

1. Геологические формации и история развития горной части Полярного Урала/О. Н. Грязнов, В. А. Душин, А. Б. Макаров и др // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. Т. 61. Вып. 4, 1986. С. 39-60.
2. Грабежев А.И. Месторождения редкометальных гранитов и апогранитных альбититов Среднего Урала//Известия вузов. Горный журнал. Уральское горное обозрение. 1995. № 10-12. С. 69-77.
3. Грабежев А.И. Метасоматизм, рудообразование и гранитный магматизм. М.: Наука, 1981. 291 с.
4. Грабежев А.И., Чашухина В.А., Вигорова В.Г. Геохимические критерии редкометальной рудоносности гранитов (на примере Урала). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 128 с.
5. Грязнов О.Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. М.: Недра, 1992. 256 с.
6. Душин В.А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. М.: Недра, 1997. 213 с.

УДК 552.313 (234.851)

О.М. Попова

### РИОЛИТЫ БАЙДАРАЦКО-НУНДЕРМИНСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) И ИХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Байдарацко-Нундерминская шовная зона, выявленная в 2001 году в результате ГДП-200 СНИГЭ УГТГА, представляет собой ряд субпараллельных тектонических структур надвигового характера, который совпадает с границей дорифейских (немурюганская свита) и палеозойских (орангская свита) отложений [1]. На площади ее развития отмечаются субвулканические тела и стратифицированные отложения метаморфизованных риолитов и риодацитов протерозойского возраста, которые в различной степени подверглись метасоматическим преобразованиям, что, в свою очередь, зависит от близости пород к шовной зоне. Наиболее высокотемпературные изменения проявляются в риолитах, локализованных в пределах тектонической структуры.

Метаморфизованные риолиты и риодациты светло-серого, почти белого цвета, массивные. Структура порфировая, лепидогранобластовая, порфиробластовая, реже гранобластовая. Минеральный состав (табл. 1): кварц – 60-85 %, альбит – 5-10 %, мусковит + серицит – 5-15 %, калиевый полевой шпат – 3-20 %, карбонат – 1-5 %, биотит до 1 %, эпидот до 1 %, рудный минерал – 1-2 %, редкие зерна лимонита, апатита.

Порфировые вкрапленники представлены изометричными или слегка вытянутыми зернами калиевого полевого шпата, альбитом (№ 5-7), кварцем. Наблюдаются гломеропорфиновые сростки калиевого полевого шпата. Размеры 0,4-0,8 мм (порфиробласты) до 1,5 мм (гломеропорфиробласты). Калиевый полевой шпат – микроклин (с “микроклиновой” решеткой), пелитизированный ортоклаз – неправильной изометричной формы, размеры 0,4-1,5 мм в поперечнике. Отмечаются пертиты, имеются простые двойники. Альбит идиоморфный призматический с редкими двойниками и изометричной, неправильной формы, с неровными краями. Вокруг порфиробласт часто наблюдается кайма из слюды или тонкозернистого кварца. Кварц образует порфировые вкрапленники (0,4-1,5 мм), а мелкозернистый (до 0,1 мм) выполняет пространство между порфировыми включениями полевых шпатов. Преобладает изометричная, реже отмечается удлиненная форма зерен кварца с неровными, зазубренными краями. Вкрапленники имеют волнистое, мозаичное погасание, отмечаются трещиноватые разности.

