

Рис. 2. Карта результатов обработки теплового поля участка Тогузскен: урановое оруденение верхней пачки с границами выклинивания в уровнях зон пластового окисления (ЗПО): 1 – в верхнем; 2 – в среднем; 3 – в нижнем; урановое оруденение нижней пачки с границами выклинивания в уровнях ЗПО: 4 – в верхнем; 5 – в нижнем; 6 – разломы в мезозой-палеозойских отложениях (по геофизическим данным); 7 – контур участка Тогузскен; 8 – шкала теплового поля, $\text{Вт/м}^2\text{ср/мкм}$

В результате при поисках инфильтрационных урановых месторождений может быть рекомендована следующая последовательность комплексных исследований геолого-геофизическими методами и методами дистанционного зондирования. На начальном этапе на площади проводится гравитационная и магнитная съемка, по данным которых с использованием новых процедур интерпретации и результатов картировочного бурения строится карта палеорельефа фундамента. Одновременно проводится анализ имеющихся данных дистанционного зондирования и выбираются наиболее информативные космоснимки, включая тепловые диапазоны. На основании результатов обработки данных тепловых каналов строится карта распределения тепловых аномалий, по которой выделяются области предположительно с высокой и низкой проницаемостью разреза. Совместный анализ полученных карт, с привлечением имеющихся данных о зонах пластового окисления, как указывалось выше, позволяет выделить наиболее перспективные участки для размещения профилей поискового бурения. На заключительном этапе, в результате анализа данных бурения, каротажа, всех полученных результатов интерпретации геофизических материалов и данных дистанционного зондирования строятся литолого-геохимические карты по каждому продуктивному горизонту, на основании которых принимается решение о перспективах площади и продолжении исследований.

Литература

1. Карелин В.Г., Петровский В.Б. Опыт применения методов изучения теплового поля Земли для прогнозно-поисковых задач в Шу-Сарысуйской урановорудной провинции // «Геология и охрана недр» (АО «Волковгеология», Алматы, Казахстан, ТОО «КазЗарубежГеология», Алматы, Казахстан) – 2014. – № 2. – С. 48–60.
2. Кашафутдинов И.В., Петровский В.Б. Возможности использования методов дистанционного зондирования Земли при поисках инфильтрационных урановых месторождений // «Филиал АО «Волковгеология» ЦОМЭ, Алматы, Казахстан, ТОО «КазЗарубежГеология», Алматы, Казахстан – Актуальные проблемы урановой промышленности: Материалы VIII-й международной научно-практической конференции, 3-5 августа 2017: Сборник трудов – Астана, Республика Казахстан. – 451 с.
3. Огай Е.К., Петровский В.Б. Использование современных технологий дистанционного зондирования Земли при решении геологических задач // Российско-Казахстанский сборник научных трудов. – М., 2007.

МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ НА ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ВЕРНИНСКОЕ

Николаева А.Н.

Научный руководитель профессор Мазуров А.К.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Вернинское находится в центральной части Бодайбинского района Иркутской области, в 146 км от города Бодайбо, в 6 км от поселка Кропоткин.

Рудопроявление расположено в центральной части опрокинутой на юг Вернинской антиклинали, простирающейся в субширотном направлении. В геологическом строении месторождения принимают участие отложения верхнего рифея Бадайбинской серии Аунакитской свиты.

Наиболее детально изучены метасоматические образования Северной рудной зоны, находящейся в лежачем крыле Вернинской антиклинали.

В результате коллизионного процесса осадочные породы претерпели процесс катагенеза и близки к процессам метакатагенеза, в результате чего и относятся к метасадкам.

Породы подверглись гидротермально-метасоматическим изменениям, которые относятся к тектогенным региональным формациям и представлены пропилитовыми и березитовыми статическими устойчивыми ассоциациями. С последней ассоциацией непосредственно связано оруденение месторождения. Слабо проявленная пропилитовая формация охватывает самую внешнюю зону гидротермально-измененных пород месторождения. В свою очередь березитовая формация проявлена на месторождении наиболее широко и именно к ней пространственно приурочены все рудные тела месторождения.

