

**ПЕТРОГЕНЕЗИС БАЗАЛЬТОИДОВ ЛЮДИКОВИЯ
ОНЕЖСКОЙ СТРУКТУРЫ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БУРЕНИЯ
ОНЕЖСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ)**

Наркисова В.В.*, Крупеник В.А., Свешникова К.Ю.****

**ОАО НППЦ «Недра», Ярославль, narkisova@nedra.ru*

***Всероссийский научно-исследовательский геологический институт, Санкт-Петербург,
valery_krupenik@vsegei.ru*

Онежская структура рассматривается как континентальная трапповая провинция Карельского блока, в которой платобазальты последовательно формировались в ятулийское и людиковийское время, около 2,10-1,97 млрд. лет назад [1-5]. Онежская параметрическая скважина (ОПС), пробуренная до глубины 3500 м в северо-западной, внутренней части Онежской структуры, вскрыла мощные толщи осадочно-вулканогенного людиковия и осадочного ятулия. Вулканогенный разрез людиковия в ОПС является представительным для Онежской структуры, в нем выявлены особенности строения вулканических толщ и характерные геохимические черты базальтоидов суйсарского и заонежского комплексов.

В разрезе ОПС суйсарская (инт. 401-656 м) и заонежская (инт. 656-2115 м) свиты людиковия перекрыты кондопожской свитой калевиа (инт. 5-401 м). Ятулий в верхней части разреза представлен туломозерской свитой (инт. 2115-2405 м), в нижней – ангидрит-магнезитовыми породами (инт. 2405-2751 м) и каменными солями (инт. 2751-2944 м); последние залегают непосредственно на гранитах архейского фундамента (инт. 2944-3500 м). Суйсарскую свиту в разрезе ОПС слагают маломощные (3-15 м) потоки пикробазальтов, плагиоклаз-пироксеновых и афировых базальтов, чередующихся с прослоями туфов и туффитов. Верхнюю подсвиту заонежской свиты слагают мощные вулканические толщи базальтов-долеритов, в которых покровы и силлы базальтоидов мощностью от 8-20 м до 35-95 м, разделяются прослоями туфов и туфоалевропелитов. Вулканические толщи чередуются с осадочными пачками шунгитовых пород, шунгитоносных сульфидизированных пелитов, алевропелитов, туфоалевропелитов, доломитов. Нижняя подсвита заонежской свиты существенно осадочная.

Заонежский базальт-долеритовый комплекс в разрезе скважины выделен в составе одноименной свиты. К суйсарскому базальт-пикритовому комплексу отнесены базальты и пикробазальты суйсарской свиты, а так же долериты силла, залегающего среди отложений заонежской свиты.

Петрохимия базальтоидов. Людиковийские базальтоиды в разрезе ОПС относятся к нормальнощелочным, низко-умеренокалиевым породам толеитовой серии.

Базальтоиды *заонежского комплекса* имеют состав низко-Ti и умеренно-Ti базальтов-долеритов, и высоко-Ti ферробазальтов-ферродолеритов. Образование этих разностей связано с фракционированием и дифференциацией расплавов в мощных покровах. *Низко-Ti* долериты (1,0-1,6 масс. % TiO₂) слагают верхние или нижние части покровов и маломощные тела, и являются наименее дифференцированными разностями – это умеренно-Mg породы (Mg#_{ср.} 0,5, MgO_{ср.} 7,2 масс. %) с наиболее высоким содержанием Cr и Ni (230 и 84 г/т). *Высоко-Ti* ферродолериты (2,1-2,9 до 3,4 масс.% TiO₂) залегают в верхних частях покровов, ниже эндоконтактных зон; эти высоко-Fe породы (Mg#_{ср.} 0,3, MgO_{ср.} 4,4 масс.%, FeОбщ до 15-17 масс. %) обогащены P₂O₅ и некогерентными элементами, и обеднены Cr, Ni и являются дифференциатами излившего расплава. Большую часть покровов слагают *умеренно-Ti* долериты (1,5-2,2 масс. % TiO₂) – низко-Mg (Mg#_{ср.} 0,4, MgO_{ср.} 5,6 масс. %) породы с промежуточным содержанием элементов-примесей.

Пикробазальты, базальты и долериты *суйсарского комплекса* образуют самостоятельные тела. *Пикробазальты* высоко-Mg (Mg# 0,7, MgO 10,1-15,4 масс. %), преимущественно умеренно-Ti (TiO_{2ср.} 1,7 масс. %), с высоким содержанием Cr (580-1870 г/т) и Ni (270-760 г/т), и низкими содержаниями некогерентных элементов – это наименее дифференцированные разности во вскрытом разрезе суйсарского комплекса. Низко-Mg (Mg# 0,4, MgO 3,7-5,4 масс. %) *базальты* и умеренно-высоко-Mg (Mg#_{ср.} 0,6, MgO 7,7-9,9 масс. %) *меланобазальты* характеризуются умеренным содержанием титана (1,6-2,1 масс. %), низкими содержаниями Cr (14-210 г/т) и Ni (12-110 г/т), и, в среднем, более высокими, чем в пикробазальтах, содержаниями HFSE и REE.