## Минеральный состав кислых эффузивов и мусковит-кварцевых метасоматитов

№ проб	02-410-1	02-411-2	02-412	02-413	02-415	02-2	02-10-3	02-31-1	02-34
<b>Магматические минералы</b>									
Амфибол	++	+	+	++	+	+		+	+
Клинопироксен	+	+		+		+	+	+	
Гр. биотита	+				+	++	+	+	+
Оливин	+								
Монацит	+								
Магнетит	++	++		+		++	++	+	+
Магнитные шарики	+	+		+				+	+
Стекланный шарик								+	
Гранат	++	+			+	+	+	+	+
Циркон	++	++	+	++	+++	++	+	++	+
Корунд		+		+		+		+	+
Апатит	++	+++		+++	++	++	++	+	+++
Ильменит	++		+		+	++	+	+	+
Хромшпинелиды	+		+	+	+	+	+	+	+
Муассанит			+			+	+		+
Рутил	+			+		+	+	+	+
<b>Метаморфические минералы</b>									
Гр. эпидота	++	+	+		+	+	+	+	+
Титанит	+	+				+		+	
Лейкоксен	+++	++	+		+++		+++	+++	+++
Хлорит		+		+		+			+
Ставролит	+						+		
Хлоритоид	+								
Амфибол щелочной	+								+
Андалузит	+								
Анатаз				++	+	+			
Везувиан	+								
Брукит					+				
Гидрооксиды Fe				+	+++	+		+	+
Гематит	+	+++		++++	+	++	+		
<b>Гидротермальные минералы</b>									
<b>Высокотемпературные (грейзеновые)</b>									
Малакон	+	+							
Турмалин	+	+				+			
Флюорит	+	+	+	+		+	+		
<b>Среднетемпературные, низкотемпературные (березитовые)</b>									
Медь	+								
Цинк									+
Олово		+							
Золото	21	12	1	5		12	6		
Галенит				++					
Вторичные минералы Pb	+								
Сфалерит			+	+					
Псевдоморфозы висмита по пириту					+				
Пирит	+	+	+	++	+	++	+	+++	+
Англингит									+
Карбонат меди	+	+				+			
Калькопирит		+					+		
Миллерит		+							
Сингварь	+	+							
Берит		+		+					
Фрегат	+	+			+	+	+	++	+
Карбонат		+		++	+	+++		+	+
Селенит				+	++			+++	

Примечания. 02-410-1; 02-411-2; 02-412; 02-413; 02-415; 02-2; 02-10-3; 02-31-1; 02-34 – номера проб. 02-2, 02-10-3, 02-31-1 – метариолит, 02-31-1 – метариодацит; 02-410-1, 02-411-2, 02-412 – мусковит-кварцевый метасоматит по метариолитам, 02-415 – карбонат-кварцевый метасоматит по метариолитам; 02-413 – кварцевая жила.

+ единичные, редкие знаки, ++ – первые проценты, +++ – десятки процентов; для золота – количество зерен.

Основная масса преимущественно кварцевого состава, реже слюдисто-кварцевая, зерна изометричные, до 0,2 мм. Кварц двух генераций: очень мелкий (до 0,1 мм). И более крупный (0,1-0,3 мм) и тот, и другой образуют скопления неправильной формы и имеют волнистое погасание. Слюда представлена как тонкочешуйчатым серицитом, так и листочками мусковита, как ориентированными, так и неориентированными. Мусковит в виде удлиненных пластинок (до 0,2 мм), ориентированный, ассоциирует с биотитом. Биотит в виде узких и широких пластинок, буроватого, но преимущественно зеленого цвета, хлоритизированный (цвета интерференции ниже биотитовых, но выше хлоритовых), плеохроизм резкий от зеленоватого до ярко-зеленого.

Ксеноморфный карбонат приурочен в основном к основной тонкозернистой массе, реже имеет ромбическую форму, размеры варьируют от 0,1 до 0,9 мм. Апатит низкотемпературный, неправильной, изометричной овальной или округлой формы, до 0,2 мм. Вкрапленники рудных минералов представлены преимущественно гематитом, обычно очень малых размеров, имеют неправильную, изометричную форму, близкую к круглой, а также квадратное и шестиугольное сечения. Есть и призматические формы, размером от 0,03 до 0,2 мм. Они неравномерно распределены по породе. Эпидот очень мелкий (менее 0,05 мм) образует неравномерно распределенные скопления, отдельные зерна изометричные, с округлыми краями.

