

УДК 553.411.071:553.078.2

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В СЮЛЬБАНСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЕ (БАССЕЙН СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ВИТИМ). Ч. 1. КАРАЛОНСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ

И.В. Кучеренко, Р.Ю. Гаврилов

Томский политехнический университет
E-mail: kucherenco.o@sibmail.com

Приведены данные о геологической позиции и геологическом строении северного фланга Сюльбанской зоны глубинных разломов – одноименной золоторудной зоны в составе Каралонского и Уряхского рудных полей. Показано, что в зоне деформационного воздействия рудоконтролирующих Главного Сюльбанского и Каралонского глубинных разломов среди позднерифейских вулканитов келянской и углеродистых терригенных сланцев водораздельной свит, в телах гранитоидов образованы оперяющие их рудовмещающие разрывные структуры двух кинематических типов – крутопадающие сдвига-взбросы сколового типа и субгоризонтальные разномасштабные раздвиги и трещины, образованные по типу отрыва. Каркас рудовмещающих круто- и пологопадающих структур образован на предрудном этапе в условиях тангенциального сжатия, разрядка которого осуществлялась вдоль поверхностей максимальных скальвающих напряжений и вдоль оси максимальных растягивающих напряжений, ориентированной вверх. Обилие мелких субгоризонтальных выполненных золото-сульфидными ассоциациями трещин отрыва в квази-зотропных по механическим свойствам массивных ранних продуктах гидротермального процесса – кварцевых, кварцево-карбонатных жилах, залежах березитов доказывает повторение на рудном этапе силового поля предрудного этапа и, следовательно, пульсационный режим тектонических деформаций, предшествовавших рудообразующему процессу и сопровождавших его. В первой части статьи приведены материалы по Каралонскому рудному полю, во второй – по Уряхскому. Во второй части также обсуждаются результаты и формулируются общие выводы.

Ключевые слова:

Сюльбанская золоторудная зона, Каралонское, Уряхское рудные поля, глубинные разломы, рудовмещающие структуры, тектонические деформации, динамические режимы.

Key words:

Sulban gold-ore zone, Karalon, Urjah ore fields, depth fractures, containing ore structures, tectonic deformations, dynamic regimes.

1. Постановка задачи

Известно, что началу гидротермального процесса всегда предшествуют напряженные тектонические деформации, которые продолжаются в процессе рудообразования и некоторое время по завершении его, постепенно ослабевая [1]. Имеется множество указаний на то, что деформации носят пульсирующий характер: импульсы объемного напряжения или осевого тангенциального сжатия периодически сменяются импульсами ослабления напряжений. Образующиеся при этом разломы-трещины оперения «стволовых» структур-разломов принадлежат к определенным кинематическим и морфологическим типам и занимают закономерное положение по отношению к оперяемым разломам, что воспроизведено в экспериментах. В. Ридель, вероятно, был первым, кто экспериментально доказал и на природных объектах показал, что в условиях осевого сжатия в боках «стволовых» разломов в изотропной (квазиизотропной) по механическим свойствам среде возникают одна система трещин отрыва и две системы трещин скола [2, 3]. Первые образуют тупой угол с направлением движения несущего их бока разлома, вторые субпараллельны разлому по простиранию, но одна система имеет согласное, а другая – встречное ему падение. В. Ридель также обратил внимание на то, что в природе образуются чаще не все три системы, а одна или две, – это обусловлено анизотропией механических свойств горных пород разной природы. Располагая доказательствами одновременного

образования трещин упомянутых систем, возможно реконструировать кинематику оперяемого разлома, план (планы) силового поля, то есть положение главных осей напряжений, и тектоническую «жизнь» всего каркаса образованных структур в процессе их последующих многократных подновлений.

Подобный механизм создания рудовмещающих разломно-трещинных структур, вероятно, нередко задействован природой. В одних месторождениях он играет определяющую роль [4, 5], в других – сочетается с иными механизмами [6, 7]. К числу объектов, представляющих интерес в плане обсуждения такого механизма структурной подготовки и сопровождения гидротермального процесса, относятся проявления золоторудной минерализации в Сюльбанской золоторудной зоне.

