

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛЕБЕДИНСКОГО ТИПА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)

В.Г. Ворошилов*, Г.Ю. Боярко*, Е.И. Бирюков**

*Томский политехнический университет. E-mail: lev@tpu.ru

**ФГУП "Алдангеология". г. Алдан

Исследовано внутреннее строение аномальных геохимических полей золоторудных месторождений лебединского геолого-промышленного типа, распространенных в Центральном-Алданском рудном районе. Установлено, что золоторудные месторождения сопровождаются аномальными структурами вторичного геохимического поля, в ядерной зоне которых накапливаются Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As, а во фронтальной — Ni, Cr, Co, Ti, V, Cu. Дополнительным благоприятным признаком является развитие аномалий Ba и Mn. Рудные тела фиксируются аномальными структурами первичного геохимического поля, в центре которых развита ассоциация Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As, к периферии она сменяется на Cu, Ag, Mo, As, а внешний ореол обогащен Ba, Mn, Pb.

К лебединскому типу в Центральном-Алданском рудном районе относят золоторудные тела, локализованные в виде горизонтальных залежей и секущих тел кварцево-сульфидного состава, приуроченных к низам доломитовой толщи вендского возраста и, частично, к кристаллическому фундаменту [1, 2].

Ранее нами описаны особенности строения аномальных геохимических полей золоторудных месторождений Центрального Алдана, относящихся к золото-порфировому, золото-урановому (эльконскому), самолазовскому геолого-промышленным типам [3–5]. Месторождения Лебединского рудного поля в настоящее время практически отработаны, территория их подвержена техногенному загрязнению, поэтому исследовать геохимическую зональность оруденения подобного типа с целью выработки геохимических поисковых критериев возможно лишь на вновь открытых объектах. Для решения поставленной задачи нами выбран участок между речьями рек Редерги и Кэдерги, где выявлен ряд золоторудных залежей с промышленными параметрами (рис. 1). Участок непосредственно примыкает с юга к Нижнеякокитскому рудному полю. ФГУП "Алдангеология" на площади проведена геохимическая съемка по вторичным ореолам масштаба 1:10000, на выявленных золоторудных объектах пройдены поверхностные горные выработки и скважины с опробованием первичных ореолов.

Исследованная площадь сложена горизонтально залегающими на архейском фундаменте тонкозернистыми массивными, иногда окварцованными, доломитами усть-юдомской свиты вендского возраста. На водораздельных участках вендские отложения согласно перекрыты желтыми, вишнево-бурыми, кремевыми глинистыми доломитами пестроцветной свиты нижнего кембрия. Здесь же отмечается локальное развитие маломощных хемогенно-обломочных кор выветривания по карбонатным породам и карстовых образований, заполненных терригенным материалом. В западной части площади, в опущенном блоке на левобережье реки Редерги, развиты серые доломиты унгелинской свиты, относящейся к верхам нижнего кембрия.

Венд-кембрийские отложения прорваны серией штоков, силлов и даек мезозойских гипабис-

сальных интрузий, относящихся к нескольким комплексам. Наиболее широко распространены породы лебединского интрузивного комплекса, слагающие штоки, лакколитообразные интрузии и многочисленные мелкие тела и дайки сиенитового состава. С мезозойскими интрузиями пространственно и генетически связан широкий круг гидротермально-метасоматических изменений пород: окварцевание, сульфидизация, флюоритизация, анкеритизация, кальцитизация. Зоны метасоматитов, как правило, субпластовые, реже секущие. Наибольшая интенсивность метасоматоза характерна для приподошвенной части усть-юдомской свиты, где развиты благоприятные для замещения прослои псевдоолитовых брекчиевидных и битуминозных доломитов, а также для зоны контакта усть-юдомской и пестроцветной свит.

Все описанные породы перекрыты сплошным чехлом четвертичных элювиально-делювиальных отложений. Элювиальные отложения приурочены к выровненным и пологонаклонным (до 5°) поверхностям водоразделов. Обломки неокатанные, в своем расположении сохраняют структуры и текстуры подстилающих пород. Размерность обломков зависит от физических свойств коренного субстрата. Так, глыбово-щебнистый материал преобладает в элювии магматитов, а дресвяный — в элювии доломитов. Ближе к дневной поверхности повышается содержание песчаной и глинистой фракции (до 10...25 % от общего объема). В элювии гранитов, сиенитов — это супесь зеленовато-серого, желтоватого, либо красновато-бурого цветов. В доломитах — белый, светло-серый, реже серый суглинок. Мощность отложений 1,5...3,0 м.

