**ПРОДУКТЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО МЕТАМОРФИЗМА
ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
СЕВЕРО-МИНУСИНСКОЙ ВПАДИНЫ И НЕКОТОРЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

В. Г. КРЮКОВ, В. К. ЧЕРЕПНИН

(Представлена профессором А. М. Кузьминым)

Последние годы характеризуются проявлением повышенного интереса к изучению продуктов гидротермального метаморфизма вообще и околорудных изменений, в частности. Это обусловливается тем, что процесс рудообразования, как правило, сопровождается широким развитием метасоматических ореолов. Выяснение пространственного положения новообразований и приуроченности рудной минерализации к определенному типу измененных пород способствует поискам скрытого оруденения.

В настоящей статье приводится характеристика гидротермально измененных пород, развитых в пределах восточной части Северо-Минусинской впадины, и делается попытка наметить некоторые закономерности в их пространственном распределении.

Указанная площадь находится в области сочленения Восточно-саянского протерозойского мегаантиклинория и Северо-минусинской девонской мегасинклинали. Это положение обусловило развитие унаследованной северо-западной разрывной тектоники и связанной с нею вулканической и гидротермальной деятельности.

В геологическом строении территории принимают участие девонские эффузивные и вулканоогенно-осадочные образования. В составе их выделяются следующие породы (снизу вверх): зеленовато-серые диабазовые порфиры, темно-вишнево-серые миндалефиры, темно-серые базальтовые, плагиобазальтовые и андезитовые порфиры, светло-розоватые дацитовые порфиры, буровато-красноватые фельзофиры и лилово-серые криптокварцевые порфиры, розовато-серые трахиандезитовые порфиры, красновато-буроватые ортофиры и трахитоидные фонолиты, красноватые фельзит-порфиры и темно-серые до черного оливинсодержащие базальтовые порфиры, щелочные риолитовые порфиры и вишневые кварцсодержащие порфиры, буровато-вишневые трахитовые порфиры, а также пирокластические разности перечисленных эффузивов и зеленоцветные туффиты, туфопесчаники, мергели. Основным эффузивам свойственны покровы либо потоки, кислым и субщелочным — куполообразная форма тел, а для туфов и туффитов устанавливаются пласты и линзы.

Довольно значительную, около 15—20%, часть площади занимают субвулканические и мелкие интрузивные тела, представленные двумя группами (от древних к молодым): 1) диабазовые и лабрадоровые порфиры, гранофировые и щелочные риолитовые порфиры, агломерато-

вые туфы, эруптивные брекчии, кварцевые порфиры, ортофиры, бостониты и кристаллпорфиры; 2) сиенит-порфиры, порфиroidные сиениты, граносиениты, гранодиориты, диоритовые и долеритовые порфириты. При этом отмечается принадлежность первых к субвулканическим фациям, а вторых — к интрузивным.

Эффузивные и вулканогенно-осадочные породы образуют мульдобразную, ориентированную в северо-западном направлении пликативную структуру, осложненную дополнительным брахиформным строением, что подчеркивается наличием нескольких более мелких мульд с очень пологим залеганием эффузивов на их крыльях. Центральная осевая часть мульдобразной структуры, помимо этого, осложнена флексурособразным изгибом, который обусловлен наличием практически вертикальнопадающего разлома северо-западного простирания. Это нарушение представляет собой мощную, 500—1000 м, зону интенсивного развальцевания, смятия и в меньшей мере — дробления пород. Кроме того, на площади фиксируется субширотная структура, морфологически сходная с вышеуказанной, а также ряд мелких тектонических швов. Эти ослабленные зоны контролируют пространственное размещение вулканических аппаратов, дайковых и субвулканических интрузивных тел, а также продуктов гидротермальной деятельности.