Сюльбанская золоторудная зона, расположенная в бассейне среднего течения реки Витим (рис. 1), контролируется одноименной дугообразной выпуклой на восток зоной глубинных разломов. Считая от северной окраины Муйской впадины на расстоянии до 150 км в зоне выделяются (с юга на север) рудные поля Бахтарнакское, Девича-нда, Верхне-Таллоинское, Уряхское, Каралонское. На протяжении полувека с перерывами геологическими предприятиями ПГО «Читагеология», «Бурятгеология», «Иркутскгеология», исследовательскими группами и сотрудниками научных институтов и вузов наиболее изучены геология и золотосодержание северного фланга зоны в бассейнах ру-

чьев Нижний Орлов, Каралон на левобережье реки Витим, Верхний Урях — на её правобережье. На южном фланге Сюльбанской зоны поисковые и оценочные работы выполнялись эпизодически и кратковременно. Однако несмотря на многолетние разносторонние исследования и производственные оценки раскусить этот твердый орешек пока не удалось, — ни одно из многочисленных рудопроявлений не получило статуса промышленного месторождения.

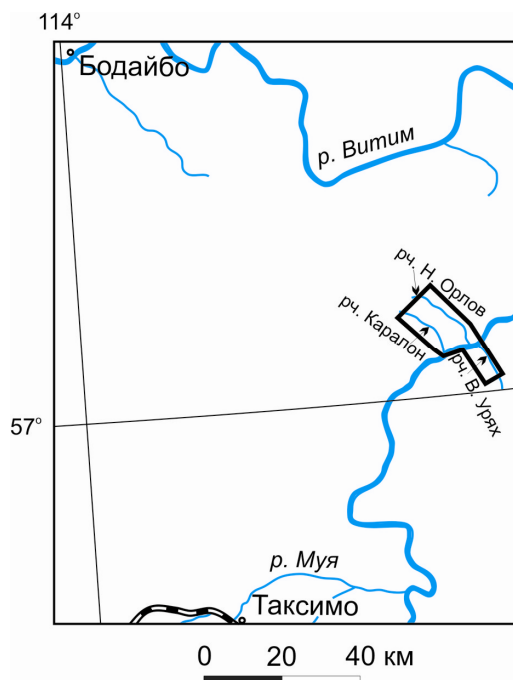


Рис. 1. Схема расположения северного фланга (в контуре) Сюльбанской золоторудной зоны в бассейнах ручьев Каралон, Н. Орлов и В. Урях

Пока не описанная в литературе в заявленном аспекте Сюльбанская золоторудная зона представляет уникальный случай, — она являет собой редкий пример прерывистой локализации продуктивной золото-сульфидно-кварцевой минерализации на протяжении не менее 25 км не только в крутопадающих, но и в субгоризонтальных разрывных структурах, сопряженных с глубинными разломами. Последние по этой причине рассматриваются как рудоконтролирующие и раствороподводящие.

Существуют разные мнения о происхождении здесь пологих рудовмещающих структур, — в результате контракции (растрескивания) пород, например, гранитов (В.В. Левицкий) или метасоматитов при их охлаждении, либо вследствие надвиговых дислокаций. Последнее представление наиболее популярно среди специалистов, причем оно, видимо, считается аксиомой, поскольку никто не приводит аргументов, кроме одного, — пологого залегания структур. Между тем, ни в структуре физических полей, ни по данным горных работ не обнаружено признаков смещений пологими тектоническими зонами крутопадающих, в том числе Ка-

ралонского и Главного Сюльбанского разломов, из чего следует заключить, что горизонтальная (надвиговая) составляющая в пологих структурах отсутствует. Отмечено выше и ранее на конкретных примерах показано [4, 5], что пологие до субгоризонтальных рудовмещающие структуры в ближнем обрамлении рудоконтролирующих разломов возникают как оперяющие вследствие реализации и иных механизмов.

