

Поскольку синхронность платобазальтового вулcano-плутонизма совпадает с инверсией конседиментационного прогибания ложа седиментационного бассейна и началом регрессивного цикла осадконакопления, то он проявляется в условиях декомпрессии коры и ее некотором разуплотнении. С этим связана низкая эксплозивность эруптивных фаз и низкое содержание в исходных мантийных расплавах летучих компонентов, не превышающее их среднее содержание в верхней мантии. Плавление верхней мантии происходит в условиях спада давления. Содержащиеся в расплаве летучие компоненты при его низком общем давлении обеспечивают транзитное поступление больших объемов расплава на поверхность.

Мантийный источник калия (астеносфера) при первоначальном формировании земной коры континентального типа признается многими исследователями. Мантийный рассеянный флюидный поток, несущий в земную кору калий и сопутствующие литофильные редкие элементы, в завершающую часть перечисленных циклов способствует гранитизации осадочных пород и совместно с базальтовыми расплавами производит разноуровневое плавление земной коры и образование гранитов. Известные проявления щелочного магматизма как правило являются посттектоническими и не связаны с первоначальным формированием континентальной земной коры. Таким образом все наблюдаемые в современном эрозионном срезе магматические процессы так или иначе связаны с эволюцией мантийных процессов, приводящих к деплетированию примитивной верхней мантии.

Первые проявления щелочного магматизма в докембрии Карелии (кимберлиты, лампроиты, лампрофиры) установлены в головной части позднеархейского Калевальского и раннепротерозойского Салминского мантийных диапиров и объясняются последовательным углублением магматических источников при развитии диапиров от периферии к центру [2]. Резкий спад интенсивности платобазальтового вулканизма на границе докембрий – фанерозой и резкое увеличение количества массивов щелочных пород на этом рубеже, по-видимому, объясняется активным вовлечением в магматический процесс нижней мантии. Наиболее вероятно поднятие обогащенных щелочами флюидных потоков с границы ядро – нижняя мантия и метасоматическое обогащение щелочами мантии, предшествовавшее ее плавлению. В отличие от ареального характера платобазальтового магматизма, проявление щелочного магматизма локально.

Литература

1. Козарко Л.Н. Щелочной магматизм в ранней истории Земли. Петрология, 1998, том 6, № 3. С. 251–258.
2. Светов А.П., Свириденко Л.П., Шаров Н.В. Диапиризм и проблемы алмазности докембрия Карелии // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Т.П. Материалы совещания. Москва, 2005. С. 181–184.
3. Светов А.П., Свириденко Л.П. Центры эндогенной магматической активности и рудообразования Фенноскандинавского щита (Карельский регион). Петрозаводск, 2005. 357 с.
4. Эволюция докембрийского магматизма (на примере Карелии) / Л.П.Свириденко, А.П.Светов и др. Л., 1985. 250 с.

Геохимическая типизация фанерозойских и архейских средне-кислых магматических серий из конвергентных обстановок

Светов С.А.

Институт геологии КНЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru

Детальные геохимические исследования, проводимые в пределах мезоархейских зеленокаменных поясов Карельского кратона (с возрастом пород от 3.05 до 2.7-2.65 млрд.лет), позволили выделить комплексы приуроченные к контрастным геодинамическим обстановкам формирования [1]. Так в Центральном-Карельском террейне были выявлены породные ассоциации по сохранившимся фрагментам: 1) океанических плато (представлены коматиитами, высокомагнезиальными базальтами); 2) островодужных и вулканических поясов (представлены толеитовыми базальтами,

БАДР-АДР-сериями известково-щелочного ряда, адакитами, высоко-MgO андезитами, Nb-обогащенными базальтами и др.); 3) Pull-apart бассейнов (представленных молассоидными грубообломочными толщами, средне-кислыми вулканитами субщелочного и щелочного ряда) и малыми интрузиями.

