мышьяка и урановой смолки связано образование уранил-арсенатных слюдок; в меньшей мере развиты молибдаты, фосфаты урана, ярозит, скородит, лимонит.

Вопросы генезиса месторождений

Промышленное оруденение Королевско-Часового рудного поля формировалось на заключительных этапах позднемезозойской орогенной активизации Забайкалья.

Относительно раннее молибденовое оруденение, по данным изучения газово-жидких включений в жильном кварце, формировалось при температуре около 350 °С. Предполагается, что оно отделено от более позднего уранового внедрением комплекса даек основного состава, возраст которых датируется нижним мелом.

Урановое оруденение рудного поля является постмагматическим – оно накладывается на все известные в рудном поле магматические проявления. Температура образования его основных парагенетических ассоциаций составляла 250-200 °С, а белого пострудного кальцита – 170 °С.

Низкая температура минералообразования, до-рудная аргиллизация, криптокристаллическое сложение основных жильных минералов, в том числе колломорфные структуры настурана, брекчиевые, крустификационные текстуры руд, ассоциация с самородным мышьяком, карбонатом, позволяют отнести месторождения Королевско-Часового рудного поля к типу гидротермальных низкотемпературных близповерхностных урановых месторождений кремнисто-мышьяково-настурановой формации (Гидротермальные месторождения..., 1978).

Литература

- Гидротермальные месторождения урана / Отв.ред. Ф.И.Вольфон. – М.: Недра, 1978. – 446 с.
 Мельников И.В., Дуброва И.В., Климова М.С., Кашинцева Е.Н., Черных И.В. Минералого-геохимические особенности некоторых малосернистых урановых месторождений // Геология и вопросы генезиса эндогенных урановых месторождений. – М.: Наука, 1968. – С. 388-420.

* * *