В обсуждаемом случае наиболее мощные (до 100 м), но локальные предполагаемые надвиги выклиниваются по падению уже на расстояниях десятков-первых сотен метров. В других случаях «надвиги» морфологически не выражены, а продуктивная минерализация, например, в заполняющем разломы массивном субстрате, в ближайших к ним мощных (до 24 м) крутопадающих кварцевых жилах выполняет редкие мелкие, чрезвычайно сложные по конфигурации, сменяющие одна другую субгоризонтальные трещины отрыва. Остается не объясненным факт существования, а следовательно, и образования контракционных трещин только в ближнем обрамлении разломов, хотя интенсивность метасоматических преобразований пород, отражающая и температуры их нагревания при метасоматизме, одинакова на значительном (сотни метров) удалении от рудоконтролирующих разломов. Все это в обоснование упомянутых представлений об универсальности того и другого механизма образования рудовмещающих структур и в доказательство их реализации не добавляет аргументов, но подчеркивает целесообразность дальнейшего изучения условий их образования.

В статье обсуждается альтернативный предложенным предшественниками (В.В. Левицкий, А.Н. Демин и другими) механизм образования рудовмещающих структур на северном фланге Сюльбанской золоторудной зоны. Уточнение причин и условий прерывистой локализации продуктивной минерализации на известных участках составляет задачу дальнейшего исследования.

2. Краткий очерк геологического строения северного фланга Сюльбанской золоторудной зоны

Сюльбанская зона глубинных разломов разделяет восточное окончание Байкало-Муйского позднекристаллического офиолитового пояса и осадочные толщи позднекристаллической сюльбанской серии [8, 9], участвующей в составе Патомской ветви Байкало-Патомской дуги внешнего пояса байкальских структур в западном обрамлении Чарского выступа архейского фундамента Сибирского кратона. Она включает серию субпараллельных швов, расчленяющих субстрат земной коры на протяженные пластины (рис. 2). Её простирается плавно изменяется от северо-северо-западного (340...345°) на юге северного фланга до запад-северо-западного (300°) на севере.

Граница раздела полнодифференцированной (от базальтов до риолитов) вулканогенной толщи верхов муйской серии офиолитового разреза — ке-

лянкой свиты (850...900 млн л [10]) и углеродистых терригенных полевошпат-кварцевых песчано-алевросланцев и известняков водораздельной свиты рифейской сюльбанской серии проходит по Главному Сюльбанскому разлому на всем его протяжении примерно в осевой части зоны разломов.

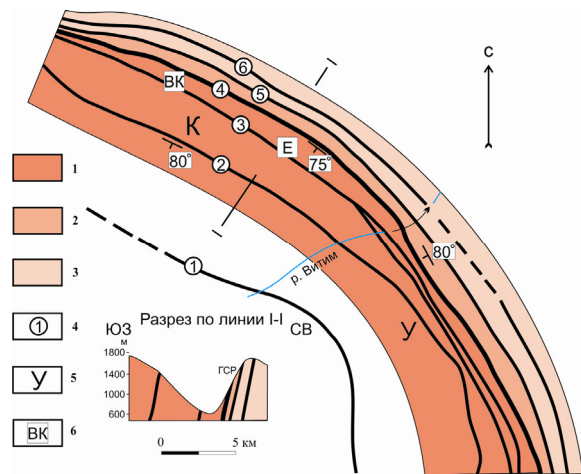


Рис. 2. Схема строения северного фланга Сюльбанской зоны глубинных разломов (по А.Н. Демину, 1985 г., с упрощениями и добавлениями): 1) келянская свита покровных вулканитов (R₃); 2) водораздельная свита терригенных углеродистых сланцев (R₃); 3) усть-уряхская свита мраморизованных известняков (R₃); 4) глубинные разломы: 1) Усть-Каралонский, 2) Каралонский, 3) Водораздельный, 4) Главный Сюльбанский, 5) Верхне-Уряхский, 6) Орловский; 5) рудные поля: К - Каралонское, У - Уряхское; 6) участки: ВК - Верхне-Каралонский, Е - Еленинский

На всем протяжении северного фланга зоны Главный Сюльбанский и другие разломы круто (60...80°) падают в западных направлениях и лишь на юге падение Главного Сюльбанского разлома меняется на крутое восточное.

К востоку от Главного Сюльбанского разлома Верхне-Уряхский разлом отделяет сланцы водораздельной свиты от известняков усть-уряхской свиты, а восточный борт краевого Верхнеталлаинского разлома (восточнее рисунка) сложен архейскими ультраметаморфитами выступа фундамента.

