

МЕТАВУЛКАНИТЫ ТУРУПЬИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

О.В. Удоратина

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, e-mail: udoratina@geo.komisc.ru

На Северном Урале в истоках рек Б. Турупья и Мал. Туяхланья известно редкометалльное Be, Ta, Nb, REE Турупьинское месторождение. Зона метасоматитов серицит-карбонатных по [Государственная ..., 2005] и щелочных по [Калиновский, Суханов, 1985; Никулова, Удоратина, 2008] контролирующих оруденение развивается по метавулканикам и метапелитам хомасьинской и польинской свит метаморфизованных в условиях альбит-хлорит-мусковитовой и эпидот-амфиболитовой субфациям зеленосланцевой фации. Исследователями генетически оруденение связывается с различными источниками: 1) карбонатитами [Калиновский, Суханов, 1985]; 2) гранитами и трахириолитами малиновского комплекса [Государственная ..., 2005].

Все породы как осадочные так и вулканические кроме метаморфизма претерпели в разной степени проявленный щелочной (Na) метасоматоз. Породы приобрели петрохимически и частично геохимически черты сближающие их с щелочными породами. Но в шлифах (хоть и не всегда) удается реконструировать первичные вулканические или осадочные признаки. Химические составы и содержание в породах редких элементов, также изменились и являются завышенными (Na и рудные элементы) в пределах месторождения и некоторые из них нельзя использовать для реконструкции характеристик первичной породы.

Полнопроявленные метасоматиты состоят из анкерита, мусковита, хлорита, альбита, кварца. В протоlochках присутствуют биотит, эгирин, эпидот, хлорит, циркон, гранат, апатит, пироксид, колумбит, танталит, ильменорутит, редкоземельный карбонат (бастнезит), сфалерит, галенит, гентгельвин [Васильев и др., 2007; Государственная..., 1999; Государственная ..., 2005; Калиновский и др., 1986; Удоратина, 2006; Удоратина и др. 2006]. Породы содержат высокие концентрации Be, Ta, Nb, REE, связанные с тонкозернистой минерализацией фенакита, эвклаза, гентгельвина, ильменорутита, фергусонита, колумбита (манган-колумбита), пироксидов (?).

Турупьинское редкометалльное поле располагается в восточной краевой части Ляпинского антиклинория, являющегося платформенным выступом в Центрально-Уральском поднятии, и относится к Турупьинскому рудному узлу Турупьинско-Маньхамбовской металлогенической зоны, приуроченной к Хартесско-Люльинской поперечно-уральской структуре [Минерагения..., 2004].

Данная зона приурочена к краевой части блока доуралит, перекрытых в результате надвига нижнепалеозойскими метаморфизованными отложениями, кроме того, зона приурочена к Турупьинской кольцевой структуре, т.е. связана с мощными протяженными зонами разломов [Калиновский, Суханов, 1985].

Согласно последней тектонической схеме [Государственная..., 1999], исследуемый район располагается в переходной зоне между Центрально-Уральским поднятием и Тагило-Магнитгорским прогибом, отвечающей в геофизических полях смене отрицательных магнитных и гравитационных полей на положительные и соответствует фронтальной части Главного Уральского надвига.

Центрально-Уральское поднятие сложено метаморфизованными рифейско-венскими эффузивно-осадочными породами доуралит. В Тагило-Магнитгорский прогибе развиты терригенно-карбонатные отложения хомасьинской (O_{1-2hm}) и польинской (O_{2-3pl}) свит. Непосредственно в районе месторождения они прорваны телами габбро-диабазов и гранитоидов, несколько восточнее находятся гипербазиты маркирующие Главный Уральский надвиг. Редкометалльное оруденение в верховьях рек Бол. Турупья, мал. Туяхланья развито исключительно в породах польинской свиты.