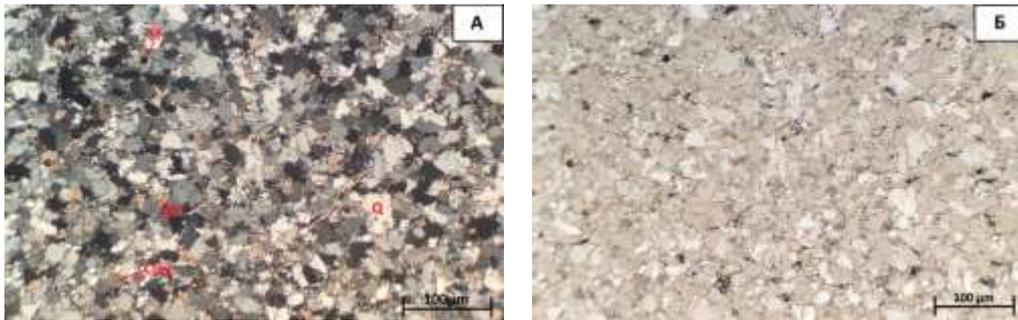


Рис. 1. Пропилитовая формация. Среднезернистый песчаник. Sf – сульфиды, Sgr – полевые шпаты, Q – кварц, Carb – карбонаты. А – николи II, Б – николи +

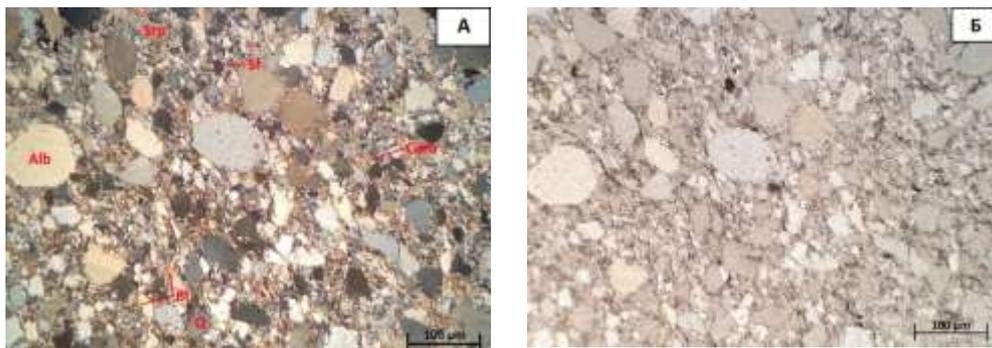


Рис. 2. Березитовая формация. Средне-крупнозернистый песчаник. Sf – сульфиды, Sgr – полевые шпаты, Q – кварц, Carb – карбонаты, Vi – биотит, Alb – альбит. А – николи II, Б – николи +

Породы надрудной зоны принадлежат пропилитовой формации и имеют кварцитовидный облик. Исходная порода представлена песчаником, иногда с переслаиванием алевролита. Большая часть пород представлена разнозернистым агрегатом кварца, размером до 0,25...0,3 мм, между зернами которого отмечается карбонатный цемент (рис. 1). Содержание карбонатов в породах варьирует от 3 до 20 %, очень редко возрастает до 50...65 % (по данным рамановской микроскопии – это анкерит и сидерит). В виде вторичных минералов по массе пигментировано отмечаются серицит, хлорит, редко ПШ. Сульфидная минерализация в данной зоне бедна и представлена доминирующим арсенопиритом и пиритом. Форма зерен близка к изометричным со слегка сглаженными углами, размером до 0,05 мм.