Внутреннее строение черносланцевой и вулканогенной толщ в пластинах между разломами существенно различается.

Сланцевой толще свойственна многопорядковая до плейчатовости складчатость (рис. 3), которая отчасти носит приразломный характер. На основании новых данных об абсолютном возрасте синскладчатых и синметаморфических гранитов (421±15 млн л, U-Pb метод по циркону) рифейские осадочные толщи Байкало-Патомской зоны, в том числе породы водораздельной свиты, подверглись основным складчатым деформациям намного позже времени их образования в силурийскую эпоху [9].

Вулканыты келянской свиты содержат лишь локальные признаки слабо выраженной приразлом-

ной складчатости, а в большей части разреза массивны или слабо согласно разломам рассланцованы; степень рассланцевания возрастает около разломов и оперяющих их структур.

Известные на обсуждаемой территории изверженные плутонические и гипабиссальные (дайки-вые) породы принадлежат к позднерифейским муйскому, падоринскому и позднепалеозойскому гранит-диорит-долеритовому комплексам.

Небольшие крутопадающие линзы серпентинизированных гипербазитов в приустьевой части ручья Каралон на левом берегу Витима залегают среди вулканитов келянской свиты при северо-западном простирании и предположительно образованы в позднерифейский островодужный этап становления байкальских структур.

В бассейне ручья Каралон на всем его протяжении и в левом борту ручья В. Урях вулканыты келянской свиты прорваны сравнительно крупными телами позднерифейского муйского габбро-тоналит-плагιοгранит-гранитного комплекса (733±40 млн л [11]). Тела имеют разнообразную, но преимущественно уплощенную форму, ориентированы в последнем случае в северо-западном направлении и сложены крупнокристаллическими габбро, габбро-диоритами (I фаза) и плагιοгранитами (II фаза). Возможно, тела представляют апикальные выходящие на дневную поверхность части крупного массива.

Гранитоиды падоринского комплекса, образованные в венде (598±4 млн л [12]), в сопровождении даек кислых пород слагают небольшие, площадью до 15...20 кв. км, караваяобразные пологозалегающие массивы и крутопадающие линзовидные тела, главным образом, к юго-западу от Главного Сюльбанского разлома, то есть среди вулканитов келянской свиты. В толще углеродистых сланцев они известны в верховьях ручья Н. Орлов. Удлиненные тела согласны северо-западной ориентировке разломных структур. Во многих местах гранитоиды прорывают породы муйского комплекса.

Крутопадающие дайки долеритов, вероятно, с частью пересекаемых ими даек кислых пород [13] принадлежат к наиболее молодому антидромному гранит-диорит-долеритовому комплексу и залегают среди всех стратифицированных и плутонических пород Сюльбанской золоторудной зоны. Они слагают одиночные тела и пояса северо-восточного и субширотного простирания. Среди долеритов выделяются дорудные и позднерудные генерации; первые гидротермально изменены вплоть до образования лиственитов, вторые пересекают кварцевые жилы, в том числе с продуктивной минерализацией, и несут признаки слабых гидротермальных изменений пропилитового профиля. Такого рода соотношения с рудами (возрастная «вилка») свидетельствуют о близком к последним позднепалеозойскому (275±7 млн л) [14, пробы с индексом О...] возрасте базитовых даек.



Рис. 3. Мелкие складчатые формы в терригенных углеродистых сланцах водораздельной свиты

3. Литологические и структурные условия залегания гидротермальной минерализации в Каралонском рудном поле

По данным В.В. Левицкого (1983 г., устное сообщение), в гидротермальном процессе образовалось несколько минеральных ассоциаций (комплексов) в рамках трех стадий: допродуктивной, продуктивной и пострудной. Допродуктивная стадия представлена турмалин-кварцевой (420 °С, Турмалиновый участок) и халькопирит-пирит-кварцевой (310...220 °С) ассоциациями. Последней сложено основное жильно-прожилковое выполнение рудных тел. Продуктивная минерализация представлена одной кварц-золото-пирит-полиметаллической ассоциацией (340...120 °С), в составе которой сфалерит и галенит предшествуют блеклой руде и халькопириту. Золото выделялось совместно с сульфидами при температурах 240...150 °С в Каралоне и 210...150 °С в Уряхе из углекислотно-водных вскипавших и кипевших растворов. В пострудную стадию образована кварц-карбонатная ассоциация.