Полученные результаты коррелируют с реконструкциями, проведенными в большинстве архейских гранит-зеленокаменных областей и поясов древних кратонов мира (таких как Супериор, Вайоминг, Илгарн и мн. др.), в составе которых установлены фрагменты аккрецированных к континентальному основанию океанических плато, островодужных систем, задуговых бассейнов и окраинно-континентальных вулканических поясов [2,3].

В рамках данного исследования, основной акцент делается на изучение геохимической характеристики (REE, LIL, HFSE- классификация) архейских породных ассоциаций Центрально-Карельского террейна методом прецизионного (ICP-MS) анализа, с целью выявления сосуществующих геохимических серий и характеристики их отличий (или подобия) от фанерозойских аналогов. Решение этого вопроса может позволить более корректно дискутировать о геодинамических режимах ранней мезоархейской геологической истории Земли, а поскольку особое внимание в работе уделено островодужным и окраинно-континентальным магматическим системам, связанным с заложением и развитием субдукционных систем, это может стать ключом к реконструкции режимов архейской субдукции.

Своеобразными устойчивыми маркерами субдукционных процессов как в фанерозое, так и архее, могут являться следующие, часто сосуществующие породные серии: 1) Толеитовая, бонинитовая серии – формируемые на ранней стадии заложения субдукционных систем или в супрасубдукционных обстановках; 2) БАДР-АДР островодужная (окраинно-континентальная) дифференцированная серия, продукт плавления метасоматизированного мантийного клина; 3) адакитовая – формируемая при непосредственном плавлении субдуцируемой мафической плиты;

Кроме выше названных, возможно выделять «переходные» серии, отражающие в разной степени процессы взаимодействия первичных адакитовых расплавов с продуктами плавления перидотитов в области мантийного клина (эффект «прогрессивной гибридизации расплавов»), такие серии представлены: байяитовой серией – формируется в результате взаимодействия гетерогенных источников в области мантийного клина с адакитовыми выплавками, и высоко-Nb серией.

Большая часть выделяемых ранее в архее БАДР и АДР ассоциаций при прецизионном изучении породных литотипов распадается на составные части, что позволяет более детально описывать процесс эволюции конвергентной системы и смену условий магмогенерации в ней.

Анализируя весь накопленный материал по современным конвергентным системам, очевидно, что разнообразие петрогенетических серий в субдукционных системах объясняется сочетанием следующих факторов: тип заложения системы (океаническое или окраинно континентальное); возраст и температура субдуцируемой плиты; участие осадков в плавлении; скорость и углы субдукции; состав мантийного клина в системе; существование задугового бассейна или его отсутствие [4].

Методической основой в работе, для определения сериальной принадлежности породных комплексов, стали требования и рекомендации, сформулированные в публикациях: для адакитов [5-7], высоко-MgO андезитов «байяитов» [8], высоко-Nb базальтов и андезитов [3, 9-11]. Кроме этого, привлекались геохимические данные, полученные при изучении типовых фанерозойских объектов, в качестве которых выступали территории Западной Мексики [8], Центральной и Южной Америки (северная, центральная и южная вулканические зоны Анд [12], Алеутская дуга [13], Филиппины [14]. Сопоставление геохимических характеристик изучаемых серий проводилась так же с архейскими аналогами, в качестве которых рассматривались: островодужные серии провинции Сьюперior, Канада (возраст вулканитов 2.7 млрд.лет) [9, 10], островодужные комплексы района Вутай, Северо-Китайского кратона (возраст вулканитов 2.5 млрд.лет) [15].

Ниже приведем характеристику самых распространенных андезитовых ассоциаций, формирующихся в конвергентных системах фанерозоя в сравнении с архейскими аналогами.

Адакитовая серия / часто называемая в литературе «Al, Na-обогащенные риолиты» (по кремнекислотности содержит породы от андези-базальтов до риолитов). Данная серия является

важной частью островодужных и окраинно-континентальных зон, классическими районами проявления современных адакитов является Тихоокеанское вулканическое кольцо (включая территорию Чили, Эквадора, Мексики, Алеутов, Камчатки, Японии, Новой Гвинеи, Филиппин).