Долериты силла в верхней части тела высоко-Ti ($\text{TiO}_{2\text{cp}}$ 2,5 масс. %), низко-умеренно-Mg ($\text{Mg}^{\#}_{\text{cp}}$ 0,5, MgO_{cp} 6,3 масс. %); в нижней части тела умеренно-Ti (TiO_2 2,1 масс. %) и умеренно-высоко-Mg ($\text{Mg}^{\#}_{\text{cp}}$ 0,6, MgO_{cp} 10,0 масс. %), относительно пикробазальтов и базальтов они обогащены LILE, Th, REE.

Геохимическая специфика базальтоидов. Для всех петрохимических типов базальтов-долеритов *заонежского комплекса* характерно слабо фракционированное распределение элементов-примесей, близкое к спектру E-MORB. Они обеднены Sr и незначительно Ti, Ta, Nb ($\text{Nb}/\text{Nb}^* = 0,3-0,8$), имеют выраженный Nb-Ta min на спайдер-диаграммах. Редкие земли фракционированы слабо: $\text{La}/\text{Yb}_N = 2,5-3,0$, $\text{La}/\text{Sm}_N = 1,6-1,7$, $\text{Gd}/\text{Yb}_N = 1,4-1,5$, $\text{Dy}/\text{Yb} = 1,2-1,3$. Аномалия Eu незначительная ($\text{Eu}/\text{Eu}^* \text{ min } 0,7$) либо отсутствует. Высоко-Ti ферродолериты отличаются наиболее высокими содержаниями элементов-примесей, низко-Ti долериты – наиболее низкими.

Пикробазальты, базальты и долериты *суйсарского комплекса* отличают от заонежских базальтов-долеритов умеренно-фракционированные спектры распределения элементов-примесей, близкие к спектру OIB. В них снижаются содержания элементов группы калия (K, Rb, Cs, Ba, Sr) и Th, и возрастают LREE и Nb ($\text{Nb}/\text{Nb}^* = 0,6-1,4$), Ta, Ti. Для суйсарских базальтоидов характерно обеднение Y и HREE относительно MORB и более высокое фракционирование легких и средних земель по сравнению с заонежскими: $\text{La}/\text{Yb}_N = 4,2-14,9$, $\text{La}/\text{Sm}_N = 1,5-4,0$, $\text{Gd}/\text{Yb}_N = 2,0-3,1$, $\text{Dy}/\text{Yb}_N = 1,3-1,8$; аномалия Eu незначительная ($\text{Eu}/\text{Eu}^* \text{ min } 0,8-0,9$; $\text{Eu}/\text{Eu}^* \text{ max } 1,1-1,3$).

Мантийные источники и коровая контаминация. По индикаторным для оценки глубины выплавления и/или степени плавления величинам Sm/Yb_N , Lu/Hf , Ti/Y пикробазальты, базальты и долериты суйсарского комплекса образовались из обогащенного компонентом OIB мантийного источника, контролируемого гранатом (гранатовых перидотитов): $\text{Sm}/\text{Yb}_N = 2,0-3,7$; $\text{Ti}/\text{Y} = 416-800$, $\text{Lu}/\text{Hf} = 0,07-0,09$. Расплавы базальтов-долеритов заонежского комплекса выплавлялись из шпинелевых перидотитов: $\text{Sm}/\text{Yb}_N = 1,4-2,4$; $\text{Ti}/\text{Y} = 190-440$; $\text{Lu}/\text{Hf} = 0,11-0,22$.

Для базальтов-долеритов заонежского комплекса характерны низкие значения $\text{Nb}/\text{La}_N = 0,3-0,9$ и $\text{Nb}/\text{Th}_N = 0,2-0,9$ и невысокие $\varepsilon\text{Nd}_{(t)} = +0,4 \dots +1,1$, что, при формировании значительных объемов расплавов, отражает активную ассимиляцию корового вещества.

Взаимодействие с корой расплавов базальтоидов суйсарского комплекса было различным, что может быть связано с динамикой поступления расплавов к поверхности, когда при задержке в промежуточных камерах расплавы контаминировались веществом коры. Минимальный вклад корового вещества установлен для пикробазальтов и долеритов силла: $\text{Nb}/\text{La}_N = 0,9-1,3$, $\text{Nb}/\text{Th}_N = 1,0-1,7$, $\varepsilon\text{Nd}_{(t)} = +3,4$. Более характерно участие коры в формировании расплавов для базальтов суйсарского комплекса: $\text{Nb}/\text{La}_N = 0,3-1,0$, $\text{Nb}/\text{Th}_N = 0,5-1,4$, $\varepsilon\text{Nd}_{(t)} = -0,7$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев А.И., Светов А.П. Геохимия базальтов платформенного вулканизма Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1983. 192 с.
2. Куликов В.С., Куликова В.В., Лавров В.С. и др. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология). Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1999. 96 с.
3. Светов А.П. Платформенный базальтовый вулканизм карелид Карелии. Петрозаводск: Л., Наука, 1979. 208 с.
4. Puchtel I.S., Arndt N.T., Hofmann A.W. et al. Petrology of mafic lavas within the Onega plateau, central Karelia: evidence for 2.0 Ga plume-related continental crustal growth in the Baltic Shield // Contrib Mineral Petrol, 1998. V. 130. P. 134-153.
5. Puchtel I.S., Brugmann G.E., Hofmann A.W. Precise Re-Os mineral isochron and Pb-Nd-Os isotope systematics of a mafic-ultramafic sill in the 2,0 Ga Onega plateau (Baltic Shield) // Earth and Planetary Science Letters, 1999. V. 170. P. 447-461.