Исследованные породы (метавулканиды) в различной степени метаморфизованные сланцы – мусковит-кварц-полевошпатовые, альбитовые, кварц-полевошпатовые. Мелко-тонкозернистые, сланцеватые, зеленовато-серые, бело-серые, нередко с коричневым оттенком породы.

Мусковит-кварц-полевошпатовые сланцы, под микроскопом в них наблюдается порфировая структура с лепидогранобластовой структурой основной ткани, сланцеватая с элементами плейчатой текстуры. На отдельных участках прослеживается первичная аплитовая или микропойкилитовая структуры. Порфировидные вкрапленники размером 0.2–0.6 мм представлены преимущественно кислым плагиоклазом, реже кварцем. Вокруг вкрапленников отмечаются каймы кварца. В основной ткани присутствуют редкие пятна неправильной формы размером до 1.0 мм, выполненные буроватым аморфным изотропным веществом. По сланцеватости развивается тонкодисперсный рудный пигмент. Акцессорные минералы представлены единичными зернами циркона размером 0.06 мм и цепочками мельчайших (размером около 0.001 мм) плохо окристаллизованных зерен сфена. На долю полевых шпатов приходится (здесь и далее об. %) около 44.

Альбитовые сланцы сложены преимущественно альбитом. Для этих пород характерна бластопорфировая структура с лепидогранобластовой структурой основной ткани и сланцевая с элементами микроплейчатой текстуры, особенно хорошо заметная в слюдистых слоях. На отдельных участках порода представляет собой риолит с фельзитовой структурой и вкрапленниками кислого плагиоклаза. Здесь микропойкилитовая основная масса, в которой размещаются пойкилитовые вроски альбита, состоит из покрытых чешуйками серицита неправильной формы зерен кварца. Изредка наблюдаются расположенные согласно сланцеватости линзовидные выделения, сложенные мелкозернистым кварцем и карбонатом. Мелкие пластинчатые зерна гематита образуют цепочки по сланцеватости. По нормативному пересчету составе этих пород резко доминирует альбит (70.3), присутствует также калиевый полевой шпат (8.4), хлорит (3.5 и слюды (в сумме 4.7).

Для пород имеющих существенно **кварц-полевошпатовый** состав характерна массивная текстура, гранобластовая мозаичная структура. В крупнокристаллической основной ткани присутствуют обособления, имеющие, как правило, линзовидную форму сложенные мелкими (0.1–0.2 мм) призматическими индивидами плагиоклаза. Акцессорные минералы, приуроченные к участкам с гранобластовой структурой, представлены единичными неправильной формы зернами новообразованного апатита. Породы сложены преимущественно кварцем (48.1) и кислым (An_2) плагиоклазом (41.2). Второстепенные минералы представлены лейкоксенном, апатитом, мусковитом, парагонитом, хлоритом и калиевым полевым шпатом, акцессорные – карбонатом и гематитом.

Кроме уже рассмотренных выше, наблюдаются породы, имеющие существенные особенности состава. Промежуточное положение между альбитовыми сланцами и кварц-полевошпатовыми образованиями занимают породы, в которых под микроскопом видно, что рассланцованная алевритовая основная ткань густо насыщена извилистыми, не выдержанными по мощности кварц-альбитовыми прожилками. В составе породы преобладает альбит (66.9). На кварц приходится 23.3, присутствуют также мусковит (4.8), хлорит (2.6), калиевый полевой шпат (2.8), гематит (1.4) и ильменит (0.3).

В **полевошпат-кварцевых сланцах** под микроскопом в микрозернистой основной ткани наблюдается большое количество вкрапленников кислого плагиоклаза. Кислый плагиоклаз (An_5) составляет около 65 породы, кварц – 18.8, калиевый полевой шпат 6.1. Второстепенные минералы представлены хлоритом (3.2) и слюдами – мусковитом (4.8) и парагонитом (3.1).

