

УДК 552.125.3.(470.22)

© С. А. СВЕТОВ, д. член С. Ю. ЧАЖЕНГИНА

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН «ВАРИОЛИТЫ ЯЛГУБСКОГО КРЯЖА» ОТ Ф. Ю. ЛЕВИНСОНА-ЛЕССИНГА ДО НАШИХ ДНЕЙ: МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Институт геологии Карельского научного центра РАН,
185910, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11;
e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru*

Ялгубский кряж (Карелия) является эталонным геологическим объектом для изучения палеопротерозойских вариолитовых лав, первое подробное описание которых было выполнено Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом (1884). В работе представлены результаты их детального минералогического и геохимического исследования. Выделено несколько генераций пироксенов, характеризующихся как магматической, так и метаморфической зональностью, которая отражает изменение состава расплава и термодинамических параметров в процессе кристаллизации. Оценено содержание петрогенных и редких элементов в вариолях и матриксе. На основе сопоставления результатов минералогического и геохимического анализов сделаны выводы о последовательности кристаллизации ликвационных образований и роли контаминации базальтовых расплавов коровым материалом.

Ключевые слова: палеопротерозойские вариолиты, пикритовые лавы, пироксены, зональность, магматическая ликвация.

*S. A. SVETOV, S. V. CHAZHENGINA. GEOLOGICAL PHENOMENON
OF THE «YALGUBA RIDGE VARIOLITES» FROM F. Yu. LEVINSON-LESSING
TILL PRESENT DAYS: MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL ASPECTS*

Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk, Russia

The Yalguba ridge in Karelia is a unique geological object to study Paleoproterozoic variolitic lavas. The prominent Russian petrologist F. Yu. Levinson-Lessing was the first researcher who described them in details (1884). The present paper displays results of their up-to-date detail mineralogical and geochemical investigation. There are distinguished several generations of pyroxenes characterizing as main magmatic, so metamorphic zoning, which reflect variations of the melt composition and thermodynamic parameters during the crystallization process. Contents of main and trace elements were estimated in varioles and in the rock matrix. On the base of compared results of mineralogical and geochemical analyses, there are made conclusions about the consequence of crystallization of the immiscible melts and the role of contamination the basalt melt by crustal material.

Key words: Paleoproterozoic variolites, picrite lavas, pyroxenes, zoning, magmatic liquation.

ВВЕДЕНИЕ

История становления Российской науки во многом связана с деятельностью Санкт-Петербургского университета, основанного российским императором Петром I в 1724 г. Благодаря работам М. В. Ломоносова, его первого ректора, в деятельности университета с первых дней формируется геологическое направление исследований. Написанный М. В. Ломоносовым трактат «О слоях земных» (1763 г.) положил начало геологической науке в России и стал толчком для ее развития в университете. В 1819 г. здесь появляется кафедра минералогии и геогнозии, а в 1874 г. на ее основе образуются кафедры геологии (заведующий проф. А. А. Иностранцев) и минералогии (проф. М. В. Ерофеев). Один из учеников А. А. Иностранцева, академик Франц Юльевич Левинсон-Лессинг, стал основоположником петрографической науки России.

В процессе становления российской петрографической научной школы важную роль играли «особые» геологические объекты, привлекавшие внимание ученых своими необычными свойствами и служившие природной базой для разработки научных теорий. На Урале таким объектом стал район «Денежкин Камень» — его исследование положило начало теории формирования габбро-пироксенито-дунитовой формации; в Крыму — вулканический комплекс Карадаг, ставший основой для разработки методов палеовулканических исследований, а в Карелии — Ялгубский кряж, место, где впервые в России были описаны вариолитовые лавы и охарактеризован процесс ликвационного фракционирования. Все эти исследования проводились при непосредственном участии Ф. Ю. Левинсона-Лессинга и позволили ему разработать теоретические основы выделения породных формаций, сформулировать ключевые принципы систематики и номенклатуры магматических пород и создать идеологию петрохимического изучения породных ассоциаций.

Ялгубский кряж — один из уникальных геологических объектов России — сочетает в себе красоту природного ландшафта с интереснейшими геологическими образованиями — палеопротерозойскими вариолитовыми лавами. Их первое описание, выполненное А. А. Иностранцевым (1874 г.), и дальнейшее изучение, проведенное Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом и представленное в работе «Die Variolite von Jalguba in gouvernement Olonetz» (Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, в 1884 г.), сделали Ялгубу широко известной в научном мире. В ходе изучения пикробазальтов Ялгубского разреза впервые в России был апробирован метод поляризационного микроскопического изучения и геохимического анализа пород, результаты которых легли в основу разработки теории ликвационной дифференциации (Левинсон-Лессинг, 1885, 1935; цитируется по: Левинсон-Лессинг, 1949).