Рудная зона сопровождается метасоматическими изменениями березитовой формации. Рудовмещающая толща представлена разнозернистыми (тонко- и среднезернистыми) песчаниками, в меньшей степени алевролитами и темно-серыми массивными аргиллитами разной степени рассланцованности. Рудные тела характеризуются березитами, представленными стандартной группой минералов: кварца, ПШ, серицита, карбонатов и альбита, характеризующиеся лепидогранобластовыми срастаниями (рис. 2). В виде акцессорного минерала обнаружены обломки турмалина. Из сульфидной минерализации в березитах отмечаются пирит с арсенопиритом. В рудной части сульфидная минерализация неравномерна, а также стоит отметить, что весьма бедна (до 10 %). В составе цемента алевролита и песчаника участвуют в преобладающем количестве кварц, а также карбонаты, кероген, серицит, рутил и апатит. Отмечается, что чешуйчатые агрегаты серицита ориентируются по полосам керогена, а вне этих полос рассеиваются в породе беспорядочно. Ранее в породах имела место быть глинисто-карбонатная масса, но в данный период времени доминирует серицит-карбонатная масса. В породах отмечается постепенное кливажирование –

переход породы в сланцы. Содержание кварца по сравнению с надрудной зоной значительно меньше, преобладает основная цементирующая часть, представленная однородным обломочным агрегатом, размер зерен которых до 0,05 мм. В результате исследования выявлена некая особенность березитов, а именно, низкое содержание светлой слюды в песчаниках, по причине дефицита глинозема в исходной породе. Связано это с тем, что в породах мало полевых шпатов, которые в свою очередь и являются основными носителями светлой слюды.

Пострудная зона представлена такими породами как алевролитом, песчаником и сланцами. В данной зоне наблюдается интенсивное кливажирование. Количество сульфидной минерализации значительно меньше, чем в рудной и не превышает 3...5 %. Минеральный состав пород представлен кварцем, полевыми шпатами и карбонатами. В виде аксессуарных отмечается кероген в трещинах (рис. 3) и серицит, вероятнее всего в ассоциации с ним. Единично отмечаются агрегаты темноцветных минералов, представленные биотитом. Структура пород мелко-среднезернистая.

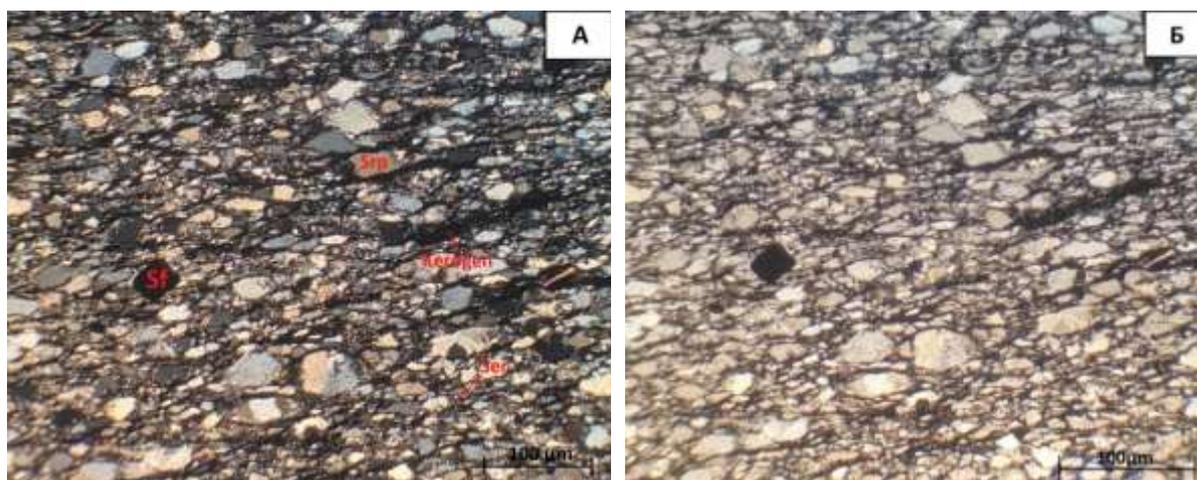


Рис. 3. Интенсивное кливажирование. Средне-крупнозернистый песчаник. Sf – сульфиды, Srp – полевые шпаты, Q – кварц, Ser – серицит, Kerogen – кероген. А – николи II, Б – николи +

