

ты замещают породообразующие минералы и выделяются в виде обособленных линз, прослов, ориентированных по гнейсовидности; широко распространены кварц-флюоритовые и кварц-флюорит-турмалиновые прожилки и жилы, в которых присутствуют топаз, циркон, пирит, нередко касситерит, паризит, синхизит.

Кварц-микроклин-альбитовые метасоматиты образуют более локальные, но довольно мощные и протяженные зоны в осевых частях тектонических нарушений. Мощность микроклинитовых метасоматитов достигает первых сотен метров, а микроклин-альбитовых — от первых метров до 70 м. Мелкозернистые агрегаты кварца, микроклина и альбита насыщают межзерновое пространство, образуют линзовидные скопления, придавая породам мигматитовую струйчатую текстуру или выделяются в виде жилообразных тел мощностью от 1-2 см до 3-7 м.

В подрудном горизонте месторождений в зонах кварц-микроклин-альбитовых изменений гранитов установлены непромышленные проявления уранинита, бреггерита и паризита, образующих мелкую вкрапленность в ассоциации с урансодержащим ксенотимом, цирконом, монацитом, анатазом.

Кремнещелочной метасоматоз вызвал образование скарноидов и пропицитов в карбонатсодержащих породах. В известняках, амфиболитах и сланцах в зонах скарноидно-пропицитовых изменений содержатся гранат, ильменит, магнетит-мартит, эпидот, хлорит, повышенные концентрации олова, вольфрама, лития, скандия, ванадия, хрома, никеля и кобальта.

Средне-низкотемпературные изменения широко проявлены в околорудном пространстве месторождений. Среднетемпературные кварц-серицитовые метасоматиты сопровождают полиметаллическую минерализацию, не образующую промышленных концентраций. Галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит отмечаются в метаморфических породах, в гранитах и сиенит-порфирах. На северо-западном фланге Аргунского месторождения галенит и сфалерит слагают жилу мощностью до 0,3 м в амфиболитах на контакте с известняками. Широкие ореолы свинца, цинка, серебра, мышьяка сопровождают урановорудные тела, а на указанном северо-западном фланге Аргунского месторождения в геохимических ореолах присутствуют аномально высокие концентрации олова, меди.

Низкотемпературные изменения широко проявились непосредственно во вмещающих орудененных породах и представлены аргиллизацией и окварцеванием. Основными новообразованиями являются глинистые минералы, характерные для месторождений молибден-урановой рудной формации. Аргиллизиты дорудного комплекса представлены двумя фациями: 1 — гидрослюдитов, 2 — монтмориллонитовых и каолинитовых метасоматитов.

Развитые в рудном пространстве хлоритовые, нередко хлорит-монтмориллонитовые метасоматиты, связанные в основном с послерудным флюоритовым процессом, прослеживаются на значительную глубину и в

подрудном горизонте — до глубины 2500 м по данным бурения глубоких скважин.

Околорудные преобразования доломитизированных известняков характеризуются иными особенностями. Доломиты интенсивно катаклазированы, перекристаллизованы в более мелкозернистый, иногда пелитоморфный агрегат. В них в значительно меньшем количестве развиты метасоматические выделения глинистых минералов, образующих обособления по трещинам и в открытых полостях. Глинистые фракции оруденелых доломитов содержат гидрослюду-монтмориллонит (45-100%), каолинит нередко и диккит — до 53%, хлорит — до 2%, иногда гидрослюду в чистой фазе. На глубине более 500-600 м каолинит сменяется гидрослюдой. Диккит в ассоциации с шамозитом отмечается и на более глубоких уровнях.

В околорудных доломитах широко проявлены прожилково-метасоматические выделения криптокварца и халцедоновидного кварца, пирита и флюорита. Наблюдается замещение породообразующего доломита кальцитом, в более локальных зонах — анкеритом, содержащим повышенные количества марганца и стронция. На удалении от рудных тел состав доломитов соответствует стандартному составу этих пород, %: CaO — 29,6, MgO — 20,8, FeO — 0,35, CO₂ — 45,1.