Под термином «вариолит» традиционно понимается магматическая горная порода, имеющая сферолитовую структуру, представленную округлыми обособлениями (вариолями или «глобулами») контрастного химического состава. Породы подобного типа были впервые описаны в галечных отложениях реки Дюранс (Приморские Альпы, Франция) и стали известны благодаря работам Ф. Циркеля. Формирование вариолитов Ялгубы рассматривалось в работах Ф. Ю. Левинсона-Лессинга (1885, 1935; цитируется по: Левинсон-Лессинг, 1949) в рамках модели ликвационной дифференциации — разделения первично гомогенного силикатного расплава на несколько (две или более) несмешивающихся фаз, которые в ходе кристаллизации могут застывать совместно или отделяться друг от друга под влиянием гравитационных

сил, что приводит к образованию контрастных по составу магматических пород.

В данной работе авторы поставили цель показать минералогическую уникальность ликвационных образований Ялгубского кряжа, отразить развитие научных концепций формирования вариолитов от времен Ф. Ю. Левинсона-Лессинга до наших дней и показать их важность для современной петрологии.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЛГУБСКОГО КРЯЖА

Вариолиты Ялгубы выявлены в небольшом кряже (превышение высот 60 м), окружающем Ялгубский залив Онежского озера в 20 км на северо-восток от г. Петрозаводска. Породы комплекса принадлежат к верхней части разреза суйсарской свиты, сформированной в палеопротерозое в интервале 2.0—1.97 млрд лет (Суйсарский..., 1999; Melezhik et al., 2012) и обнаженной в западной части Онежской структуры (рис. 1).

Суйсарская свита (название комплексу дано в 1935 г. В. М. Тимофеевым (1935) по «суйсарскому побережью» Онежского озера) сформирована высокомагнезиальными вулканитами пикробазальтового ряда, имеющими аналоги на территории Приладожья, Лапландии и Печенги (Онежская..., 2011). Разрез свиты представлен в основании базальтовыми туффитами (мощность 12 м) и массивными лавами пикробазальтов в переслаивании с туффитами (75 м); выше выполнен плагиоавгитовыми базальтами в чередовании с туфами и алевритами (100 м) и завершается лавами массивных авгитовых базальтов и их туфов (200 м) и лавами базальтов (30 м). Суйсарский комплекс перекрывается четвертичными отложениями. Общая мощность современного редуцированного разреза составляет 420 м, при этом лавы формируют 75 %, а вулканогенно-осадочные породы — 25 % разреза (Суйсарский..., 1999; Онежская ..., 2011). Субвулканические породы комплекса представлены некками, дайками и силлами долеритов, перидотитов, комагматичных лавам суйсарской свиты (Онежская ..., 2011).

Для пород комплекса получен Re-Os изохрона (по породам — перидотитам, габбро и минеральным фракциям ильменита и ульвошпинели) с возрастом 1969 ± 18 млн лет и Sm-Nd изохрона (для габброидов с привлечением данных по клинопироксену) с возрастом 1988 ± 34 млн лет ($MSWD = 1.84$, $n = 13$). Pb-Pb возраст, рассчитанный для пород и монофракций клинопироксена и плагиоклаза, равен 1985 ± 57 млн лет ($MSWD = 3.0$, $n = 18$) (Puchtel et al., 1998; 1999).

Рассматриваемый в работе разрез Ялгубского кряжа (рис. 1) характеризует верхнюю часть суйсарского комплекса и сложен мощными лавовыми потоками подушечных и массивных базальтов, чередующихся с потоками авгит-плагиофировых базальтов (Ф. Ю. Левинсон-Лессинг описал их как единый диабазовый комплекс), с маломощными (до 3 м) прослоями основных туфов (Светов, 2008; 2013).

МОРФОЛОГИЯ ЛИКВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Детальное исследование вариолитов, проведенное Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом, позволило выделить четыре типа глобул, различающихся внутренней структурой и окраской (Левинсон-Лессинг, 1885; цитируется по: Ле-