

ПЕТРОЛОГИЯ МАРУНСКОГО МЕЗОЗОЙСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПОЛЯРНОГО УРАЛА

В настоящее время в пределах горной части Полярного Урала и прилегающих территорий выявлено значительное количество продуктов мезозойского магматизма [4, 5]. На основе определений абсолютных возрастов, данных составов, корреляционных аналогий устанавливаются проявления трех этапов эруптивной деятельности: пермь-триасовый (лонготюганский, мусюрский комплексы), позднетриас-юрско-меловой (торасовейский, яляхский, марунский, немзяхинский), неоген (?) - четвертичный (нырдвоменский) [5]. Наше внимание привлек марунский щелочно-базит-ультрабазитовый гипабиссальный комплекс как один из наиболее интересных по своей петрологии и металлогении.

В марунский комплекс, выделенный В.А. Душиным, объединены насыщенные и пересыщенные (?) щелочами высококалийевые субвулканические и вулканокластические породы, прорывающие докембрийские вулканогенно-терригенные отложения рифея в пределах палеоконтинентального сектора Полярного Урала (Харбейский и Марункеуский блоки), приуроченные к архейско-протерозойским микроконтинентам (Малыкско-Марункеуский щит) и локализующиеся в пределах зон глубинных разломов северо-западного направления и оперяющих их трещин, активизированных в раннем мезозое [5]. Магматиты слагают дайко- и жилообразные, редко изометричные тела субвулканической либо жерловой фации небольшой мощности (0.2-3 м), прослеженные по простиранию на первые десятки метров. Петротипы комплекса описаны в двух обнажениях: на р. Няро-Шор (Марункеуский блок) и на р. Кузь-Шор (Харбейский блок). Кроме того, к этому же комплексу, по-видимому, принадлежат выявленные в районе р. Харапэ-Шор в 2000 г. В.А. Душиным два экструзивных тела трахитовых брекчий в узле пересечения Хуутинской и Осовейско-Нярминской активизационных зон.

Первое обнажение представлено дайкой пород брекчиевого облика среди протерозойских отложений. Изотопным датированием калий-аргоновым методом был установлен юрский возраст кластитов (210 ± 9 млн лет) [3]. Маломощное тело брекчий (до 20 см) прослеживается по простиранию на 3 м и скрывается под речными наносами. Наблюдается ясно выраженная осветленная зона закалки мощностью 1-2 мм. Кроме того, в экзоконтакте отмечаются прожилки микроклина, которые секутся дайкой. Макроскопически порода зеленовато-серого цвета, афировая до обломочной, обломки более светлые.

При петрографическом изучении была выявлена порфириовидная (центральная часть), местами брекчиевидная (краевые части) и скрытокристаллическая (в зоне закалки) микроструктуры, а также обломки и порфириовидные выделения, представленные амфиболом и калиевым полевым шпатом (ортоклазом). По амфиболу развивается высокотитанистый темно-бурый биотит. Интерстиции между зернами выполнены трудноопределимым веществом, возможно раскристаллизованным стеклом. Минеральный состав включает: полевой шпат 30-60, амфибол 20-30, биотит 15-30, кварц 5-10, эпидот 1, рудный минерал 1 %.

Полевые шпаты представлены ортоклазом и альбитом. Первый имеет крупные зерна (0,7-2 мм) неправильной, реже субпризматической формы, иногда с округлыми краями, с ясной спайностью, трещиноватые, с включениями роговой обманки и эпидота, с буроватыми пятнами за счет пелитизации, отмечаются простые двойники по манебахскому закону. Второй присутствует в виде мелких зерен неправильной формы с редкими двойниками, как полисинтетическими, так и деформационными. Амфибол соответствует роговой обманке, с резким плеохроизмом (желтовато-зеленоватый по Nr, буровато-зеленый по Nm, сине-зеленый по Ng). Зерна удлиненно- и короткопризматические, реже неправильной формы (0.2-2 мм), в сечениях, перпендикулярных призме, наблюдается ясно выраженная спайность по двум направлениям с характерными углами пересечения $\approx 60^\circ$, цвета интерференции желтые, красные, синие II порядка, двупреломление 0.018-0.026. Часто подвержен хлоритизации и биотитизации. Кроме того, присутствует удлиненно-призматический тремолит с плеохроизмом от бесцветного до синеваато-зеленого цвета.