Природные и технологические типы руд

На месторождениях Аргунском и Жерловом проявлены два основных технологических типа руд — алюмосиликатный и карбонатный, которые локализованы соответственно в гранитах, кристаллических сланцах, кислых вулканитах, второй — в доломитизированных известняках.

По вещественному составу руды месторождений подразделяются на собственно урановые, комплексные молибден-урановые и собственно молибденовые, реже с значительными концентрациями флюорита — флюорит-молибденовые. Этим промышленным типам руд соответствуют следующие природные типы руд: настурановый, коффинит-настурановый, настуран-коффинитовый, коффинит-настурановый с примесью браннерита (не более 5-10%), молибденит-коффинит-настурановый, молибденитовый и флюорит-молибденитовый. Закономерной особенностью карбонатных и силикатных руд является преобладание настурана в богатых рудах, а коффинит используется более широким развитием в бедных рудах. В незначительном количестве проявлены гидронастурановые и черниевые руды, не имеющие самостоятельного значения.

Комплексные молибденит-настурановые и молибденит-коффинит-настурановые руды получили наибольшее развитие в крупных залежах Аргунского месторождения, приуроченных как к гранитам, так и к известнякам. Настуран и молибденит отложились в осевых частях рудовмещающих трещин, а в богатых рудах они, кроме этого, обильно насыщают боковые породы между трещинами. На флангах

рудных тел возрастает роль коффинита, при этом количество молибденита заметно падает. В силикатных рудах молибдена больше, чем в карбонатных. В комплексных молибденурановых рудах в гранитах количество молибденита с глубиной падает и ниже глубины 500 м они переходят в собственно урановые. Комплексные руды в доломитизированных известняках аналогичны рудам в гранитах, но характеризуются более широким развитием криптокристаллических разновидностей кварца, сравнительно меньшим размером урановых минералов и молибденита, повышенным количеством пирита, марказита и флюорита.

Настуран и коффинит образуют в гранитах вкрапленные выделения, прожилки и гнездовые обособления вдоль трещин и в цементе брекчий, богатые руды с прожилково-брекчиевой текстурой характеризуются развитием крупнопочковидного и мелкоглобулярного настурана в ассоциации с молибденитом и нередко – коффинитом, образующего псевдоморфозы по высокоотражающему настурану. Бедные и рядовые руды в гранитах отличаются тонковкрапленной текстурой. Нередко вкрапленники настурана окаймлены коффинитом. Рудные прожилки черного цвета имеют мелкобрекчиевое строение; обломки в брекчиях представлены гранитом и жильными минералами – анкеритом, пиритом, иногда клейофаном; в цементе развиты настуран, коффинит, иногда агрегат урановой черни. В меньшем количестве присутствуют крипточешуйчатый молибденит, пирит и единичные зерна галенита. Внешние части прожилков нередко состоят из красно-бурого кварца с гематитом.

Урановая руда в кристаллических сланцах представляет собой темно-бурую окремненную брекчию, состоящую на 80-90% из халцедоновидного кварца трех генераций. Минералы урана приурочены к зонам трещиноватости, ориентированным по сланцеватости пород и к трещинам в цементе, образуя прожилковидные выделения и цепочки отдельных зерен. В цементирующей массе криптокварца развита тонкая вкрапленность фтор-апатита. Из урановых минералов в брекчиях преобладает коффинит. Сопровождающие минералы представлены пиритом, марказитом, темно-фиолетовым флюоритом, шамозитом и диккитом. Минеральный агрегат, выполняющий трещины, состоит из настурана и молибденита, флюорита, карбоната и кварца. Молибденит имеет зональное строение – чередуются аморфный иордизит и крипточешуйчатый молибденит.