Переходным типом от элювия к делювию являются элювиально-делювиальные образования. По своему составу они сильно схожи с элювием. Отличительными признаками этих отложений являются единичные обломки пород, имеющие окатанность, а также повышенное содержание супеси с преобладанием темных и красноватых оттенков. Расположены элювиально-делювиальные отложения на периферийных участках развития элювия, на бровках склонов.

Делювиальные отложения получили широкое развитие в нижних и средних частях склонов.

Представлен делювий дресвяно-щепнистым, реже глыбовым материалом с коричневатым или рыжеватым супесчаным заполнителем (до 35...40 % от общей массы). Отмечается слабая вертикальная зональность в распределении обломков (более крупные и неокатанные внизу, менее крупные и слабо окатанные на поверхности). Мощность отложений составляет 1,0...3,0 м.

В результате проведения геологосъемочных, поисковых и оценочных работ, выполненных в разные годы организациями Мингео СССР и ФГУП "Алдангеология", на описываемой территории выявлено несколько участков с золотым оруденением лебединского типа. Рудные тела представляют собой гематит-лимонит-кварцевую рыхлую породу (окисленные сульфидно-кварцевые метасоматиты), слагающую субгоризонтальные залежи мощностью до нескольких метров и протяженностью в сотни метров. Содержание кварца в руде колеблется от 5 до 55 %.

Тектоническое строение площади определяется сочетанием разрывных нарушений северо-западного, северо-восточного и субширотного направлений. Они контролируют размещение гидротермальной минерализации и в значительной степени определяют структуру геохимического поля территории.

Для исследования структуры вторичного геохимического поля территории нами использованы результаты спектрального полуколичественного и спектрозолотометрического анализов 8500 проб, отобранных ФГУП "Алдангеология" по сети 100×20 м. На площади преобладают открытые остаточные механические вторичные ореолы, солевая составляющая развита слабо.

Во вторичном геохимическом поле фиксируется большое количество аномалий золота и типичного для Центрального Алдана комплекса элементов-спутников: Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Mn, As, Sb, Tl, Bi, Ni, Cr, V, Ba, Ti, Sn. Они сопровождаются как золоторудными телами, так и многочисленными метасоматическими образованиями, что затрудняет прямое использование моноэлементных ореолов для поисков рудных тел.

По результатам факторного анализа во вторичном геохимическом поле выделено три основных ассоциации элементов: 1) Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As; 2) Ni, Cr, Co, Cu, V, Ti; 3) Ba, Mn. Они слагают аномальные структуры геохимического поля (АСГП), в которых рудные тела занимают вполне определенное положение (рис. 1).

Первая ассоциация маркирует рудоконтролирующие разрывы северо-западного и северо-восточного простираний. Максимумы ее проявления соответствуют золоторудным телам. Второй комплекс элементов характерен для периферии рудных залежей и удаленных от рудных тел участков рудоконтролирующих разрывов. Эту ассоциацию можно рассматривать как индикатор фронтальных зон накопления. В целом интенсивность ее развития возрастает от центра площади к периферии, по ме-

ре удаления от сиенитовых штоков. Барий и марганец формируют полосу аномалий северо-восточного простирания. Максимумы проявления этой ассоциации тяготеют к выходам мезозойских интрузий и в ряде случаев – к золоторудным залежам. Последнее обусловлено как тесным парагенезисом оруденения с мезозойским магматизмом, так и развитием марганцевых охр при выветривании руд. В целом, золоторудные участки фиксируются во вторичном геохимическом поле накоплением в центральной (ядерной) зоне АСГП Au, Ag, As, Pb, Zn, Mo, а во фронтальной – Ni, Cr, Co, Ti, V, Cu. Дополнительным благоприятным признаком является развитие в пределах АСГП аномалий Ba и Mn.