Биотит яркого бурого цвета, с резким плеохроизмом почти до черного (преобладание TiO_2

над FeO [2]), слабомагнезиальный ($MgO/FeO=0.8$) [2]. В некоторых зернах в составе определялся Ca (до 14 %), сохранный от замещаемого амфибола. Присутствует преимущественно в виде удлиненных лейст (до 0.4 мм), местами волокнистого или радиально-лучистого облика, который, видимо, соответствует гидробиотиту (замещение калия ионами $(H_3O)^+$), определенному рентгеноструктурным анализом. Цвета интерференции II и III порядков маскируются своим ярким цветом. Биотит по соотношению Mg - Al - Fe+Mn в составе слюд соответствует биотиту из K - Na средних щелочных пород [7]. Кварц метасоматический мелкий, с извилистыми краями, с волнистым погасанием, реже более крупный, угловатой неправильной формы, сильно трещиноватый. Эпидот в виде изометричных, трещиноватых, неправильной формы зерен. Из аксессуаров в шлифах наблюдаются: ильменит черного цвета неправильной формы, ассоциирующий с биотитом; апатит и сфен, размеры которых не превышают 0.2 мм.

В результате минералогического анализа были определены следующие акцессорные и породообразующие минералы: амфибол, хлорит, биотит, полевой шпат, мусковит, магнетит, пирит, хромшпинелиды (Cr_2O_3 - 43-52 %, MgO - 8-12 %), гранат - альмандин, ильменит, эпидот, сфен, карбонат Cu, рутил, апатит, циркон. Кроме того, обнаружен муассанит с включениями самородного кремния (SiO_2 - 98-86 %) размером 0.03-0.07 мм (определение Ослоповских В.Н. на Cameca MS-46), что свидетельствует о высокотемпературных (1400-1500 °C) восстановительных условиях кристаллизации этой породы [3].

По содержанию SiO_2 и щелочей порода принадлежит к умеренно щелочным основным (SiO_2 50 %, Na_2O+K_2O - 5.4 %) разновидностям [6]. На классификационной диаграмме систематики магматических горных пород в координатах SiO_2 - (Na_2O+K_2O) брекчия попадает в поле субщелочных габброидов [6]. По содержанию K_2O и соотношениям MgO с SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , CaO эта порода соответствует лампроитам [8]. Отношение K_2O/Na_2O (2.5) и соотношение $CaO-Al_2O_3$ в брекчии также характерны для лампроитов [1]. Фигуративные точки на диаграмме SiO_2 (в мас.%) - $100 \times MgO / (MgO+FeO)$ (мол. кол.) попадают в поле тефрит-лейцитово-серии [1]. Содержание SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O в породе соответствует минеттам [6], но в связи со вторичностью части биотита порода по своему минеральному составу ближе к вогезитам. Кроме того, по своему химическому составу (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , P_2O_5) изучаемая порода близка к алмазоносным метаморфизованным щелочным ультрабазитам Южного Урала. Геохимические особенности магматитов проявляются в повышенных содержаниях Cr, Mn, Pb, Ba и Ag (приближенный спектральный анализ).

Таким образом, по своим петрографическим и петрохимическим параметрам порода, видимо, принадлежит к известково-щелочным умеренно калиевым ($K>Na$) лампрофирмам (роговообманковым) и представляют собой продукты субщелочного и щелочного магматизма, свойственного областям эпиплатформенных рифтов, проявившихся на Урале в мезозое [4].

Второе из вышеназванных проявлений марунского комплекса представляет собой субвулканическое тело, сложенное гиадокластическими брекчиями. Макроскопически породы имеют желтовато-зеленовато-серый до почти черного цвет, брекчиевую, флюидально-брекчиевую текстуру. Структура породы брекчиевая, гиадокластическая. Обломки размером от миллиметров до первых сантиметров представлены угловатыми, иногда округлыми зернами кварца (псевдоморфозы по оливину), полевых шпатов, вмещающих пород (до 30 %), сцементированных тонкозернистым материалом.