По данным спектрального анализа в темно-сером рудном агрегате содержания урана – 3%, молибдена – 1%, свинца и сурьмы – 0,2%, таллия – 0,1%. В вишнево-буром кварце содержания урана – 1%, молибдена – 0,08%, свинца – 0,06%, сурьмы – 0,5%, бериллия – 0,008%, вольфрама и германия 0,005%, серебра – $5 \cdot 10^{-6}$ %.

Урановые руды, локализовавшиеся в породах жерловых фаций (сиенит-порфирах, липаритах), подобны рудам в гранитах, но в их составе преобладает коффинит; настуран составляет 20-30%, при-

сутствует пирит (до 10%). Руды имеют красно-бурю окраску, интенсивно гематитизированы, содержат прожилки гематит-криптокварцевого состава. В них отсутствуют ранние высокотемпературные минералы – микроклин, мусковит, турмалин и др., связанные с процессами кремнещелочного метасоматоза и грейзенизации. Отмечается лишь средне-температурная серицитизация, сопровождающаяся в подрудных горизонтах незначительными концентрациями свинца, цинка, серебра.

Урановорудный доломитизированный известняк представляет собой крупнообломочную брекчию, сцементированную черным плотным агрегатом настурана, иордизита и жильных минералов – кварца, флюорита и др. Обломки известняков катаклазированы, окварцованы, анкеритизированы; развиты в них и метасоматические обособления пирита, кварца, гидрослюды и др. Настуран и молибденит тесно ассоциируют с развитым в цементе темно-серым кварцем нескольких генераций. Максимальное насыщение рудными минералами отмечается в участках развития микрозернистого лейстовидного кварца. Размер зерен настурана – 0,005-0,5 мм, максимальные до 1-2 мм, скопления их достигают 1,5-2,0 см в диаметре. 10-20% рудных зерен представлены коффинитом. Молибденит отмечается в виде крипточешуйчатых обособлений размером не более 0,2-0,3 мм в диаметре. В пустотах брекчий присутствуют вторая генерация настурана и молибденит. Обе генерации настурана на 20-30% замещены коффинитом, реже – гидронастураном.

В брекчиях известняка широко развиты поздние генерации глобулярного пирита, образующего корочки на глобулях настурана. С кварцем тесно ассоциируют жильно-метасоматические выделения темно-фиолетового флюорита, прожилки которого пересекают образования кварц-настуран-молибденитовой ассоциации. Рудные брекчии пересечены прожилками анкерита, в которых иногда присутствует регенерированный настуран, образующий тончайшие пленки на гранях роста зерен анкерита.

Сопровождающие минералы в богатой руде представлены пиритом, марказитом, менее – галенитом и серебросодержащими блеклыми рудами. Спектральным анализом рудного известняка установлены свинец, серебро, сурьма, таллий, вольфрам, медь, бериллий.

Рядовые и бедные руды в известняках характеризуются тонковкрапленной текстурой и резким преобладанием коффинита над настураном. Первичные минералы урана в рудах месторождений представлены настураном нескольких генераций и коффинитом, в незначительном количестве присутствует браннерит.

Настуран образует прожилковые и метасоматические вкрапленные обособления, выделяется в межзерновом пространстве породобразующего агрегата. Обычны для него почковидные выделения и глобули размером в сотые доли миллиметра, реже – до 0,5 мм в диаметре. Гомогенный состав отмечается лишь в глобулях, отложившихся в пустотах. Он содержит вклю-

чения пирита, галенита и других сульфидов. Отмечаются корочки настурана вокруг более ранних выделений коффинита. Однако рентгено-спектральным зондированием установлена более характерная коффинитизация настурана – развитие по периферии зерен низкоотражающей фазы. Реже такая фаза представлена гидронастураном.

Коффинит является также распространенным минералом в рудах. Браннерит не характерен для месторождений, отмечен только в единичных рудных сечениях в гранитах, доломитах и граносиенит-порфирах.