Таблица

Химический состав силикатных пород

Зона	Содержание, мас. %										Σ
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	As ₂ O ₅	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	
Рудная зона (Р.Т.1)	68,88	9,54	0,35	4,4	1,22	7,38	0,02	7,04	0,81	3,23	102,87
Надрудная (межрудная) зона	70,77	18,37	0,05	2,94	1,64	1	-	2,32	1,66	2,69	101,44
Рудная зона (Р.Т.2)	68,61	9,75	0,33	11,06	0,79	6,57	1,69	4,15	-	1,81	104,76
Пострудная зона	96,83	5,95	0,11	0,63	0,67	0,51	-	1,03	-	0,23	105,96

Анализ химического состава пород на основные породообразующие элементы (силикатный анализ) выполнялся с использованием микроанализатора HORIBA X-Ray Analytical Microscope XGT 7200. По результатам анализа, представленным в таблице, отмечается преобладающее содержание литофильных элементов во всех зонах. Рудообразующие компоненты представлены железом и серой. Доля общей серы, которая практически вся связана с сульфидами, в рудных зонах составляет 2...3 %. Степень окисления руд, рассчитанная по железу, составляет в среднем примерно 4...11 %. Часть окисленного железа принадлежит карбонатам (сидериту и анкериту), а также породообразующим минералам. В незначительном количестве выявлены мышьяк, фосфор и титан. Причем мышьяк с титаном имеют большие значения в рудных зонах, тогда как фосфор, наоборот, отмечен максимумом в надрудной. Результатом фиксации в собственных минеральных формах титана, высвободившегося из метаморфических минералов (биотита и амфибола) при их замещении хлоритом и серицитом является рутил в виде игольчатых микрокристаллов, а также лейкоксен в скоплениях, отмечающиеся ничтожно малым содержанием в каждой зоне. Выявленное содержание оксида фосфора в надрудной и рудной зоне, вероятнее всего, представлено в породах рассеянными микрокристаллами апатита. Содержание диоксида кремния в надрудной и рудной зоне стабильно (69...70 %), тогда как в пострудной зоне отмечается заметное его повышение (до 97 %), что говорит об увеличении таких нерудных минералов как кварц и полевые шпаты. Установлено, что путем замещения известковистого компонента цемента в осадочных региональных метаморфизованных породах отлагалось небольшое количество Mg-Fe-карбонатов с выраженной формой кристаллов-ромбоздров, что свидетельствует об эпигенетическом (постседиментационном) их происхождении. По результатам работ предшественников [4, 5], в рудах сохраняется сильная корреляционная связь серебра и ртути при умеренной связи ртути с золотом.

Литература

1. Буряк В.А. *Метаморфизм и рудообразование*. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
2. Кучеренко И.В. К методике формирования выборок для расчета статистических параметров распределения и баланса химических элементов в окорудном пространстве гидротермальных месторождений золота // *Известия Томского политехнического университета*. – 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 23–30.
3. Кучеренко И.В. Петрогеохимические особенности рудообразования в сланцевых толщах // *Разведка и охрана недр*. – 1986. – № 12. – С. 24–28.
4. Петролого-геохимические черты окорудного метасоматизма в золоторудном месторождении Сухой Лог (Ленский район). Ч. 1. Обзор петролого-геохимических исследований рудовмещающего субстрата / Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 35–41.
5. Петролого-геохимические черты окорудного метасоматизма в золоторудном месторождении Сухой Лог (Ленский район). Ч. 2. Петрология окорудного метасоматизма / Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. // 2011. – Т. 320. – № 1. – С. 28–37.

**УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА
ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ V РУДНОЙ ЗОНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЛУННОЕ»
(МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Серкина Г.С.