Минеральный состав включает: кварц - 25 %, серицит - 25 %, хлорит - 25 %, полевой шпат - 20 %, углеродистое вещество - 5 %, тремолит - 1 %, эпидот - до 1 %, редкие зерна граната, ильменита, лимонита, карбоната, циркона. Основная масса тонкозернистая, с криптозернистым кварцем, полевым шпатом, серицитом и хлоритом; наблюдается ориентировка чешуек серицита и хлорита. Угловатые обломки представлены кварцем, углеродисто-серицит-кварцевыми и серицит-кварцевыми сланцами. В цементе наблюдаются линзовидные включения девитрифицированного (хлоритизированного) вулканического стекла.

Обломки углеродисто-серицит-кварцевых сланцев состоят из метаморфического тонкозернистого кварца с изометричными зернами неправильной формы, с неровными краями и волнистым погасанием; тонкочешуйчатого, ориентированного серицита, равномерно распределенного по породе, реже образующего слойки; углеродистого вещества черного цвета, создающего ориентированные слойки и линзовидные включения. В состав серицит-кварцевых

сланцев входят: кварц и серицит, аналогичные кварцу и серициту из углеродистых сланцев. Отмечается обломок, сложенный мелкозернистым кварцем, сильно трещиноватым, с волнистым погасанием и зазубренными краями, в пространстве между зернами кварца наблюдается ксеноморфный карбонат. Кварц в отдельных зернах более крупный, чем в литокластах, иногда с волнистым погасанием, трещиноватый; отмечаются гнезда тонкозернистого метасоматического кварца, с извилистыми краями. Полевой шпат представлен альбитом неправильной формы, практически без двойников, тонкозернистым, наблюдающимся как в цементе, так и в обломках сланцев. В цементе отмечаются многочисленные ориентированные включения вулканического стекла линзовидной формы прозрачного, желтоватого в параллельных николях, изотропного, замещающегося хлоритом. Тремолит удлиненно-призматический, реже короткопризматический, бесцветный, присутствует как в обломках, так и в цементе. Эпидот имеет зерна неправильной формы и агрегаты мелких зерен, развивающиеся по плагиоклазу.

Из аксессуарных минералов в шлифах наблюдаются: ильменит тонкозернистый, черный, неправильной формы; гранат в виде мелких зерен как правильной шестиугольной, так и неправильной изометричной формы; лимонит, образующий амебообразные включения желто-бурого цвета; циркон правильной формы, восьмиугольного сечения, с высоким рельефом и высокими цветами интерференции. Аксессуары в протолочке представлены преимущественно гранатом (альмандином) и магнетитом, в гораздо меньшем объеме эпидотом, цирконом, лимонитом, пиритом, хромшпинелидами, апатитом, рутилом, сфеном, карбонатом меди, биотитом. При минералогическом анализе хвостов спекания, после термохимического анализа, были дополнительно обнаружены: золото (2 знака), медь, муассанит, корунд. Муассанит в виде пластинок неправильной формы, голубого и голубовато-зеленого цвета, с алмазным блеском, размером 0.1-0.3 мм, распределение его в породе резко дискретное.

По содержанию SiO_2 кластит принадлежит к средним породам, но насыщенность SiO_2 обусловлена присутствием в породе обломков вмещающих пород (углеродисто-серицит-кварцевых сланцев). Брекчии имеют умеренно щелочной состав и принадлежат K-Na серии ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} - 0.9$) [6]. Порода высокоглиноземистая (al - 1.14). По низкой степени окисления (0.2) можно судить о гипабиссальном происхождении литокластитов. В связи с присутствием в кластитах обломков вмещающих пород, ее химический состав слабо соответствует петрографической принадлежности. Количественным спектральным анализом установлено повышенное содержание Rb 85 г/т, превышающее в 1.9 кларк основных пород (по А.П. Виноградову).

Еще одно из проявлений мезозойского магматизма представляет собой два экструзивных тела (брекчиевые трубки) трахитов эллиптической формы, размером 150x200 и 50x40 м, прорывающих отложения раннего-среднего палеозоя [5]. Породы темно-серого цвета с брекчиевой текстурой и брекчиевидной, местами порфировой структурой. Обломки и отдельные участки пород обладают трахитовой микроструктурой, цемент скрытокристаллический лавовый.