Собственно молибденовые руды развиты в гранитах, граносиенит-порфирах и сиенит-порфирах на Жерловом месторождении, а также в доломитизированных известняках на Аргунском месторождении. Молибденовые руды представляют собой брекчию с обильными выделениями разнозернистого кварца в цементе с гнездами и вкрапленностью молибденита в кварце и с флюоритом в цементе и в виде прожилков. Характерной особенностью кварц-молибденовых брекчий является отложение основной массы молибденита после фиолетового флюорита, что выражено в нарастании корочек молибденита на кристаллах флюорита; кроме этого, отмечены обломки флюорита в агрегате черного микрозернистого кварца, содержащего молибденит. Вместе с тем в нем наблюдаются также прожилки более позднего темно-фиолетового флюорита. Эти проявления молибденита, тесно ассоциирующего с флюоритом, являются более поздними относительно широко распространенной на месторождениях кварц-молибденит-настурановой ассоциации, образующей комплексные молибден-урановые руды, что позволяет рассматривать их как самостоятельные образования и выделить в отдельную стадию – кварц-молибденит-флюоритовую. Выделяется две генерации дисульфида молибдена: 1 – крипточешуйчатый молибденит, ассоциирующий с флюоритом и шамозитом, 2 – колломорфные выделения, нарастающие в виде корок на плоскостях трещин и кристаллах флюорита.

Текстуры и структуры руд

На месторождениях выделяется два типа текстур руд: 1 – метасоматические – вкрапленные, гнездово-вкрапленные и др., 2 – образовавшиеся путем выполнения открытых трещин – прожилковые, брекчиевые, крустификационные, кокардовые, цементные и др. Первый тип характерен для бедных и рядовых руд, второй для богатых руд. Более распространены смешанные типы текстур – прожилково-вкрапленные, прожилково-брекчиевые с элементами вкрапленной и др. Локально проявлена порошковатая текстура, обусловленная развитием гидронастурана или урановой черни. Прожилковые и брекчиевые скопления настурана и молибденита в богатых рудах характеризуются широким развитием почковидных и колломорфных текстур.

Разнообразны на месторождениях и структуры

руд. Широко развиты структуры отложения: сферолитовая – для настурана и иордизита, аллотриоморфонозернистая – для коффинита, настурана, гипидиоморфонозернистая – для молибденита (пластинчатая структура), пирита, марказита и др., кроме того, проявлены коррозионная и катакластическая структуры.

Детальное изучение прожилковых текстур с помощью автордиографий на пленке показало, что они по существу являются линейно-вкрапленными. В участках с тонковкрапленной текстурой руд в электронном микроскопе удастся наблюдать субмикроскопические частицы урановых минералов, в меньшей мере – коллоидно-дисперсные. В рудах отмечаются эмульсионная и пойкилитовая структуры сростания настурана с кварцем и пиритом.

Сопутствующие компоненты

По данным спектральных анализов устанавливаются в молибден-урановых рудах повышенные содержания свинца, цинка, мышьяка, сурьмы, меди, серебра. Наиболее заметные концентрации сульфидной минерализации установлены в рудных залежах, локализованных в карбонатных породах. В рудах и сульфидизированных зонах среди вмещающих пород присутствуют галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, фрейбергит, самородное серебро, не образующие промышленно значимых скоплений. На северо-западном фланге Аргунского месторождения на глубине 500 м от поверхности горными выработками вскрыта жила кварца с сульфидной минерализацией, представленной главным образом пиритом, галенитом и сфалеритом. В меньшем количестве отмечаются буланжерит, халькопирит, арсенопирит, фрейбергит, самородное серебро. Спектральным анализом обнаружены висмут, индий, золото.

В околорудном пространстве, на флангах рудоносных зон и в подрудном горизонте отмечается оловорудная минерализация. Содержания олова в пробах достигают 0,1–0,2%, редко до 0,8%. Касситерит присутствует в виде мелких зерен в прожилках сидерита и в агрегате серицита, часто в сростании с вюститом.