Породы характеризуются следующими концентрациями: $\text{SiO}_2 > 56 \text{ wt.}\%$, $3.5 < \text{Na}_2\text{O} < 7.5 \text{ wt.}\%$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0.42$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{TiO}_2 > 7 \text{ wt.}\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16-18 \text{ wt.}\%$ ($> 15 \text{ wt.}\%$ при SiO_2 около 70%), $\text{Mg\#} = 0.51$. По содержанию малых элементов: $\text{Ni} > 24$, $\text{Cr} > 36 \text{ ppm}$, $\text{Sr} > 400 \text{ ppm}$, $\text{Y} < 18 \text{ ppm}$ (чаще всего 6-15 ppm, при $\text{Sr}/\text{Y} > 40$), $\text{Nb} < 10 \text{ ppm}$, имеют отрицательные Nb и Ta аномалии, высокие концентрации La при очень низких ТРПЭ ($(\text{La}/\text{Yb})_{\text{cn}} = 20-43$, $\text{Yb} < 1.9 \text{ ppm}$), что определяет фракционированный характер спектра РЗЭ. На спайдерграммах присутствуют аномалии по Nb, Ti, Sc, V. Отношения: $\text{Nb}/\text{Ta} = 13-18$ ($\text{Pm} = 16$), $\text{Zr}/\text{Hf} = 35-44$ ($\text{Pm} = 36$) [5-7, 9-11].

Чаще всего они интерпретируются как результат непосредственного плавления субдущируемой мафической плиты (чаще в зонах пологой субдукции) на стадии заложения конвергентной системы [9-11].

По рекомендации [6] предлагается разделять адакиты на две группы основываясь на их кремнекислотности:

1) тип «HSA» $\text{SiO}_2 > 60 \text{ wt.}\%$, MgO от 0.5 до 4 wt.%, $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} < 11 \text{ wt.}\%$, $\text{Sr} < 1100 \text{ ppm}$, не имеют Sr аномалию, $\text{TiO}_2 < 0.9 \text{ wt.}\%$, $\text{Cr}/\text{Ni} = 0.5-4.5$;

2) тип «LSA» $\text{SiO}_2 < 60 \text{ wt.}\%$, MgO от 4 до 9 wt.%, $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} > 10 \text{ wt.}\%$, $\text{Sr} > 1000 \text{ ppm}$, содержание LREE выше чем в HSA, имеют позитивную Sr аномалию, обеднены Rb, $\text{TiO}_2 > 3 \text{ wt.}\%$, $\text{Cr}/\text{Ni} = 1-2.5$, $\text{Yb} = 4.4 \text{ ppm}$, однако в этом случае возникает большое сходство LSA-адакитов с байяитами. Во многих работах данные термины используются как синонимы. Однако на наш взгляд принципиальные геохимические различия между данными сериями проявлены в более деплетированном содержании ТРЗЭ в адакитовых магмах и сильно различаются содержания LIL и HFS элементов (детально рассматривается при характеристике байяитов), что говорит о разных параметрах их магмогенерации.

Следует отдельно обсудить геохимические отличия архейских адакитов Центральной Карелии от классификационных требований выработанных на основе изучения фанерозойских адакитовых серий. В пределах Центральной Карелии адакитовый магматизм проявлялся неоднократно. Наиболее древнее и широкое его проявление отмечено в Ведлозерско-Сегозерском зеленокаменном поясе, в пределах Хаутаварской зоны (Игноильская, Чалкинская вулканические структуры). Время формирования адакитов Игноилы по данным цирконометрии (U-Pb) соответствует интервалу 3.0-2.95 млрд.лет (время формирования вулканических некков -2995 ± 20 млн.лет [16], заключительные лавовые излияния – 2947 ± 13 млн. лет [17]. Более поздние проявления адакитового магматизма соответствуют периоду 2.86 - 2.84 млрд.лет (Семченская и Койкарская структуры).