Прямым свидетельством вулканогенной природы кислого субстрата некоторых сланцев является наличие в сланцевом матриксе участков с реликтовыми микрофельзитовой или аплитовой структурами. Вкрапленники представлены микроклином, микроклин-пертитом, альбитом, основная масса – альбитом, кварцем, микроклином, мусковитом, хлоритом.

По своему химическому (см. таблицу) составу исследуемые породы относятся к средним и кислым по составу вулканическим породам умереннощелочного и нормального подотряда. В средних умереннощелочных породах содержание кремнекислоты варьирует от 61 до 66 мас. % при содержании щелочей 8–10 мас. % (при преобладании натрия над калием). В кислых породах нормального и низкощелочного ряда содержание кремнекислоты варьирует от 67 до 77 мас. % при содержании щелочей на уровне 6 мас. % (также при преобладании натрия над калием). В кислых умереннощелочных содержание кремнекислоты варьирует от 64.5 до 66.8 мас. % при содержании щелочей 8–10 мас. % (также при преобладании натрия над калием).

Таблица Химический состав (мас. %) и содержание редких элементов (г/т)

Компоненты	Пр 80 т2	613-9	606-42	608-11	606-5	606-15	610	606-51	613-6	613-8
SiO ₂	63.16	60.88	65.6	63.1	66.87	77.12	70.09	65.36	64.44	66.78
TiO ₂	0.21	0.18	0.081	0.081	0.56	1.52	0.12	0.79	0.22	0.07
Al ₂ O ₃	17.11	20.83	18.17	18.4	14.78	11.25	16.93	16.13	19.02	18.18
Fe ₂ O ₃	2.77	1.77	1.42	1.85	0.99	0.26	0.42	1.75	2.17	1.2
FeO	0.64	2.29	1.03	2.43	3.78	0.67	1.01	2.48	0.61	1.76
MnO	0.19	0.033	0.031	0.078	0.046	0.016	0.048	н о	0.12	0.043
MgO	1.11	1.48	0.62	1.58	2.93	0.15	0.53	0.76	0.33	0.83
CaO	2.78	0.4	0.4	0.77	0.77	1	0.4	0.83	0.33	0.3
Na ₂ O	5.53	4.21	7.17	4.66	6.26	6	7.64	7.87	9.66	5.39
K ₂ O	2.69	4.8	3.35	3.07	0.23	0.36	1.58	1.05	1.09	2.46
P ₂ O ₅	0.05	0.057	0.063	0.07	0.12	0.58	0.083	0.38	0.064	0.079
ППП	3.76	3.04	1.85	3.85	2.31	0.72	0.91	1.51	1.59	2.31
Σ	100	99.97	99.76	99.94	99.65	99.65	99.76	98.91	99.65	99.4
Na ₂ O+ K ₂ O	8.2	9.01	10.82	7.73	6.49	6.36	9.22	8.92	10.75	7.85
Na ₂ O/ K ₂ O	2.05	0.87	2.14	1.5	27.22	16.7	4.8	7.5	8.9	2.2
La	124.3	76.9	103.5	62.5	16.1	2.8	86.2	68.2	116.7	75
Ce	238	146	170	105.2	29.7	6.99	158.2	106.5	196	146.5
Pr	27.3	15.1	17.5	10.5	3.03	1	16.6	9.98	20.3	15.1
Nd	105.2	55.2	61.3	37.1	11	4.9	60.1	31.3	75.3	59
Sm	27.2	13.8	14.8	8.48	2.6	1.57	14.1	6.56	18.5	14.1
Eu	1.1	0.18	0.27	0.11	0.99	0.58	0.51	2.16	0.72	0.55
Gd	30.8	17.7	20.3	11.3	3.22	2.22	20	7.01	24.9	17.8
Tb	4.68	2.92	3.5	1.94	0.47	0.35	3.41	1	4.01	2.97
Dy	27.6	17.9	22.5	12.3	2.53	2.1	22.1	5.42	25.3	18
Ho	6.01	4.38	5.31	3	0.51	0.47	5.08	1.13	5.77	4.3
Er	16.6	12.8	16.4	9	1.32	1.34	16	2.9	16.7	12.4
Tm	2.47	1.97	2.69	1.48	0.19	0.2	2.53	0.41	2.59	1.93
Yb	13.4	11.7	16.3	8.99	0.93	1.16	15.5	1.88	15.2	11.3
Lu	2.11	1.96	2.9	1.54	0.14	0.19	2.76	0.3	2.57	1.79
(La/Yb) _N	6.25	4.43	4.28	4.69	11.67	1.63	3.75	24.46	5.18	4.47
Eu _N /Eu* _N	0.12	0.035	0.05	0.034	1.05	0.95	0.09	0.97	0.102	0.11
Cs	2.19	1.29	5.41	2.87	0.22	-	0.44	0.89	-	0.83
Ba	635	875	980	605	200	250	1125	810	1330	145
Sc	4.81	9.18	7.77	8.6	10.3	2.24	6.62	2.14	7.42	6.92
Cr	9.58	12.8	2.92	4.59	72.9	25.4	16.6	8.34	21.8	7.68
Co	26.3	7.72	5.23	8.25	17.8	6.86	6.15	8.76	7.95	2.39
Zn	580	570	570		20	-	270	80	420	570
Se	46.6	0.79	1.1	520	1.98	1.17	1.02	0.8	0.86	0.79
As	11.8	2.27	1.72	0.38	3.38	4.7	9.23	4.86	6.38	0.49
Sb	2.31	0.42	1.39	3.62	0.58	0.52	0.24	0.17	1.8	0.68
Th	151.9	240.7	216.7	0.34	5.51	4.38	216.4	27.5	223.9	195.9
U	37.1	30.5	27.6	167.3	3.87	2.32	30.1	4.7	33.8	28.4
Br	2.33	0.52	0.045	2.42	-	0.39	0.045	0.37	0.48	0.32
Hf	57.1	68.1	65.4	0.67	2.76	3.81	69	11.7	75.2	66.6
Ta	72	132.4	131.9	55.2	-	1.34	118.4	11.9	103.8	115.6
Au	0.016	-	0.008	-	0.006	0.019	0.019	0.003	0.024	0.003
Be'	48	27	-	-	-	13	13	13	25	37
Nb*	700	834	690	н о	-	н о	1351	96	510	736
Zr*	1300	1670	1700	1640	150	290	1130	480	2130	1590
Y*	160	160	110	120	н о	50	70	70	110	50
Rb*	370	290	260	110	80	160	110	90	180	200
Sr*	160	70	70	220	н о	н о	60	50	н о	100