Интерес представляет фосфорная минерализация, достигающая высоких концентраций в кристаллических сланцах и известняках на ближайших флангах рудных тел. На западном фланге Жерлового месторождения при оценке уранового рудопроявления Мираж выявлено проявление фосфора Талан, локализованное в доломитизированных известняках. Ширина зоны фосфорсодержащих пород от 40 до 100 м; содержание фосфора колеблется от 0,5 до 13,2%. По количеству запасов фосфора это проявление соответствует мелкому месторождению. Фосфорное оруденение совмещено с забалансовым урановым. Фосфорная минерализация отмечается и в урановорудных залежах на западном фланге Аргунского месторождения. Фосфорная минерализация относится к гидротермальному типу и представлена фтор-апатитом, иногда франколитом, образующими

тонкую вкрапленность в кварце, в окварцованных сланцах и известняках. В контурах урановых рудных тел фтор-апатит содержит тончайшие механические примеси настурана и коффинита; настуран при этом корродирует зерна фтор-апатита.

Генезис

Аргунское и Жерловое месторождения являются представителями низкотемпературного гидротермального оруденения молибден-урановой формации, сформировавшегося в позднемезозойской вулканотектонической структуре (Ищукова и др., 1991; Карманов и др., 1993).

Важными рудоподготовительными явились процессы кремнещелочного метасоматоза, вызвавшие образование кварц-микроклин-альбитовых метасоматитов и скарноидов, а также процессы кислотного выщелачивания, обусловившие интенсивную грейзенизацию пород.

Низкотемпературные гидротермальные рудообразующие процессы происходили в поздние этапы мезозойской тектономагматической активизации района – после завершения вулканизма и полной консолидации вулканогенных пород.

Процесс низкотемпературной минерализации протекал в 6 стадий: 1 – аргиллизация, 2 – криптокварц-сидерит-сульфидную, 3 – альбит-браннеритовую (1-я рудная стадия), 4 – кварц-молибденит-коффинит-настурановую (2-я рудная стадия – главная), 5 – кварц-молибденит-флюоритовую (3-я рудная стадия), 6 – кварц-флюорит-кальцитовую (пострудная).

В наиболее раннюю стадию в интервале температур 350–250 °С и давления 1200 бар произошло образование зон кислотных метасоматитов с криптокварцем, каолинитом, гидрослюдой, монтмориллонитом и доломитом в алюмосиликатных породах и окварцеванием – в карбонатных.

Минеральные ассоциации 2-й стадии, проходившей при температуре 290–230 °С (криптокварц, сидерит, пирит и др.) формировались в условиях неустойчивого окислительно-восстановительного потенциала.

Ассоциация альбит-браннеритовой стадии развития ограничена, поскольку минералы титана к этому времени были почти уничтожены предшествующими процессами. Браннерит образовался при нейтрализации щелочных растворов.

Отложение кварца и гематита в начале кварц-молибденит-настурановой стадии свидетельствует о кислотном характере растворов. Вторая рудная ассоциация является основной продуктивной для месторождений. В ее состав входят настуран и железистый молибденит – иордизит, отложение которых происходило при температуре, близкой к 200 °С, общее давление колебалось. В конце рудной стадии широкое распространение получили пирит-флюоритовая и пирит-шамозитовая ассоциации. Шамозит замещает настуран, в результате чего происходило переотложение настурана вместе с шамозитом.

Минеральные ассоциации 5-й стадии сформировали собственно молибденовые руды, содержащие значительное количество флюорита. Широко проявлена коффинит-флюоритовая ассоциация; при этом отлагалось несколько генераций флюорита. Температурный интервал образования этой ассоциации – 180–150 °С. Настуран и браннерит замещаются коффинитом и флюоритом. Карбонаты и кварц также замещаются флюоритом. Образование пирита, марказита и барита в последующих ассоциациях свидетельствует о возрастании окислительно-восстановительного потенциала, а замещение флюорита кальцитом – о возрастании щелочности растворов.

По данным изучения изотопного состава углерода, кислорода и серы в ИГЕМ РАН при формировании месторождения происходило смещение ювенильных и поверхностных растворов в области рудообразования.