По геохимическому составу архейские адакиты соответствуют в большинстве случаев HSA-типу, доминируют составы, в которых SiO_2 варьирует на уровне 59-65% (однако часть проб попадает в граничную область между LSA и HSA типами).

Химическая характеристика архейских адакитов лишь немного отличаются от своих фанерозойских аналогов. Прежде всего по содержанию Al_2O_3 адакиты подобны БАДР-серии (для пород характерны повышенные концентрации глинозема на уровне 15-18 мас.%). Содержание Na_2O близко или немного ниже классификационных значений (3.5-7.5 мас.%), составляет 2.5-5.8 мас.%. Уровень Sr ниже, чем в фанерозойских адакитах, варьирует в пределах 230 - 680 ppm. При этом все мезоархейские (3.0 и 2.86 млрд.лет) адакиты Центральной Карелии показывают близкие вариации химического состава и полностью сопоставимы с адакитами Канадского щита, района Вава с возрастом 2.7 млрд.лет [9-10], адакитами Северо-Китайского кратона, пояс Вутай с возрастом 2.5 млрд.лет [15] и другими архейскими аналогами. Единственным исключением могут являться субвулканические адакитовой серии Игноильской вулканической постройки имеющие аномально высокие концентрации Sr (до 800 ppm) и Ni (до 430 ppm). В остальном, особенно в топологии распределения HFS и REE элементов, наблюдается полная идентичность адакитов архея и фанерозоя.

Байяитовая серия (Высоко-Mg андезибазальты, андезиты). Фанерозойская байяитовая серия района Байя, Мексика [8] является классическим примером магматической ассоциации формирующейся в субдукционной системе. Данный породный тип характеризуется кремнекислотностью на уровне $\text{SiO}_2 = 50-58 \text{ wt.}\%$ и высокими содержания MgO от 4.9 до 9 wt%, при магнезиальности

$Mg\# = 0.52-0.65$, отношением $FeO^*/MgO < 1$, $Rb/Sr < 0.01$, высоким содержанием Sr (до 3000 ppm) и Ba (> 1000 ppm).

Детально изучая мезоархейские островодужные ассоциации Центральной Карелии были выявлены породы (лавы и дайки) имеющую близкую к фанерозойским байяитам геохимическую характеристику в пределах Хаутаваарской структуры (Чалкинская паловулканическая постройка). Породы имеют кремнекислотность $SiO_2 = 56-64$ wt.% и характеризуются высокими содержаниями MgO от 4.5 до 7.2 wt.% ($Mg\# = 0.5-0.68$), Cr (100-500 ppm), Ni (20-200 ppm) и фракционированные спектры HREE элементов. Сопоставляя их с фанерозойскими аналогами отмечаются только пониженные концентрации Sr и Ba в мезоархейских вулканитах.

Основные отличия байяитов от адакитовой ассоциации проявлены в более высокой магнезиальности байяитов (как по абсолютным содержаниям MgO, так и по $Mg\#$), в менее деплетированном спектре распределения HREE элементов и более высоком содержании Cr, Ni, Co, Sc, Ta при более низких концентрациях Ba, Sr, Th, Hf, Tl.

Серия высоко-Nb базальтов и андезитов и Nb-обогащенных андезитов. Данные серии выделяются по аномально высоким концентрациям Nb в породах андезитового ряда (с содержанием SiO_2 на уровне 50-57 wt.%). Породы содержат $MgO = 3-6$ wt.% ($Mg\# 0.50-0.60$), при этом имеют повышенные содержания TiO_2 , Th, Zr ($Zr/Hf = 36-44$).

Для высоко-Nb базальтов и андезитов уровень содержания Nb превышает 20 ppm, для обогащенных Nb пород - находится в интервале 7-20 ppm. Это значительно выше концентрации Nb в интраокеанических островодужных системах, где оно не превышает 2 ppm [18]. Возможными критериями для отнесения пород к Nb-обогащенной серии могут служить и косвенные данные, такие как содержания $Ta > 0.4$ ppm и отношение $(Ta/Th)_{pm} + (Ta/La)_{pm} > 0.6$ [19].