Примечание. Состав определен химическим и количественным спектральным (') методами в ИГ Коми НЦ УрО РАН. Редкие и редкоземельные элементы определены в ГЕОХИ РАН нейтронно-активационным и рентгенорадиометрическим (*) методами.

Таким образом по содержанию щелочей породы варьируют от нормально-щелочных дацитов и риолитов до субщелочных трахитов, по соотношению выделяются натриевые и калиево-натриевые разности.

Спектры распределения РЗЭ имеют различный вид. Первый характеризуется ровными плечами, незначительным преобладанием легких над тяжелыми ($(La-Yb)_N = 4-6$), хорошо проявленным европиевым минимумом ($Eu_N / Eu_N^* = 0.03-0.1$) и характерен для умереннощелочных как средних так и кислых пород. Второй тип характеризуется также невысоким преобладанием легких РЗЭ над тяжелыми ($(La-Yb)_N = 2-12$), но в них отсутствует европиевая аномалия ($Eu_N / Eu_N^* = 0.95-1$) и характерен он для пород нормальной щелочности.

Поскольку породы нередко подвергнуты альбит-серицит-кварцевому метасоматозу с образованием карбонат-полевошпат-серицит-кварцевых, серицит-кварцевых и серицитовых метасоматитов, и некоторые петрохимические и геохимические показатели в них завышены, для определения геодинамических условий формирования выбраны только наименее измененные разности и определенные геохимические показатели. На геодинамических диаграммах точки составов располагаются в континентальных, внутриплитных полях.