Минеральный состав: ортоклаз и альбит (20-50 %), вулканическое стекло большей частью девитрифицированное, хлоритизированное (5-15 %); псевдолейцит, редкие зерна амфибола, моноклинного пироксена, оливина. Вторичные минералы: биотит волокнистого, лучистого облика, хлорит, карбонат, эпидот, кварц. Обломки и порфиновые включения составляют до 70 % породы (размером 1-4 см), угловатые, иногда с закругленными краями. Состоят преимущественно из ортоклаза и магматических пород с трахитовой, невадитовой структурами, реже кварца. В некоторых обломках отмечаются гнезда и линзы карбоната, ортоклаза и кварца неправильной формы. В цементе и в литокластах наблюдаются округлые включения девитрифицированного, замещенного хлоритом стекла, а также присутствуют миндалины, выполненные карбонатом, кварцем, установлены и полиминеральные агрегаты. Наблюдаются включения псевдолейцита характерной восьмиугольной и округлой формы. Микрозернистый цемент, судя по результатам селективного окрашивания, насыщен калием (калиевый полевой шпат или лейцит), кроме того, состоит из хлорита с линзовидными включениями вулканического стекла, обогащен ильменитом и сфеном; с редкими мелкими зернами эпидота.

Из полевых шпатов значительно преобладает ортоклаз. Он отмечается в виде узких лейст в цементе и в обломках пород с трахитовой структурой, иногда со следами деформации. Кроме того, присутствует в виде крупных (до нескольких сантиметров) зерен, неправильной, реже призматической формы, с пятнистым погасанием, с характерными пертитовыми структурами,

пелитизированный. Часто наблюдается совместно с карбонатом, входя в состав миндалин и порфировых вкрапленников, отмечаются зерна с простым двойникованием. Альбит встречается в ассоциации с кварцем, слагающим порфировидные включения, где имеет идиоморфный призматический облик и полисинтетические двойники по альбитовому закону.

Хлорит развивается преимущественно по вулканическому стеклу, образуя радиально-лучистые агрегаты тонких чешуек, неправильной изометричной и линзовидной формы, пластинки зеленоватого цвета, почти бесцветные, имеет характерные аномальные индигово-синие цвета интерференции, ассоциирует с рудным минералом. Вулканическое стекло большей частью девитрифицировано и хлоритизировано, встречаются слабо измененные участки с изотропными линзами сероватого, зеленоватого цветов, в которых наблюдаются отдельные лейсты ортоклаза. Карбонат образует агрегаты линзовидной и неправильной формы и выполняет центральные части миндалин. Преобладает тонкозернистый, амебообразный, реже наблюдаются отдельные зерна неправильной формы, с ясной спайностью, редкими двойниками, со следами деформации (изгиб); в обломках иногда имеет ромбическую форму. Эпидот присутствует в виде тонкозернистых агрегатов, образующих скопления неправильной формы, отмечаются зерна округлой и овальной формы, сильно трещиноватые, иногда создающие агрегаты изометричной формы. Вторичный кварц выполняет миндалины, линзы, где имеет неправильную форму, часто с извилистыми краями, с волнистым, зональным погасанием, кроме того, наблюдается в виде включений в крупных зернах ортоклаза. Биотит удлиненно-пластинчатого, волокнистого, лучистого облика, образует агрегаты, реже отмечается в виде отдельных листочков, выполняет интерстиции между порфировыми вкрапленниками, окаймляя линзовидные и гнездообразные включения карбоната с полевым шпатом. Наблюдается резкий плеохроизм от желто-коричневого до буро-коричневого, при этом собственная окраска маскирует высокие цвета интерференции. Рентгеноспектральным анализом установлено повышенное содержание магния и калия ($MgO=10-11\%$, $K_2O=11-12\%$).