Развитие данной породной ассоциации чаще всего идет в парагенезе с адакитами (+/- байяитами), характерными фанерозойскими примерами такого ансамбля, могут являться вулканические комплексы Панамы и Коста Рики – ассоциация адакитов и высоко-Nb андезитов [20]; плиоцен-плейстоценовая островодужная серия полуострова Замбоанга, Филиппины [21] и других островодужных систем.

В Центральной Карелии мезоархейские высоко-Nb базальты и андезибазальты выявлены пока только среди субвулканических пород в пределах Остерской палеовулканической постройки Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса. Данный тип характеризуется пониженными содержаниями $SiO_2 = 50-53$ мас.%, высокими концентрациями Nb > 20 ppm (20-45 ppm), LREE – La (10-26 ppm), содержания Cr- 100-200 ppm, Ni - 30-80 ppm, отношения равны: $Zr/Y - 4.8-5.6$, $(La/Yb)_{pm} = 4.9-6.2$, $Nb/Ta = 18-23$.

К Nb-обогащенной серии, самой распространенной в регионе, могут быть отнесены большая часть лав и туфов древней андезитовой ассоциации Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса (Чалкинская, Игноильская, Няльмозерская, Остерская палеовулканические постройки). По содержанию кремнезема и щелочей породы принадлежат к андезибазальтам, андезитам, дацитам и реже, риодацитам с нормальной щелочностью. Соотношение щелочей K_2O/Na_2O варьирует от 0.3 до 0.5, что позволяет говорить о явно выраженной Na специфике ассоциации. Породы имеют повышенные содержания Nb (7-11 ppm), Al_2O_3 (до 16-18 мас.%), Cr (20-200 ppm), Ni (12-140 ppm) в первичных выплавках и обогащение Co, Zr, Y, Sr, Ba в поздних дифференциатах.

Андезиты толентовой серии. Породы данного типа (IAT – островодужные толеиты) формируются в начальной стадии развития субдукционных систем и являются стандартной частью породного ансамбля современных конвергентных зон. В пределах мезоархейских андезитовых ансамблей, данный тип представлен локально в виде лавовой и дайковой фаций в пределах Чалкинской структуры. По содержанию $SiO_2 = 58-65$ мас.% породы отвечают андезитам, их магнезиальность варьирует в широких пределах $Mg\#$ от 35 до 53. В этой серии так же отмечаются повышенные концентрации Cr (270-800 ppm), Ni (100-300 ppm) при низких содержаниях Nb (< 4 ppm). Вулканиты имеют отношения $Zr/Y - 5.0-7.5$, $(La/Yb)_{pm} = 0.9-1.9$, $Nb/Ta = 12-26$. Основное отличие от вулканитов прочих серий связано с нефракционированным распределением РЗЭ, вместе с тем толеиты максимально близки фанерозойским аналогам.

Таким образом, рассмотрев геохимическую характеристику выявленных мезоархейских серий в сопоставлении с современными формациями можно сделать предварительные выводы:

- Заложение и развитие субдукционных систем, как в фанерозое так и архее, проходит по близкому сценарию и приводит к формированию устойчивого «маркерного» парагенеза магматических серий.

- Наблюдается очередность в генерации серии: первичными для конвергентной системы будут являться толеитовые базальты (IAT-типа) и/или бониниты, адакиты и байяиты. Высоко-Nb-базальты, андезиты и Nb-обогащенные андезиты представляют собой продукт прогрессивной гибридизации первичных расплавов (адакитовых) с веществом мантийного клина.

- Адакитовая серия может развиваться неоднократно в конвергентной обстановке, как на этапе заложения, так и на стадии закрытия субдукционной системы.

- Геохимическое сходство мезоархейских и фанерозойских породных ансамблей сформированных в конвергентном режиме свидетельствует о близких режимах магмогенерации и подобной «архитектуре» субдукционных систем.