Металлоносные флюиды характеризовались высокими содержаниями углекислоты, щелочей, фтора при низких содержаниях водорода и других сильных восстановителей. На определенной стадии эволюции уранил-карбонатные анионы приобретали способность к активному переносу урана и сопутствующих элементов и развитию процессов рудообразования. Формирование урановой минерализации происходило за счет разрушения карбонатных комплексов в процессе дифференциации углекислородно-солевого раствора и дегазации CO₂. Повышение щелочности растворов в верхней части гидротермальной колонны способствовало восстановлению железа и могло служить кислотным барьером для оруденения.

Данные гомогенизации газожидких включений свидетельствуют, что подобный состав и температурный режим гидротермальных растворов соответствуют глубинам порядка 1800–2500 м от уровня современного среза. Эти глубины являются, очевидно, нижней границей рудоотложения.

Термобарогеохимические показатели (Наумов и др., 1985) являются довольно близкими для всех стадий гидротермального процесса – от 280–230 °С дорудных аргиллизитов до 220–180 °С урановорудной стадии; давление в гидротермальной системе при отложении урановой минерализации на Аргунском месторождении от 80 до 60 МПа. Минерализующие растворы были существенно карбонатными с высокими содержаниями калия и натрия, с низкими концентрациями хлора, повышенными содержаниями легких углеводородов (метана, этана и др.) и окиси углерода.

Характерной особенностью рудообразующего и предшествующих ему рудоподготовительных процессов является закономерная эволюция кислотно-щелочных свойств растворов каждой стадии, заключающаяся в смене кислотных свойств начала минералообразования нейтральными или щелочными свойствами растворов в завершающие периоды отложения минеральных ассоциаций.

Вопрос об источниках урана является наиболее

дискуссионным. Существует три основные гипотезы, связывающие источник урана: 1 – с глубинными подкоровыми магматическими очагами, 2 – внутрикоровыми очагами кислой магмы, 3 – рудовмещающими и подрудными породами, специализированными на уран.

Предположение о рудогенерирующей роли внутрикоровых близповерхностных магматических очагов базируется на том, что наиболее поздние дифференциаты кислого магматизма обогащены ураном и торием и содержат разнообразные урансодержащие акцессорные минералы (Н.П.Лаверов, Б.И.Омельяненко, А.А.Смыслов, Г.А.Шатков и др.). Однако детальные исследования, проведенные на месторождениях Стрельцовского рудного поля (Ищукова, 1980; Ищукова и др., 1991; Карманов и др., 1993), показали, что продукты кислого вулканизма были высокогазонасыщенными, что обусловило текучесть кислых лав и формирование покровов пористых фельзитов и липаритов; при этом уран и торий в повышенных концентрациях оказались полностью мобилизованными при извержениях и связанными в вулканогенных породах, содержание урана в которых достигает 22 г/т, а тория до 35 г/т. Отток газонасыщенных лав из близповерхностного магматического очага вызвал обрушение пород кровли и образование вулканотектонической кальдеры. В то же время остаточная магма, в связи с обрушением выдавленная из магматической кальдеры в виде даек и экструзивных тел по кальдерным разломам и жерловинам вулканических аппаратов, уже не содержала радиоактивных элементов – их содержание в экструзивных породах кларковое. Эти данные не дают основания рассматривать коровые магматические очаги в качестве источников урана.