Все измененные породы описываемой площади вызваны проявлением следующих процессов: 1) сульфатарно-фумарольного и 2) гидротермального. Изучая продукты метасоматоза, необходимо учитывать диагенетическое изменение исходной породы, возникающее, как следует из классических представлений [7, 8], в результате неустойчивого состояния излившейся магмы, потому, что в ряде случаев диагенез приводит к возникновению новообразований весьма сходных с продуктами гидротермального метаморфизма. В данном случае диагенетическая фаза состояния породы определяется раскристаллизацией мезостазиса эффузивов, помутнением зерен полевых шпатов, разложением в новых условиях существования таких минералов, как оливин, пироксен, амфибол, биотит с образованием эпидота, альбита, кальцита, хлорита, серпентина, магнетита. Одним из критериев для выделения диагенетических изменений является отсутствие подводящих трещин, монолитный облик породы, а также развитие новообразований практически только в контурах минерала-хозяина.

Наиболее типичными продуктами сольфатарно-фумарольной деятельности на площади являются в различной степени окремненные породы и вторичные кварциты.

Окремненные породы, возникновение которых, как известно [5, 6, 7], обусловлено эксгаляционными процессами, повсеместно приурочиваются к вулканическим аппаратам. Устанавливается также связь с северо-западным разломом, выражающаяся в том, что участки, прилегающие к нему, выделяются большим количеством новообразованного или перекристаллизованного кварца. Эти образования довольно широко (1—4 км) протягиваются в северо-западном направлении на 30—40 км. Окремнению подвержены главным образом пирокластические породы и приконтактные части покровных эффузивов.

Макроскопически окремненные породы сохраняют буровато-вишневый, светло-буроватый или серый цвет; обломочные, плотные, либо флюидальные текстуры. Под микроскопом устанавливаются структуры перекристаллизации, затушевывающие пиперновое строение исходного эффузива. Количество кварца колеблется в широких пределах от 1—5% до 20—40%. Часто на фоне тонкорассеянного кварцевого агрегата наблюдаются микропрожилки с друзовым обликом кристаллов.

В поле развития окремненных пород отмечаются участки, пред-

стабленные вторичными кварцитами. Последние, как правило, приурочены к северо-западному и субширотному разломам, отмечаясь в их пределах на месте жерловых образований древних вулканических аппаратов. Линейно-вытянутые в северо-западном направлении, а также изометричные, овальные в плане тела вторичных кварцитов подчеркивают трещинный или центральный характер вулканических построек. Размеры тел составляют около $300-500 \times 2000-3000$ м — для вытянутых форм и $200-500 \times 500-800$ м для изометричных. Переход от окремненных пород к кварцитам постепенный.

Для вторичных кварцитов типична светлая и светло-серая с розоватым, зеленоватым и желтоватым оттенками окраска, очень плотная, часто с плитчатой отдельностью, текстура. Нередко устанавливаются реликты малоизмененных пород. Развиваются кварциты практически по всем эффузивам, причем наиболее часто замещению подвергаются субвулканические щелочные риолитовые порфиры, кварцевые порфиры, ортофиры и их эффузивные производные. Довольно часто изменениями этого типа захватываются оливинсодержащие базальтовые порфириты, диабазовые порфириты дайковой фации и вулканолиты субщелочных пород.

Для вторичных кварцитов характерны мостовые либо торцевые структуры, выражающиеся в развитии мелких ($0,01-0,08$ мм) зерен кварца, диккита и серицита. Новообразования, составляющие $50-80\%$ объема породы, представлены кварцем около $40-70\%$, серицитом от $5-15\%$ до $30-50\%$, диккитом от $1-5\%$ до $20-30\%$, пиритом $1-10\%$, единичными зернами или редкими скоплениями иголок рутила.

Продукты гидротермального метаморфизма весьма разнообразны. В соответствии с существующими в литературе воззрениями [2, 3, 4, 6], весь комплекс измененных пород может быть подразделен на ряд формаций, среди которых устанавливаются в порядке их формирования: 1) щелочные метасоматиты; 2) пропилиты; 3) кварц-серицитовые породы.