Исследования в 2007г. проводились при финансовой поддержке «Фонда содействия отечественной науки».

Литература

1. Светов С.А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск. КарНЦ РАН. 2005. 230 с.
2. Kusky T.M., Polat A. Growth of granite-greenstone terranes at convergent margins and stabilization of Archaean cratons // *Tectonophysics*, v.305. 1999. P.43-73.
3. Kerrich R., Wyman D., Hollings P., Polat A. Variability of Nb/U and Th/La in 3.0 to 2.7 Ga Superior Province ocean plateau basalts: implications for the timing of continental growth and lithosphere recycling // *Earth and Plan. Sci.Letters* 168, 1999. P. 101–115.
4. Pears J.A., Kempton P.D., Nowel G.M., Noble R.S. Hf-Nd element and isotope perspective on the nature and provenance of mantle and subduction components in Western Pacific Arc-Basin system // *J.Petrol.* V. 40. 1999. P. 1579–1611.
5. Martin H. Adakitic magmas: modern analogues of Archaean granitoids // *Lithos*, 1999. 46. P. 411–429.
6. Martin H., Smithies R.H., Rapp R., Moyen J.-F., Champion D. An overview of adakite, tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution // *Lithos* 79. 2005. P. 1–24.
7. Smithies R.H. The Archaean tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) series is not an analogue of Cenozoic adakite // *Earth and Planetary Science Letters* 182, 2000. P.115–125.
8. Calmus T., Aguillo'n-Robles A., Maury R.C., Bellon H., Benoit M., Cotton J., Bourgois J., Michaud F. Spatial and temporal evolution of basalts and magnesian andesites ("bajaits") from Baja California, Mexico: the role of slab melts // *Lithos* 66, 2003. P.77–105.
9. Polat A., Kerrich R. Magnesian andesites, Nb-enriched basalt-andesites, and adakites from late-archean 2.7 Ga Wawa greenstone belts, Superior Province, Canada: implications for late Archean subduction zone petrogenetic processes // *Contrib. Mineral. Petrol.* V.141. 2001. PP. 36–52.
10. Polat A., Kerrich R. Nd-isotope systematics of ~2.7 Ga adakites, magnesian andesites and arc basalts, Superior Province: evidence for shallow crustal recycling at Archean subduction zones // *Earth and Planet. Sci. Letters*, 2002, v.202. P.345–360.
11. Polat A., Kerrich R. Reading the geochemical fingerprints of archean hot subduction volcanic rocks: evidence for accretion and crustal recycling in a mobile tectonic regime // *Archean geodynamics and environments. Geophysical monograph series* 164. American geophysical union. 2006. P.189–213.
12. Reich M., Parada M.A., Palacios C., Dietrich A., Schultz F., Lehmann B. Adakite-like signature of Late Miocene intrusions at the Los Pelambres giant porphyry copper deposit in the Andes of central Chile: metallogenic implications // *Mineralium Deposita*, 2003. 38. P.876–885
13. Kay R.W. Aleutian magnesian andesites : melts from subducted Pacific Ocean crust // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 1978. 4. P.117–132.
14. Castillo P.R., Janney P.E., Solidum R.U. Petrology and geochemistry of Camiguin Island, southern Philippines: insights to the source of adakites and other lavas in a complex arc setting // *Contrib.Mineral.Petrol.* 134. 1999. P. 33–51.
15. Wang Z., Wilde S., Wang K., Yu L. A MORB-adakite association in the 2.5 Ga Wutai greenstone belt: late Archean magmatism and crustal growth in the North China Craton // *Precambrian research*, v.131. 2004. P.323–343.
16. Сергеев С.А. Геология и изотопная геохронология гранит-зеленокаменных комплексов архея Центральной и Юго-Восточной Карелии // Автореф. дисс... канд. г.-м.н. 1989. 24с.
17. Светов С.А., Кудряшов Н.М., Ронкин Ю.Л., Хухма Х., Светова А.И., Назарова Т.Н. Мезоархейская островодужная ассоциация Центрально-Карельского террейна (Фенноскандинавский щит). Новые геохронологические данные // *Доклады РАН.* 2006. т.406. N:3. С. 370–374.