По своему геолого-структурному положению и петро-геохимическим особенностям вулканы более всего соотносятся с породами малиновского комплекса. Малиновский комплекс монцонит-сиенитовый (MO_{1-2m}) в его составе представлены монцодиориты (мд), монцониты (м), трахиты (ф), трахириолиты (фл), граниты (г) [Государственная ..., 2005].

Возраст вулканитов принимается ранне-среднеордовикским, на основании их положения в разрезе фаунистически охарактеризованной толщи и данных по абсолютному датированию цирконов (U-Pb метод, по 5 зернам, SHRIMP) из калиевых трахириолитов малиновского комплекса в петротипическом районе, на основании которых возраст составляет $476,2 \pm 2,7$ млн. лет.

И по аналогии с возрастом кварцевых порфиров (аналогами среднеордовикского пайпудынского комплекса), химический состав которых отличается повышенной щелочностью (до 8.37%), расположенных к западу от изучаемого участка [Государственная..., 1999].

Таким образом, одним из субстратов для рудных редкометалльных метасоматитов Турупьинского месторождения являются метавулканы – трахиты, трахидациты, дациты и риолиты по своим характеристикам соотносимые с ранне-среднеордовикскими образованиями малиновского комплекса. Формирование пород происходило в условиях рифтогенеза.

Список литературы

Васильев Н.В., Зарайский Г.П., Удоратина О.В. Фенгиты редкометалльных месторождений Полярного и Северного Урала / Минералогия Урала-2007. V Всеросс. совещ. Миасс–Екатеринбург. 2007. С. 148–151.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200 000. Серия Северо-уральская. Лист Р-40-VI (г. Тельпозиз). Объяснительная записка. М., 1999. 114 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Уральская серия – Лист Р-40 (Североуральск). Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2005. 332 с. (МПР РФ, Федеральное агентство по недропользованию, ФГУП «ВСЕГЕИ», ЗАО «МИРЕКО», ОАО «УГСЭ»).

Калиновский А.В., Попова Т.Н., Каликов В.Н. Эвклаз-фенакит-гентгельвиновая минеральная ассоциация в метасоматических проявлениях на севере Урала / Новые и малоизученные минеральные ассоциации Урала. Инф. мат-лы. Свердловск. 1986. С. 61–62.

Калиновский А.В., Суханов Н.В. Щелочно-карбонатные редкометалльные метасоматиты на севере Урала // Рудоносные, рудные и нерудные формации Урала: Инф. мат-лы. Свердловск, 1985. С. 90–91.

Минерагения и месторождения редких металлов, молибдена, вольфрама Урала. // Золоев К. К., Левин В. Я., Мормиль С.И., Шардакова Г.Ю. – Екатеринбург: Министерство природных ресурсов РФ, ГУПР по Свердловской области, Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, ОАО УГСЭ. 2004. 336 с.

Никулова Н.Ю., Удоратина О.В. Альбитовые метасоматиты в ордовикской толще севера Урала // ДАН. 2008. Т. 420. № 2. С. 203–207.

Удоратина О.В. Колумбиты рудопроявления Большая Турупья (Северный Урал) // Теория, история, философия и практика минералогии: Мат-лы IV Международного минералогического семинара Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 197–199.

Удоратина О.В. Минералы щелочно-карбонатных метасоматитов (рудопроявление Б.Турупья, Северный Урал) / Геохимия, петрология, минералогия и генезис щелочных пород: мат-лы Всеросс. совещ. Научное издание. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 264–267

Удоратина О.В., Зарайский Г.П., Владыкин Н.В. REE-Nb-Zr руды Турупьянского месторождения (Северный Урал) / Щелочной магматизм Земли и его рудоносность. Научное издание. Киев, 2007. С. 235–238.