Физические свойства: магнитная восприимчивость  $11,971 \times 10^{-5}$  ед СИ (риолиты),  $32,371 \times 10^{-5}$  ед СИ (риодациты); плотность  $2,643 \text{ г/см}^3$  (риолиты),  $2,669 \text{ г/см}^3$  (риодациты). Геохимическая специализация характеризуется аномально высоким ( $K_k > 2$ ) содержанием: Cu, Cr; часто - Be, Ni, Bi; в риодацитах, кроме того, высокие концентрации ( $K_k > 2$ ): Ti, Zr.

В зоне глубинного разлома на Пензенгояхинском участке выявлены метасоматические образования, несущие золоторудную минерализацию, с проявлением трех этапов гидротермальных преобразований.

**Метасоматиты по метариолитам** светлые почти белые или зеленовато-белые породы, как массивные, так и рассланцованные. Структура порфировая, лепидогранобластовая, порфиробластовая. Минеральный состав (см. табл. 1): кварц 65-85 %, мусковит 5-30 %, альбит, олигоклаз 1-10 %, калиевый полевой шпат 1-15 %, альбит - 10 %, хлорит до 3 %, карбонат 0-10 %, рудный минерал до 3 %, с лимонитом до 5 %, эпидот до 1 %, редкие зерна титанита, лейкоксена, апатита, циркона.

Наблюдается кварц двух генераций: 1 - мелкозернистый метаморфический (0,1-0,3 мм), 2 - очень тонкозернистый метасоматический, преимущественно в интерстициях между мелкозернистым (до 0,1 мм). Кварц с волнистым погасанием с зазубренными краями, часто с удлиненными ориентированными зернами. В отдельных разностях кварц образует жилы с удлиненными зернами, ориентированными перпендикулярно к зальбандам жилы. Кроме того, отмечается халцедоновидный кварц. Калиевый полевой шпат - микроклин (с «микроклиновой» решеткой), ортоклаз с ясно выраженными пертитами. Порфиробласты представлены калиевым полевым шпатом, альбитом (№ 5-10), олигоклазом (до № 20) преимущественно изометричной формы, реже кварцем (1 мм) с мозаичным погасанием.

Мусковит образует субпараллельные слойки, иногда ориентирован перпендикулярно слойкам. Он сероватого цвета, за счет тонкораспыленного рудного вещества. Кроме того, отмечается зеленый фуксит. Преобладает мусковит, ориентированный согласно слойкам, листочки смяты. Слюда приурочена преимущественно к тонкозернистому (менее 0,05 мм) кварцевому материалу. Ильменит замещается лейкоксеном.

Физические свойства метасоматитов существенно отличаются от сланцев немурюганской свиты, преобладающих в этом районе: магнитная восприимчивость очень низкая ( $3,544 \times 10^{-5}$  ед СИ); плотность  $2,618 \text{ г/см}^3$ . Геохимическая специализация характеризуется повышенными концентрациями (кларк концентрации  $> 2$ ) Be, Sc, в некоторых образцах - Cr, Ni, Yb, Bi.

По ряду признаков первичная порода определена как риолит. В пользу этого свидетельствуют порфировые вкрапленники, представленные калиевым полевым шпатом и плагиоклазом, наличие в них пертитов и антипертитов, наличие метамиктного циркона. Окремнение является характерным изменением вулканогенных пород, так же, как и тонкораспыленная гематитизация [2, 3]. Наблюдается повышенная радиоактивность (до 25 мкр/ч). Однако есть признаки присутствия в породах материала осадочного происхождения, видимо, в виде ксенолитов. Отмечаются окатанные минералы: ильменит, рутил, кварц. Кроме того, в отдельных разностях наблюдаются несколько цветовых морфологических типов циркона.

Метасоматиты по метариолитам являются полиформационными образованиями. Отмечаются признаки грейзенизации, выражающиеся в развитии кварца, мусковита, флюорита, турмалина (эльбаита). Специфическая геохимическая специализация с повышенным содержанием Be, V (кларки концентрации >2). Акцессорные минералы, характерные для грейзенов, представлены в табл. 1.