Радиологический возраст минерализации по данным анализов К-Аг методом серицита апосланцевых околорудных березитов, пробы которых отобраны на Кварцевом участке (правобережье ручья Н. Орлов), составляет 275 ± 7 млн л [14, пробы с индексом О...]; он близок к радиологическому возрасту многочисленных месторождений Северного Забайкалья – Иркиндинского, Кедровского, Западного, Богодиканского, Верхне-Сакуканского и

др. [14]. Таким образом, золоторудная минерализация Сюльбанской зоны образована в позднепалеозойскую металлогеническую эпоху.

Гидротермальную, в том числе продуктивную минерализацию контролируют Главный Сюльбанский и соседний субпараллельный ему Каралонский разломы. Таким образом, все проявления золоторудной минерализации залегают в сфере деформационного воздействия на горные породы упомянутых структур, в их ближнем, до сотен метров от них, обрамлении.

Гидротермальная минерализация оформлена в тела, текстурно-морфологические черты которых определились составом и строением горных пород, кинематикой и динамикой разломов разных порядков.

Крутопадающие (40...80°) одиночные кварцевые жилы мощностью до 24 м и протяженностью до многих сотен метров выполняют опережающие Главный Сюльбанский разлом субпараллельные ему разломы второго порядка в местах локального изменения их ориентировки среди вулканитов и углеродистых сланцев. Очевидно, что возникавшие здесь при скольжении боков разломов полости аккумулировали ранние порции растворов, поднимавшиеся потоки которых разделялись на струи. Этого нельзя сказать о Главном Сюльбанском разломе, который на протяжении более 25 км выполнен без перерыва кварц-карбонатной жилой сложного состава мощностью от 5 до 70 м. В мезотер-

мальных золоторудных полях подобные гигантские жилы – большая редкость, то есть явление в своем роде уникальное. Кварц-карбонатная жила поэтому, а также потому, что она выполняет главный раствороподводящий канал, вполне заслуживает названия Магистральная. Все жилы в большей части своих объемов безрудны и лишь на локальных, обычно призальбандовых участках, содержат продуктивную сульфидную минерализацию, выполняющую пологие ($0...30^\circ$) эшелонированные трещины отрыва.

Крутопадающие жильно-прожилковые зоны в сопровождении березитов и/или обуглероженных сланцев водораздельной свиты и аповулканитовых березитов-лиственитов келянской свиты также приурочены к разломным структурам дробления и рассланцевания, сопровождающим Главный Сюльбанский и Каралонский разломы в их ближнем обрамлении. Породы неравномерно насыщены (до 50 % объема) прожилками серого зернистого кварца при эпизодическом участии кальцита, анкерита и агрегатов сравнительно крупных (до 10 мм) зерен пирита. Прожилки имеют мощность до многих сантиметров, редко до 0,5 м, резкие контакты с породами без признаков околожильных гидротермальных изменений, в частности, – окисления углерода керогена, вследствие которого порода осветляется. Прожилки и жилы кварца имеют «причудливые» очертания, ветвятся, меняют ориентировку, пересекаются, образуя прожилковую и сетчатую текстуру. Часто им свойственны гнездовые, линзовидные формы. Обычны участки брекчирования пород, – цементирования обломков пород кварцем. Степень насыщенности пород кварцевыми прожилками в более удаленных от разломов зонах снижается.

Пологие ($0...30^\circ$) разломно-трещинные структуры представлены жильно-прожилковыми зонами мощностью от 100 м и менее вплоть до систем эшелонированных трещин отрыва в локальных объемах. Все они образованы висячих боках обоих рудоконтролирующих разломов и в массивных, квазиизотропных по механическим свойствам породах, – в кварцевых жилах, карбонатах Магистральной жилы, телах гранитов, березитов, толще слабодисланцованных вулканитов. Внутреннее строение этих структур можно видеть на ряде примеров.

Крупные жильно-прожилковые зоны этого текстурно-морфологического типа образованы в висячем боку Главного Сюльбанского разлома среди гранитов падоринского комплекса на Верхнекаралонском участке (рис. 4).