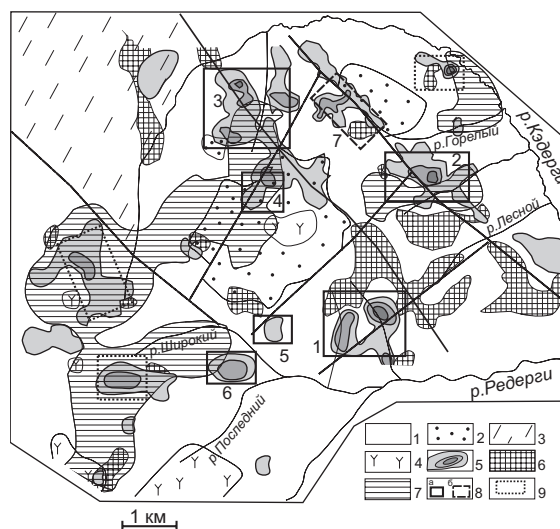


Рис. 1. Зональность вторичного геохимического поля площади работ: 1) доломиты усть-юдомской свиты венда; 2) доломиты пестроцветной свиты нижнего кембрия; 3) серые доломиты унгелинской свиты верхов нижнего кембрия; 4) штоки мезозойских интрузий; 5–7) участки развития геохимических ассоциаций: 5) Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As; 6) Ni, Cr, Co, Cu, V, Ti; 7) Ba, Mn; 8) участки с выявленным оруденением: а – лебединского типа, б – куранахского типа (1 – Ореховый, 2 – Межсопочный, 3 – Грибной, 4 – Гольцовый, 5 – залежь Широкая, 6 – Последний, 7 – зона Горелая); 9) участки, перспективные для постановки поисковых работ

В первичных ореолах масштаба рудных тел характер взаимосвязи элементов сложнее. В небольших залежах золото тесно ассоциирует со всем комплексом элементов-спутников, в более крупных объектах картируются пространственно обособленные ассоциации элементов (рис. 2).

Центральные части аномальных структур геохимического поля фиксируются ассоциацией Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As, к периферии она сменяется на Cu, Ag, Mo, As. Внешний ореол АСГП сложен ассоциацией Ba, Mn, Pb.

В кварц-гематит-лимонитовых рудах золото наиболее тесно ассоциирует с цинком, марганцем, ванадием и мышьяком. Серебро коррелируется со свинцом, таллием и барием. Во вмещающих доломитах серебро по одному из факторов ассоциирует с Ni, Co, Cr, Zn, W, Sn, Cu, Tl, по другому – с золо-

том, свинцом, марганцем. Эта дифференциация обусловлена многостадийностью гидротермального процесса и зональным отложением его продуктов. При выветривании различия постепенно нивелируются и связи элементов упрощаются.

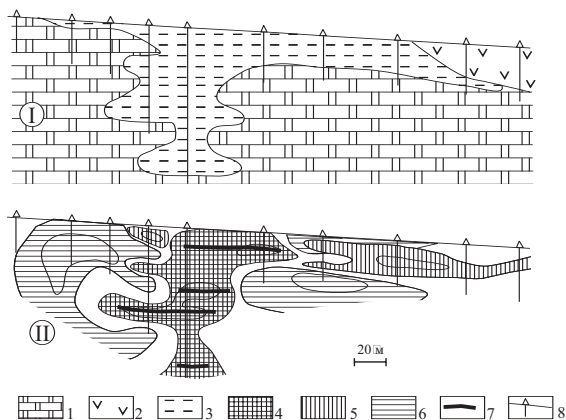


Рис. 2. Геолого-геохимический разрез по разведочной линии 23 участка Межсочного (I – геологическое строение, II – структура геохимического поля): 1) доломиты усть-юдомской свиты венда; 2) мезозойские сиенит-порфиры; 3) кора выветривания по сульфидизированным доломитам; 4–6) участки развития геохимических ассоциаций: 4) Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As; 5) Cu, Ag, Mo, As; 6) Ba, Mn, Pb; 7) золоторудные тела; 8) разведочные скважины

На изученной площади геометризовано 10 АСГП, 7 из которых соответствуют известным рудным залежам лебединского (участки Ореховый, Межсочный, Грибной, Гольцовый, Последний, залежь Широкая) и куранахского (зона Горелая) типов. Можно отметить, что для оруденения куранахского типа характерно слабое проявление второй и третьей ассоциаций при более интенсивном развитии основного рудного парагенезиса. По показателю энергии рудообразования (по Н.И. Сафронову [6]) площадь развития куранахского типа оруденения резко выделяется среди других рудных участков (рис. 3).