Кроме признаков слабой грейзенизации наблюдаются характерные черты березит-лиственитовой формации. Минеральный состав, соответствующий этой формации: кварц, карбонат, фуксит, пирит (см. табл. 1). Модификация слюды типоморфная для березитов – 2M<sub>1</sub> [4] (рентгеноструктурный анализ). Кроме того, процесс березитизации проявляется и в широком развитии кварцевых, реже карбонат-кварцевых жил. При эволюции гидротермального процесса в ходе березитизации позже кварц-карбонатного парагенезиса и фуксита отлагается рудная минерализация (табл. 2). На завершающей стадии гидротермального процесса развивалось низкотемпературное окремнение, продукты которого можно, видимо, отнести к аргиллизитовой формации. На основании минералогического анализа протолок из риолитов и метасоматитов по ним (инж. Акулова С.В.) и литературным данным [5] была составлена предполагаемая схема последовательности образования постмагматических минералов в кислых эффузивах (см. табл. 2).

Таким образом, в результате изучения метасоматитов по кислым эффузивам шовной зоны можно сделать выводы о полиформационной их природе и выделить три этапа гидротермального процесса на этой площади: 1 - слабая грейзенизация (экзоконтакты гранитной интрузии?), 2 - березитизация с последующим рудообразованием, 3 - видимо, аргиллизация. Первичной породой, по которой развиваются метасоматиты, в данном случае, являются риолиты, метаморфизованные в зеленосланцевой фации.

Таблица 2

Схема последовательности образования гипогенных минералов в рудах Байдарацко-Нундерминской зоны

Метасоматическая формация	Стадия	Минералы
Грейзеновая?	Мусковит-кварцевая	Кварц (I) – Мусковит – Малакон – Турмалин - Флюорит ?(I) - Касситерит
	Кварцевая	Кварц (II)
Березитовая	Фуксит-кварц-карбонатная	Кварц (III) – Карбонат - Фуксит - Пирит (I)
	Благороднометалльно-полисульфидная	Сфалерит – Галенит - Пирит (II) - Пирротин – Тетраэдрит - Бурнонит – Халькозин - Борнит – Халькопирит - Бисмутит – Молибденит - Самородный цинк - Самородная медь - Самородная латунь - Самородное олово - Самородное золото (I) - Самородное серебро
Аргиллизитовая?	Каолинит-халцедон-карбонатная	Антимонит – Аурипигмент - Реальгар – Киноварь - Амальгамы золота – Самородное золото (II) - Барит – Флюорит (II) - Карбонат – Халцедоновидный кварц (IV) - Каолинит – Гидрооксиды Mn - Гидрооксиды Fe - Марказит?

Присутствие на территории метасоматитов по кислым породам, а также их локализация в тектонически проработанной зоне являются положительными поисковыми критериями золотоносности Пензенгояхинского участка.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Душин В.А. Некоторые особенности геологии и эндогенной минерагении мезозойского этапа на Урале //Мат-лы науч. конф. “Эволюция внутриконтинентальных подвижных поясов: тектоника, магматизм, метаморфизм, седиментогенез, полезные ископаемые”: IX чтения Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003.
2. Магматические горные породы. Кислые и средние породы. Т.4. М.: Наука, 1987. 374 с.
3. Методические рекомендации для определения вулканогенных горных пород Урала. Ч. II Вулканогенные породы кислого и субщелочного состава. Свердловск, 1971. 207 с.
4. Сазонов В.Н. Золотопродуктивные метасоматические формации подвижных поясов (геодинамические обстановки и РТХ-параметры образования, прогностическое значение). Екатеринбург: УГГГА, 1998. 181 с.
5. Тимофеевский Д.А. Геология и минералогия Дарасунского золоторудного региона: Тр. ИИГРИ. Вып. 98. М.: Недра, 1972. 260 с.