В интервале высот 1400...1800 м поисково-оценочными работами здесь (Г.И. Грабко, 1979 г.) вскрыты эшелонированные по вертикали субгоризонтальные ($3...10^\circ$) жильно-прожилковые зоны мощностью до 7...10 м, нижней – до 15 м. На склонах выдающейся мысом на юго-восток вершины они выходят на дневную поверхность в виде горизонтальных незамкнутых эллипсов.

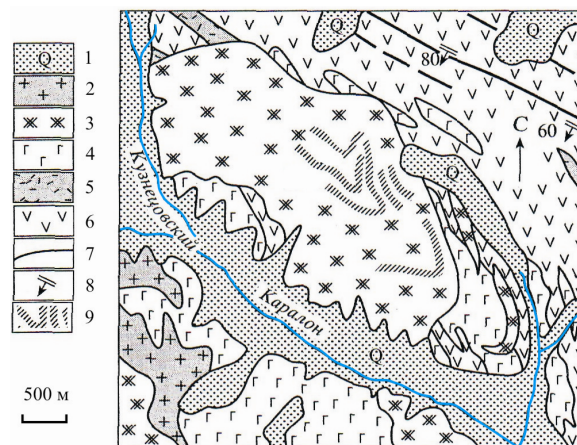


Рис. 4. Схема геологического строения Верхне-Каралонского участка (по [12]): 1) четвертичные отложения; 2) гранит-порфиры падоринского комплекса; 3) плагиограниты и граниты падоринского комплекса; 4) габброиды муйского комплекса; 5, 6) келянская толща: 5) метавулканиты кислого состава, 6) метавулканиты основного состава и зеленые туфосланцы; 7) разрывные нарушения; 8) элементы залегания пород; 9) системы субгоризонтальных кварцевых жил на склоне выдающейся мысом к юго-востоку вершины

Граниты в зонах преобразованы в березиты, среди которых залегают серии субпараллельных кварцевых жил мощностью до 1...2 м, обычно меньше. Наиболее мощная жила – верхняя в верхней зоне, мощности расположенных ниже жил постепенно уменьшаются. В межзильном пространстве породы передроблены, но не рассланцованы, содержат множество пересекающихся, ветвящихся кварцевых прожилков, в том числе с незначительной (до 1 %) примесью сульфидов и золота. Кварцевые жилы, сменяя одна другую по вертикали и литорали, образуют структуру лестничного типа.

Границы жильно-прожилковых зон и контакты кварцевых жил в них сложные по конфигурации: чрезвычайно неровные, бугристые, с частой сменой положительных и отрицательных форм. Отсутствуют признаки заметного скольжения противоположных боков жил, напротив, поверхности раздела жил и вмещающих пород шероховатые, покрыты мелкими впадинами и выступами. По перечисленным признакам предшественниками (Г.И. Грабко, В.В. Левицким) и авторами они квалифицированы как структуры отрыва.

Крутопадающие ($70...80^\circ$) и субгоризонтальные (до $5...10^\circ$) жильно-прожилковые зоны Еленинского участка залегают в основном в толще пропилитизированных вулканитов келянской свиты, отчасти в пропилитизированных габбро-долеритах муйского и березитизированных гранитоидах падоринского комплексов в левом борту среднего течения ручья Каралон в интервале высот от 1600 до 700 м (рис. 5). Здесь известно 5 так называемых горизонтов минерализации, в которых субгоризонтальные зоны дробления мощностью до первых десятков метров сочетаются с более мощными (до 100 м) и протяженными до нескольких км круто-