По представлениям И.С.Модникова, И.В.Сычева, одним из источников урана могли служить радиогеохимически специализированные гранитоиды и гранитизированные породы фундамента Стрельцовской кальдеры, содержащие в значительных количествах уран в легкоподвижной форме. Однако сопоставление пород фундамента Стрельцовской рудоносной кальдеры и подобных пород за ее пределами показало, что повышенные концентрации урана характерны только для областей воздействия гидротермальных рудообразующих растворов в рудном поле, т.е. для пород в пределах Аргунской глубинной рудоконтролирующей зоны, и уже на Северном участке кальдеры и за ее пределами, где нет проявлений урановой минерализации, содержания радиоактивных элементов равны кларковому. В связи с этим поставлено под сомнение само существование сингенетичной радиогеохимической специализации пород, и Л.П.Ищуковой высказывается мнение о вторичном обогащении пород ураном в зонах фильтрации рудоносных растворов. Это находит подтверждение при изучении пород и акцессорных минералов методом нейтронно-осколковой радиографии (Флеров Г.Н., Берзина И.Г., 1979). Установлено, что наиболее высокие концентрации урана в породах свойственны области фильтрации рудоносных растворов в околорудном пространстве; в подрудном, изучен-

ном до глубины 2600 м глубокими скважинами, содержания урана более низкие, но выше кларковых. При этом уран концентрируется главным образом в акцессорных минералах и вновь образованных в связи с грейзенизацией и кремнешелочным метасоматозом. В результате воздействия гидротермальных ураноносных растворов происходит донасыщение ураном периферийных частей зерен минерало-концентраторов. Увеличение количества урансодержащих минералов и концентраций урана в них в околорудном пространстве противоречит высказыванию о выносе урана из этого пространства и формированию за счет него рудных тел.

Предположение о наиболее вероятном глубинном источнике главной массы рудных элементов, развиваемое Л.П.Ищуковой, базируется на фактических данных, приведенных в аргументации противоречий первых двух гипотез, и на геологических факторах, имевших место в развитии рудоносного блока земной коры. К числу последних относится геоструктурное положение Стрельцовской кальдеры, в которой в небольшом объеме земной коры сосредоточено огромное количество урановорудной массы. Особенностью этого вулканотектонического блока является периодически возникавшая связь его с глубинным (мантийным) магматическим очагом, начиная от ранних – архей-протерозойских этапов развития, характеризующихся мафитовым магматизмом, и кончая активизационным периодом, ознаменовавшимся излияниями базальтовой лавы мантийного происхождения, содержащей уран – в 1,5-2,0 раза выше кларковых концентраций; при этом мантийные базальтовые лавы изливались в том числе и в завершающие этапы вулканизма непосредственно перед началом рудообразующих процессов. Приуроченность пневмато-гидротермальных и гидротермальных минеральных комплексов к одним и тем же глубинным зонам и узлам их пересечения, контролирующим полихронный магматизм глубинного происхождения, обогащение рудными элементами околорудного пространства, изотопный состав серы, указывающий на ювенильное происхождение растворов, – все эти факторы свидетельствуют о неоднократном возобновляющейся связи глубинных очагов с областью рудоотложения и позволяют сделать предположение о глубинном источнике главной массы рудного вещества. Однако не исключается возможность дообогащения ураном рудоносных растворов на пути их фильтрации к области с пониженными термобарическими параметрами за счет ранее отложившихся рудных элементов в различных слоях коры.

Литература

- Андреева О.В., Головин В.А. Типы низкотемпературных метасоматитов Забайкалья // КНТС ВИМСа. – М., 1982. – Вып. 73.
 Вампилов М.В., Кожевников Г.И., Ищукова Л.П. и др. Минералогическо-геохимические особенности рудных тел и рудовмещающих пород уран-молибденовых месторождений восточной части Стрельцовского рудного поля. – Иркутск, Фонды СПГО, 1972.
 Вишняков В.Е., Вольфсон Ф.И., Ищукова Л.П. и др. Особенности