Рис. 3. Распределение на площади работ значений показателя энергии рудообразования

На трех из 10 геометризованных АСГП специальных поисковых работ не проводилось. Эти участки

можно рассматривать как резерв для выявления новых золоторудных тел и рекомендовать здесь постановку комплекса поисковых работ с бурением скважин и проходкой поверхностных горных выработок.

Следует отметить, что в литературе достаточно подробно описана геохимическая зональность Колтыконского рудного поля, расположенного в пределах Лебединского рудного узла [7]. Автор публикации В.С. Балахонов предлагает относить эти месторождения к самостоятельному золото-джаспероидному промышленному типу. Не вдаваясь в критику этого предложения, констатируем, что в генетическом и геохимическом отношении колтыконские руды фактически аналогичны лебединским. По данным В.С. Балахонова [7], в эпицентрах рудоносных структур описанных месторождений развиты ассоциации Ag, Au, Cu, Bi, Pb, которая к периферии сменяется на As, Mo, W, Cr. Связь золота с элементами-спутниками различна для разных зон. В центральной (стволовой) части рудного поля кластерным анализом выявлено три устойчивых ассоциации: 1) Au, Cu, Mn, Be; 2) Au, Ag, Pb, Zn, As, Ba, Mo; 3) Ni, Co, Cr, Ti, V. На флангах рудного поля золото входит в состав трех ассоциаций: 1) Au, Cu; 2) Au, Zn, Pb, Sb, Ag, Sn; 3) Au, Ti, V, As, Co, Cr, Ni. Приведенные данные в целом согласуются с полученными нами результатами.

Таким образом, оруденение лебединского типа сопровождается типичным для всех золоторудных месторождений Центрального Алдана комплексом элементов-примесей: Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Mn, As, Sb, Ti, Bi, Ni, Cr, V, Ba, Ti, Sn. В то же время, внутреннее строение аномальных геохимических полей рассмотренных месторождений достаточно специфично. Если самолазовский тип оруденения характеризуется постоянным накоплением в центре АСГП Au, As, Ni, Ti, Sb, на флангах – Pb, Ag, Bi, Cu, Zn, а по периферии – Cr, Co, Ni [5], то в лебединских рудах золото может быть тесно связано с каждой из этих ассоциаций, или со всем комплексом элементов-спутников. В частности, в изученных рудах с золотом наиболее тесно связаны Zn, V, Mn, Cr, Ni, Co, а Cu, Pb, Ag, Mo, As, Ti характерны для флангов рудных тел. Отмеченные особенности связаны, по нашему мнению, с различным положением месторождений в пределах фильтрующей термогидроколонны (по Г.Л. Поспелову [8]). Руды самолазовского типа приурочены к стволу колонны со стабильным гидродинамическим режимом, а лебединские и куранахские руды формировались в зоне растекания растворов, на фоне пульсирующего режима их поступления. Соответственно, золото-порфировый тип оруденения можно рассматривать как производное корневой зоны термогидроколонны, где происходило вначале нагнетание паровых флюидов, а затем стягивание конденсирующихся растворов к дренирующим трещинам. При этом золото здесь отложилось, в основном, на раннем этапе, поэтому приурочено к фронтальным зонам АСГП [4]. Выявленные особенности строения АСГП можно использовать при поисках в регионе золоторудных месторождений и идентификации их геолого-промышленного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветлужских В.Г., Ким А.А. Геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Южной Якутии // Отечественная геология. — 1997. — № 1. — С. 16–24.
2. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). — М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2001. — 571 с.
3. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. О закономерностях размещения золотого оруденения в тектонических швах // Руды и металлы. — 2001. — № 5. — С. 61–63.
4. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. Структура аномального геохимического поля золото-порфирового оруденения Рябинового массива (Центральный Алдан) // Прикладная геохимия. Вып. 3. Прогноз и поиск. — М.: ИМГРЭ, 2002. — С. 171–177.
5. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. Особенности геохимической зональности месторождений самолазовского типа (Центральный Алдан) // Известия Томского политехнического университета. — 2002. — Т. 305. — № 6. — С. 191–197.
6. Сафронов Н.И., Мещеряков С.С., Иванов Н.П. Энергия рудообразования и поиски полезных ископаемых. — Л.: Недра, 1978. — 265 с.
7. Балахонов В.С. Строение и пространственные соотношения минерало-геохимических полей Колтыконского золотоджаспероидного рудного поля (Центральный Алдан): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. — Екатеринбург, 1999. — 24 с.
8. Поспелов Г.Л. Строение и развитие фильтрующихся гидротермальных рудообразующих систем // Геология и геофизика. — 1962. — № 11, 12. — С. 28–40, 40–57.