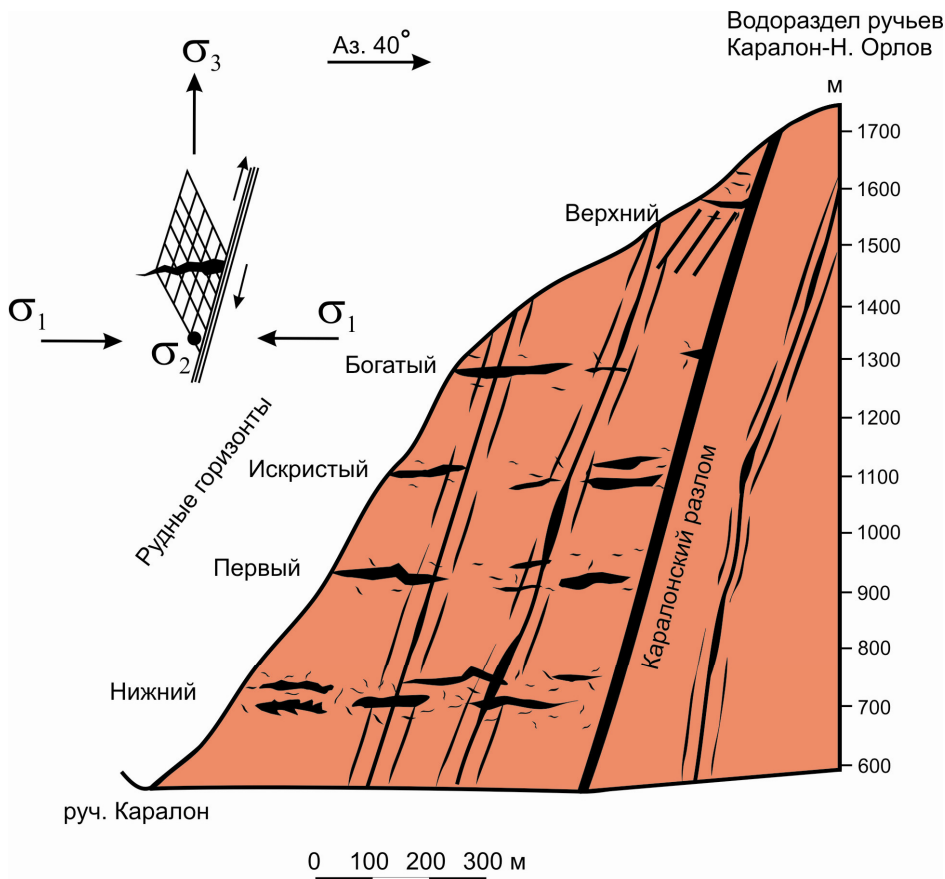


Рис. 5. Примерная обобщенная схема соотношений Каралонского разлома, эшелонированных субгоризонтальных и крутопадающих жильно-прожилковых (рудных) зон на Еленинском участке Каралонского рудного поля. Составлена с использованием субпараллельных вертикальных разрезов участка, совмещенных в вертикальной плоскости по линии I-I (рис. 2). Объемная структура силового поля на предрудном этапе. Оси: σ_1 – тангенциального сжатия; σ_2 – относительного растяжения; σ_3 – максимальных растягивающих усилий

падающими зонами интенсивного расланцевания, сопровождающими Главный Сюльбанский и Каралонский разломы. Здесь имеются те же, что и на Верхнекаралонском участке, признаки того, что вмещающие многочисленные кварцевые жилы и сопровождающие чаще в лежащих боках штокеркоподобные ореолы (сетки) кварцевых прожилков с сульфидами пологие структуры принадлежат к структурам отрыва, оперяющим крутопадающие зоны расланцевания сколовой природы. С верхней пологой жильно-прожилковой зоной мощностью до 100 м, локализованной в вулканитах, снизу сопряжены крутопадающие (40°) выполняющие трещины скола кварцевые жилы мощностью в среднем 0,5 м подобно тому, как это имеет место в Бериккульском и некоторых других кварцевожильных рудных полях [4].

Рудовмещающие крутопадающие и пологие (субгоризонтальные) тектонические зоны по мере удаления от Главного Сюльбанского и Каралонского разломов в их висячих, а крутопадающие и лежащих боках на расстояниях до нескольких сотен метров уменьшаются в размерах и исчезают. Наиболее крупные структуры располагаются в непосред-

ственном обрамлении обоих разломов, здесь сосредоточена основная масса мощных протяженных крутопадающих и пологих кварцевых жил и минерализованных зон с прожилково-вкрапленной минерализацией. По этим основаниям рудовмещающие структуры рассматриваются как оперяющие Главный Сюльбанский и Каралонский разломы, выполнявшие и раствороподводящую функцию.