- геологии урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. — Иркутск, Фонды СПГО, 1968.
- Вольфсон Ф.И., Ищукова Л.П., Вишняков В.Е. и др. Условия локализации гидротермального уранового оруденения в слоистых толщах верхнего структурного этажа // Изв. АН СССР. Сер.геол. — 1967. — № 11.
- Денисов К.К., Ищукова Л.П., Талалаев И.Е. Отчет о результатах работ партии 109 за 1957 г. — Фонды СПГО, 1958.
- Игошин Ю.А., Строна П.А. О возрасте флюоритового оруденения в Приаргунье. Геология и геофизика. — Новосибирск: Наука, 1978.
- Ищукова Л.П. К вопросу о возрасте флюоритового оруденения в Южном Приаргунье // Вопросы генезиса и закономерности развития эндогенных месторождений. — М.: Наука, 1966.
- Ищукова Л.П. Геологическое строение Южного Приаргунья в Восточном Забайкалье // Изв. АН СССР. Сер.геол. — 1989. — № 8.
- Ищукова Л.П., Модников И.С., Сычев И.В. Урановые рудообразующие системы областей континентального вулканизма // Геология рудных месторождений. — М., 1991.
- Ищукова Л.П., Рубцов Г.В., Короневский В.Н. и др. Отчет о результатах поисково-разведочных работ Забайкальской партии 324 за 1963 г. в междуречье Аргуни и Урулюнгуя. — Иркутск, Фонды СПГО, 1964.
- Ищукова Л.П., Шлейдер В.А., Солодовников В.А. и др. Геологическое строение и ураноносность Стрельцовского рудного поля (Восточное Забайкалье): Отчет о поисковых и разведочных работах, проведенных в Стрельцовском прогибе в 1963-1966 гг. — Иркутск, Фонды СПГО, 1966.
- Ищукова Л.П. Геолого-структурные особенности и ураноносность Стрельцовского рудного поля // Сб. КНТС ВИМСа, 1974 — Вып. 29-30.
- Ищукова Л.П. Минеральная зональность в Стрельцовском рудном поле // Сб. КНТС ВИМСа. 1977. — Вып. 46.
- Ищукова Л.П. Геолого-структурные особенности Стрельцовской группы месторождений // Сб. КНТС ВИМСа, 1978. — Вып. 51.
- Ищукова Л.П. Геологические условия формирования и зональности размещения рудных месторождений Стрельцовского рудного поля // Дис... д-ра геол.-минер.наук. — Иркутск, Фонды СПГО, 1980.
- Ищукова Л.П., Вампилов М.В., Модников И.С. и др. Отчет о результатах бурения глубоких скважин Краснокаменского и Антейского кустов в Стрельцовском урановорудном поле в Юго-Восточном Забайкалье. — Иркутск, Фонды СПГО, 1991.
- Карманов Р.Г., Ищукова Л.П. и др. Аргунское и Жерловое месторождения (Юго-Восточное Забайкалье): Отчет о результатах разведочных работ на месторождениях. — Иркутск, Фонды СПГО, 1993.
- Лавров Н.П. Условия формирования гидротермальных месторождений в континентальных вулканических поясах // Минеральные месторождения. — М.: Наука, 1972.
- Мельников И.В. Минералого-геохимические особенности процесса формирования гидротермальных уран-молибденовых месторождений // Геохимия процессов миграции рудных элементов. — М., 1977. — С.180-196.
- Модников И.С., Ищукова Л.П., Сычев И.В. и др. Условия уранового рудообразования в вулканических депрессиях областей тектономагматической активизации и принципы их промышленной ураноносности. — М.: Фонды ВИМСа, 1988.
- Наумов Г.Б. и др. Структурно-вещественная модель формирования уранового оруденения на геохимических барьерах месторождений Стрельцовской группы: Отчет ГЕОХИ, ВИМС. — М., 1985.
- Пельменев М.Д. Структурно-геологические позиции урановых месторождений в слоистых толщах верхнего структурного этажа // Геология и вопросы генезиса эндогенных урановых месторождений. — М.: Наука, 1968.
- Смирнов С.С. Очерк металлогении Восточного Забайкалья. — М.: Госгеолтехиздат, 1944.
- Смирнов В.И. Глубинные источники вещества эндогенных месторождений // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. — Киев. Наукова думка, 1971.
- Строна П.А. Главные типы рудных формаций. — Л.: Недра, 1978.

* * *