18. Taylor R.W., Nesbitt R.W. Isotopic characteristics of subduction fluid in an intra-oceanic setting, Izu-Bonin arc, Japan // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1998. v.164. P. 79–98.
19. Ujike O., Goodwin A. Origin of archaean adakites and NEBA from the Upper Keewatin assemblage, the lake of the Woods greenstone belt, Western Wabigoon Subprovince, Superior Province // *Goldschmidt conference Abstracts*, 2003. P.A503.
20. Defant M.J., Jackson T.E., Drummon M.S., De Boher J.Z., Bellon H., Feigenson M.D., Maury R.C., Steward R.H. The geochemistry of young volcanism throughout western Panama and southeastern Costa Rica: an overview // *J. Geol. Soc. London*. 1992. V.149. P. 569–579.
21. Sajona F.G., Maury R., Bellon H., Cotton J., Defant M. High field strength element enrichment of Pliocene-Pleistocene island arc basalts, Zamboanga Peninsula, Western Mindanao (Philippines) // *J. Petrol.* 1996. V. 37. P. 693–726.

Трещиноватость Валаамского силла

Свириденко Л.П., Белашев Б.З.

Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: sv@krc.karelia.ru, belashev@krc.karelia.ru

Один из крупнейших силлов Фенноскандинавского щита среднерифейский Валаамский силл габбро-долеритов представляет Валаамско-Салминскую островную гряду Ладожского озера, протянувшуюся в широтном направлении от берега до берега на 120 км (рис.). Все ее острова, как части огромного (10000 км²) мощностью до 200 м пластового интрузивного тела, тектонически раздробленного на блоки, участвуют в строении горсто-грабеновой системы. Северо-западная ориентировка блоков поперечна простиранию гряды. Максимальная амплитуда их относительных смещений составляет 250–300 м. Особенности трещиноватости и блочности габбро-долеритов определяют тип береговой линии и морфологию береговых скальных уступов.

Цель исследования состоит в статистическом описании трещиноватости.

Трещиноватость Валаамского силла представлена двумя главными генетическими типами: контракционной трещиноватостью, связанной с кристаллизацией и остыванием интрузивного тела, и наложенной тектонической трещиноватостью. По результатам наблюдений выделяются следующие системы трещиноватости:

- контракционная трещиноватость в магматической камере
- трещиноватость рифейской складчатости
- трещиноватость грабенообразования
- трещиноватость сводовых поднятий и опусканий в палеозой-мезозой-кайнозойский этап
- трещиноватость в связи с гляциацией и дегляциацией последнего ледника Фенноскандии

Первичная отдельность образуется в результате внутреннего напряжения при контракционном сжатии в связи с кристаллизацией магматического расплава. Главными ее типами являются: пластовая (в том числе плитчатая), столбчато-призматическая и блоковая (прямоугольная до кубической, параллелепипедальная, ромбоидальная). Нередко имеет место переработка первичной отдельности наложенной трещиноватостью.

Распространенная по разрезу силла плитчатая отдельность – важный признак структурной ситуации. Тонкоплитчатая отдельность наблюдается в головной части столбчато-призматической отдельности при отсутствии блоковой или развивается в купольно-брахиформных структурах в условиях максимального литостатического разуплотнения и реализации горных напряжений при снятии их в ходе воздымания.

Столбчато-призматическая блоковая (параллелепипедальная) отдельность встречается по всему разрезу Валаамского силла, четко проявляясь в нижней части разреза. Первичная столбчатая отдельность, наиболее выраженная на глубине 160–90 м, формируется в активных средах при кристических значениях градиентов температур.

С помощью специальной компьютерной программы по азимутам направлений трещин были получены распределения их числа по углам в диапазоне 0°–90°, 270°–359°, представленные в виде полярных гистограмм (рис.). Их анализ позволил сделать следующие заключения.