Щелочные метасоматиты проявляются главным образом на участках, представляющих собой останцы древних вулканических аппаратов, накладываясь на окремненные породы и вторичные кварциты. Пространственное размещение метасоматитов при этом контролируется субширотными нарушениями. В плане они образуют либо узкие линейно-вытянутые тела, либо овальные или неправильной формы участки. Размеры их соответственно составляют: $50-250 \times 700-3000$ и от 100×150 до 1000×1200 м.

Развиваются эти образования по основным эффузивам, литокристаллокластическим туфам и туфобрекчиям, в меньшей мере по кварцевым порфирам, щелочным риолитовым порфирам и сиенит-порфирам. Для малоизмененных разностей отмечаются окраски и текстуры, свойственные исходным породам, по мере увеличения роли новообразований окраска породы приобретает голубоватый оттенок, исчезают флюидальные и обломочные текстуры, появляется характерный шелковистый блеск на плоскостях скола. Помимо этого, возрастает размер зерен до $2-4$ мм, в отличие от мелких, $0,1-0,5$ мм, кристаллов основной массы первичных эффузивов.

Под микроскопом наблюдается бластовое строение, метакристаллы, а также структуры, близкие к гипидиоморфнозернистым. Очень часто, особенно в малоизмененных разностях, отмечается зональное нарастание щелочных темноцветов на гранях фенокристов или обломков. Интересна приуроченность скоплений новообразованных минералов к трещинкам, футлярообразная или скелетная форма некоторых наиболее крупных зерен. Количество новообразований колеблется от $1-5\%$ до

20—40%, нередко достигая 70—90% объема породы. Минералогический состав щелочных метасоматитов следующий: арфведсонит, эгирин-авгит, синтагматит, меньшим развитием пользуются паргасит, диопсид, биотит и циркон.

Пропилиты пользуются более широким развитием по сравнению с предыдущими метасоматитами, образуя довольно широкие и протяженные поля размером 0,7—1,2 км × 20—30 км. На площади их развития отмечаются удлиненные или округлые «островки» щелочных метасоматитов и вторичных кварцитов. Пространственное положение пропилитов контролируется северо-западным и субширотным разломами. Изменением этого типа захвачены как излившиеся разности: щелочные риолитовые порфиры, оливинсодержащие базальтовые порфириты, кварцсодержащие порфиры, трахитовые порфиры и их пирокластические производные, так и интрузивные породы, чаще всего гранитоиды.

Макроскопически новообразованиям свойственен облик исходной породы, заключающийся в развитии плотной, флюидалной или обломочной текстуры, а также в темно-серой, буроватой либо красноватой окраске. Тем не менее в пористых разностях эффузивов и в участках, прилегающих к тектоническому шву, фиксируется слабое «осветление» или «позеленение» пород. Новообразованные минералы пропилитов проявляются в форме пятен или прожилков. Нередко довольно прихотливое ветвление последних образует текстуры, близкие к брекчиевидным.

Под микроскопом устанавливается довольно значительное количество новообразованных минералов. При этом отмечается увеличение их доли от 5—7% до 15—30% в пористых породах или вблизи тектонических трещин. В составе пропилитов устанавливаются: эпидот, актинолит, хлорит, кальцит, пирит; эпидот-актинолитовая фация пользуется ограниченным распространением и устанавливается лишь по периферии мультисферической структуры.

К участкам сильно пропилитизированных пород, где максимальным развитием пользуется хлорит и альбит, приурочена медно-цинковая либо свинцово-цинковая минерализация. При этом наблюдается вкрапленность халькопирита, галенита, сфалерита, пирита и арсенопирита. Рудные минералы образуют устойчивые ассоциации в основном с хлоритом, кальцитом и альбитом.

Кварц-серицитовые породы фиксируются только в полях развития вторичных кварцитов и пропилитов в виде узких (50—250 м) протяженных (1000—5000 м) участков субширотной или северо-западной ориентировки. Развиваются они главным образом по щелочным риолитовым порфирам и их пирокластам, а также по фельзофирмам, кварцсодержащим порфирам и по пепловым туфам.