Научный руководитель доцент Тимкин Т.В.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Золотосеребряное месторождение «Лунное» находится в междуречье Левого Булура - правого Арылаха [1–3]. В административном отношении месторождение расположено на границе Омсукчанского и Среднеканского городского округа Магаданской области, в междуречье Левого Булура – Правого Арылаха. Площадь рудного поля месторождения составляет 40 км².

Географические координаты месторождения:

63° 03' – 63° 08' – северной широты.

155° 05' – 155° 12' – восточной долготы.

Район характеризуется мелкогорным ландшафтом. Абсолютные отметки вершин мелкогорья 800...1100 м, относительные превышения не более 200...300 м. Склоны сопки пологие (углы от 10...20° до 25...30°), слабо залесенные и задернованные у подножий, водоразделы плоскозакругленные. Отмечается мощный покров делювиальных отложений в межгорных впадинах, заболоченность речных долин и выположенных участков склонов.

Обнаженность района плохая. Мощность рыхлых образований колеблется от 0...1 м на водораздельных участках, до 3...6 м на склонах и 4...10 м в основании склонов. Низкие температуры обусловили повсеместное развитие вечной мерзлоты. Максимальная глубина оттайки грунта на южных склонах в августе месяце составляет 1...2 м, на северных – 0,1...0,5 м.

Гидросеть описываемой территории представлена наиболее крупным водотоком Лев. Арылах, который является крупным притоком Лев. Булура и относится к бассейну реки Бальгыгчан.

Климат района резко континентальный субарктический с большими годовыми и суточными колебаниями температур: от -55°С в январе до +35°С в июле, при этом, среднесуточные температуры самого тёплого месяца – июля – не превышают +15°. Среднегодовая температура -12° С. Годовое количество осадков около 370 мм, большая часть их выпадает в третьем квартале. Устойчивый снежный покров устанавливается в первой декаде октября и стает к середине июня.

Позиция Рудной зоны V в общей геологической структуре месторождения Лунное. Рудная зона расположена в верховьях ручья Низкий, на его левом борту, в 0,5 км к востоку от зоны II. В структурном отношении находится на северном фланге протяженной полосы тектонической напряженности, северо-восточного (30...35°) простирания, прослеживаются через всё рудное поле и контролирующие минерализованные структурные зоны V^a, V^b, X. С юго-запада зона V ограничена рудоотводящим диоритовым разломом северо-западной ориентировки и располагается в его висячем боку. Рудовмещающим комплексом являются магматиты бастинского комплекса и терригенные отложения галимовской свиты. Осадочные породы, представлены алевrolитами и песчаниками с редкими прослоями гравелитов, углефицированных сланцев, каменных углей в результате внедрения интрузий и многократных тектонических подвижек на северо-восточном фланге зоны. Среди осадочных отложений развиты субпластовые и секущие тела трахиандезит-порфиры и трахириодацитов. В центральной части зоны располагается крутопадающее (75...90° штокообразное тело, представляющее собой юго-восточный сагеллит Арылахского интрузива). Здесь он представлен тремя разновозрастными фазами. В количественном отношении резко преобладают монцодиориты и гранодиориты второй фазы внедрения. Подчиненное значение имеют субщелочные габбро-диориты первой фазы и гранодиорит-аплиты четвертой фазы.

Рудная зона V по морфоструктурным особенностям представляет собой жильную зону сложного строения, характеризующуюся наличием дорудной и продуктивной минеральных ассоциаций.

Жильные зоны сложного строения являются на месторождении ведущим морфологическим типом рудных тел, в котором сосредоточены основные запасы золота и серебра. Они имеют северо-восточную ориентировку, менее крутое (50...70) падение и значительную (до 20...36 м) мощность. В их строении участвуют жилы выполнения, зоны прожилкования, а также линейные тела гидротермальных брекчий и метасоматитов, располагающиеся сопряжённо