Из акцессорных минералов преобладают ильменит и сфен, в небольшом количестве присутствуют магнетит, пирит, гранат, рутил, галенит, барит, апатит, циркон. Ильменит черного цвета, тонкозернистый, преимущественно неправильной, реже удлиненно-призматической, игольчатой формы, неравномерно распределен по породе. Отмечаются аморфные скопления, линзы и тонкие ориентированные слойки, особенно в цементе; в обломках с трахитовой структурой наблюдается в виде равномерно рассеянной вкрапленности, заполняет интерстиции между зернами. Апатит очень мелкий и представлен двумя разновидностями: высокотемпературной - в виде тонкопризматических кристаллов с шестиугольным поперечным сечением; низкотемпературной - округленной, вытянутой неправильной формы. Сфен наблюдается в виде неправильных мелких зерен и их агрегатов. В тонкой немагнитной фракции протоочки был обнаружен муассанит. Минерал без спайности, имеет характерный раковистый излом и яркую синюю окраску, которая характерна для муассанита ультраосновных, ультраосновных щелочных пород и кимберлитов [9].

По содержанию SiO_2 брекчии относятся к средним породам, но насыщенность кремнеземом объясняется постмагматическим окремнением, отсюда следует, что экструзии принадлежат к классу основных. На классификационной диаграмме $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ породы попадают в поле умеренно щелочных с коэффициентом алкальности 0.23-0.45. Кластиты от низко- до умеренно-глиноземистых ($al = 0.55-1.08$) с довольно высоким коэффициентом железистости ($Kf = 66-72$) [6]. Отношение Na_2O / K_2O (0.06-0.14) свидетельствует о принадлежности породы к калиевой серии [6]. Пересыщенность брекчий калием ярко проявилась при проведении метода селективного окрашивания на калий. Порода вся равномерно окрасилась в густой желтый цвет, исключая кварцевые вкрапленники. Степень окисления очень низкая (0.007-0.16), что указывает на глубинность ее происхождения. По коэффициенту магнезиальности (43.6-55.5) кластит принадлежит к среднемагнезиальным. Геохимические особенности породы характеризуются повышенными содержаниями Mo, Zr и высокими содержаниями (в несколько раз выше кларка) Pb, Ag, Be, Ba при существенно пониженных содержаниях Cr, Ni, Co, Sc относительно кларков основных пород (по А.П. Виноградову).

Таким образом, породы изучаемого комплекса по возрасту (юра), петрографическим, петрохимическим характеристикам (лампрофир-трахитовый состав), форме проявления (экструзии), геодинамическим условиям формирования (эпиplatformный рифтогенез в складчатых областях), геоструктурной позиции (локализируются в пределах зон глубинных и оперяющих их разломов)

принадлежат к щелочно-базитовой формации калиевого ряда с соответствующей металлогенической специализацией на Cu, Co, Fe, апатит. Кроме того, предполагается ассоциация с алмазоносными комплексами, что требует дальнейшего изучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Богатиков О.А. и др.** Лампроиты. - М.: Мир, 1992. - 300 с.
2. **Дир У.А., Хауп Р.А., Зоусман Дж.** Породообразующие минералы. - М.: Мир, 1965. - В 5 томах. - 1966. - Т.2. - 406 с., Т.5. - 408 с.
3. **Душин В.А.** Мезозой-кайнозойский магматизм и проблемы коренной алмазоносности севера Урала // Проблемы петрогенеза и рудообразования. - Екатеринбург, 1998. - С. 50-52.
4. **Душин В.А.** Корреляция магматических комплексов севера Урала и сопредельных территорий // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России. - Т.2. - Сыктывкар, 1999.
5. **Душин В.А., Малиугин А.А., Сердюкова О.П., Костюк Б.Ф., Попов С.Н.** Перспективы коренной алмазоносности Арктического Урала // Известия Уральского государственной горно-геологической академии. Сер.: Геология и геофизика. - 2000. - Вып. 10. - С. 100-108.
6. **Ефремова С.В., Стафеев К.Г.** Петрохимические методы исследования горных пород. - М.: Недра, 1985. - 511 с.
7. **Магматические горные породы.** В 6 томах. Т.2. Щелочные горные породы. - М., 1984. - 415 с.
8. **Соболев Н.В., Харьков А.Д., Похиленко Н.П.** Кимберлиты, лампроиты и проблема состава верхней мантии // Геол. и геофиз. - 1986. - № 7. - С. 18-27.
9. **Типоморфизм минералов: Справочник.** - М.: Недра, 1989. - 560 с.