В процессе предшествующих отложению рудно-минеральных комплексов метасоматических преобразований пород в обоих боках разломов производные наиболее глубоких изменений березиты формировались преимущественно в зонах наиболее высокой проницаемости, т. е. в разломах. Это, в сочетании с признаками отложения кварца в открытых полостях, доказывает преимущественную циркуляцию растворов именно в них и перераспределение в тыловых зонах рудовмещающего метасоматического ореола вещества с обычным при березитизации поступлением углекислоты, серы, калия, выносом натрия и частично кремнезема. Удаленный из пород кремнезем с участием ранних карбонатов отложен в составе жил и прожилков в крутопадающих зонах расланцевания и по-

логих зонах дробления. Продуктивные золотоносные ассоциации выполняют более поздние, как правило, мелкие чрезвычайно изменчивые по ориентировке и конфигурации, но преимущественно пологие трещины и системы эшелонированных трещин, образованные в результате новых импульсов тектонических деформаций в массивных квар-

цевых жилах, включая кварц-карбонатную Магистральную, залежах березитов, в том числе массивных, и в минерализованных зонах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки. ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы». Гос. контракт № П238 от 23.04.2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великий А.С. Структуры рудных полей (в складчатых областях). – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1961. – 276 с.
2. Riedel W. Das Aufquellen geologischer Schnellmassen als plastischer Formänderungsvorgang // Neues Jahrbuch für Miner., Geol. und Paleont. – 1929. – Bd. 62. – Abt. B. – S. 151–170.
3. Riedel W. Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen // Zentralbl. für Mineralogie. Abt. Geol. und Paleont. – Berlin, 1929. – S. 354–368.
4. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхоzin А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 1. Берикольское месторождение (Кузнецкий Ала-тау) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 1. – С. 12–26.
5. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхоzin А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождение Чертова Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 1. – С. 23–38.
6. Кучеренко И.В., Рубанов В.А. Тектоника золоторудных месторождений, локализованных в активизированных структурах допалеозойской складчатости (на примере одного из регионов Северного Забайкалья) // Вопросы структурной геологии / под ред. А.И. Родыгина. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1987. – С. 16–27.
7. Кучеренко И.В., Миков А.Д., Геря Т.В., Руденко М.И. Тектонические факторы рудообразования и элементы минеральной зональности в одном из кварцево-жильных месторождений золота Восточной Сибири (Ирокиндинском) // Вопросы структурной геологии / под ред. А.И. Родыгина. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1987. – С. 28–41.
8. Станевич А.М., Немеров В.К., Чатта Е.Н. Микрофоссилии протерозоя Саяно-Байкальской складчатой области. Обстановка обитания, природа и классификация. – Новосибирск: Гео, 2006. – 200 с.
9. Зорин Ю.А., Мазукабзов А.М., Гладкочуб Д.П. и др. Силурийский возраст главных складчатых деформаций рифейских отложений Байкало-Патомской зоны // Доклады РАН. – 2008. – Т. 423. – № 2. – С. 228–233.
10. Божко Н.А., Талицкий В.Г., Кирмасов А.Б. и др. Структурно-метаморфические критерии расчленения позднедокембрийских толщ (на примере Келяно-Ирокиндинской зоны Байкало-Муйского пояса) // Вестник Московского ун-та. – 1999. – Сер. 4. Геология. – № 4. – С. 14–25.
11. Цыганков А.А., Врублевская Т.Т., Конников Э.Г. и др. Геохимия и петрогенезис гранитоидов муйского интрузивного комплекса (Восточная Сибирь) // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – № 3. – С. 361–374.
12. Рыцк Е.Ю., Макеев А.Ф., Глебовицкий В.А. и др. Ранневендский возраст многофазных габбро-гранитных комплексов Каралон-Мамаканской зоны Байкало-Муйского пояса // Доклады РАН. – 2007. – Т. 415. – № 4. – С. 535–538.
13. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенетические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 49–57.
14. Кучеренко И.В. Позднепалеозойская эпоха золотого оруденения в докембрийском обрамлении Сибирской платформы // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1989. – № 6. – С. 90–102.

Поступила 17.09.2010 г.