Для кварц-серицитовых образований очень характерны брекчиевые, пластинчато-ячеистые либо прожилковые текстуры. Обломки представлены кварцитами либо пропилитами. Нередки случаи, когда в обломках встречаются кварциты с наложенной пропилитизацией. Кроме таких характерных текстурных особенностей, кварц-серицитовые породы выделяются светло-серой до белой с буроватым или розоватым оттенками окраской. Окраска и особенности строения исходных пород затушеваются практически полностью.

Новообразования обычно составляют от 20—30% до 60—90% объема породы. Лепидо- и гранобластовое строение агрегата метасоматических минералов осложняется проявлением полосчатых и «струйчагих» микротекстур. Очень разнообразен минералогический состав: главными являются кварц и серицит; кроме того, отмечаются альбит, адуляр, пирит и несколько более поздние гематит, доломит и флюорит. Реликто-

вые минералы представлены хлоритом и диккитом. Необходимо отметить, что флюорит, образующий гнезда, прожилки и жилы мощностью в первые метры тесно ассоциируют с кварцем, альбитом и ортоклазом.

Помимо охарактеризованных продуктов гидротермального метаморфизма довольно часто в контактовых зонах гранитоидных тел наблюдаются образования, сформированные за счет воздействия внедряющихся интрузий. Выражаются эти новые образования слабой перекристаллизацией вмещающих пород, что очень типично [1] для даек, а также развитием турмалина, биотита, калишпата и циркона. Количество последних не превышает 1—3% в отличие от щелочных метасоматитов.

Таким образом, для юго-восточной части Солгонского кряжа устанавливается значительное метасоматическое изменение пород с формированием различных типов новообразований, среди которых выделяются кремнистые породы, вторичные кварциты, щелочные метасоматиты, пропилиты и кварц-серицитовые образования.

При этом отмечается, что кремнистые породы и вторичные кварциты возникали в доинтрузивный этап, а все остальные — в постинтрузивный.

Пространственное положение различных типов измененных пород контролируется единым северо-западным или субширотным разломом. Распределение продуктов сольфатарно-фумарольной деятельности обусловливается положением древних вулканических аппаратов. Размещение же продуктов гидротермального метаморфизма связывается с проявлением субширотной и северо-западной разрывной тектоники.

Приуроченность щелочных метасоматитов, пропилитов и кварц-серицитовых пород к одним и тем же структурам подтверждает практически непрерывную эволюцию метаморфического процесса.

С определенными формациями гидротермально измененных пород связывается и определенный тип минерализации: с пропилитами — медно-цинковая и свинцово-цинковая; с кварц-серицитовыми образованиями — флюоритовая и молибден-сульфидная.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Баженов. Особенности контактовых явлений, связанных с дайковыми породами основного щелочного, среднего и кислого составов (на примере Элекмонарского массива в Горном Алтае). Изв. ТПИ, т. 127, вып. 1, 1964.
2. В. А. Жариков. Некоторые закономерности метасоматических процессов. В сб. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». Изд-во «Недра», 1966.
3. Д. С. Коржинский. Очерк метасоматических процессов. В сб. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». 2 изд. АН СССР, 1955.
4. Н. И. Наковник. Пропилитизированные породы, их минеральные фации, генезис и практическое значение. Записки всесоюзн. минер. об-ва, сер. 2, ч. 83, вып. 2, 1954.
5. Н. И. Наковник. Вторичные кварциты СССР. Изд-во «Недра», 1964.
6. С. И. Набоко. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. Изд-во АН СССР, 1963.
7. А. Ритман. Вулканы и их активность. Изд-во «Мир», 1964.
8. М. А. Усов. Фазы эффузивов. Сб. «Основные идеи М. А. Усова в геологии». Изд-во АН Каз. ССР, 1960.