УДК 552.321.6+552.164

ВНУТРЕННЯЯ ДЕФОРМАЦИОННАЯ СТРУКТУРА МОЛОДЕЖНОГО УЛЬТРАМАФИТОВОГО МАССИВА И ЕЕ РОЛЬ В ЛОКАЛИЗАЦИИ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА (СРЕДНЕ-ВИТИМСКАЯ ГОРНАЯ ОБЛАСТЬ)

А.И. Чернышов*, Е.Е. Пугачева**

*Томский государственный университет. E-mail: petro@ggf.tsu.ru

**Томский государственный педагогический университет

Установлена складчатая структура ультрамафитов Молодежного асбестоносного массива. Выделены три этапа пластической деформации пород. Показана пространственная связь жил хризотил-асбеста с элементами внутренней деформационной структуры массива, создаваемой на этапах синметаморфического пластического течения пород.

Исследование внутренней деформационной структуры асбестоносных ультрамафитов с применением петроструктурного анализа начато сравнительно недавно [1–3], но уже зарекомендовало себя как весьма перспективное.

В настоящей статье излагаются данные петроструктурного изучения Молодежного ультрамафитового массива, вмещающего уникальное месторождение хризотил-асбеста.

Молодежный массив входит в состав Мамакано-Тулдунского гипербазитового пояса, структурно сочлененного с зоной регионального разлома, ограничивающего с юго-запада Южно-Муйскую глыбу [4]. Массив залегает среди нижнепротерозойских осадочно-эффузивных пород муйской серии, претерпевших метаморфизм фации зеленых сланцев. Вмещающие породы дислоцированы в линейные складки северо-западного простирания, с которыми тела имеют конформные соотношения.

Массив представляет собой круто падающее на юго-запад линзовидное тело, состоящее из трех структурных доменов – северного, центрального и южного (рисунок). Он вытянут в северо-западном направлении на 5 км при ширине от 15...20 до 550 м. Площадь выхода ультрамафитов на поверхность составляет около 1 км² [5]. Наибольшим распространением в массиве пользуются гарцбургиты и апога-

рибургитовые серпентиниты, а дуниты и аподунитовые серпентиниты отмечаются значительно реже.

Месторождение хризотил-асбеста располагается в центральной части массива и прослеживается в длину на 700 м при ширине от 300 до 460 м. Залежь характеризуется концентрически-зональным строением, обусловленным закономерной сменой морфологических типов асбестоносности в направлении от центра к периферии рудного тела – зона простых отороченных жил, зона крупной сетки, зона мелкой сетки и просечек асбеста.

Проведенный нами геометрический анализ распределения плоскостных и линейных структурных элементов с использованием известных методик [6, 7] позволил выявить два этапа складчатых деформаций во вмещающих ультрамафитовый массив породах. Первый этап фиксируется цилиндрической складчатостью, осевая плоскость которой имеет северо-западное простирание (338°) с крутым падением на юго-запад (85°) (рисунок, а). Шарнир этой складчатой структуры располагается субгоризонтально (Аз. погр. 337°, угол 6°). Второй этап деформаций вмещающих массив пород проявляется в преобразовании цилиндрической складчатости в коническую. При этом полюса плоскостных структурных элементов *S* (сланцеватости) концентрируются по дуге малого круга с радиусом 60°.