

Дайковый магматизм как индикатор раннепротерозойских рифтогенных процессов на северо-востоке Балтийского щита**Федотов Ж.А.**

Геологический институт Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, e-mail: fedotov@geoksc.apatity.ru

В архейском домене Балтийского щита широко проявился раннепротерозойский – карельский рифтогенез, сопровождаемый длительным эффузивным магматизмом и установлены разновозрастные рои даек. Полномасштабная корреляция вулканических формаций и роев базитовых даек возможна только в Кольском регионе. В финской части карельского кратона супракрустальные толщи сложены почти исключительно терригенными образованиями, а в Карелии вулканические породы раннего протерозоя имеют рассеянное распределение в пространстве. Полный набор вулканических формаций представлен в разрезе Печенгско-Варзугского зеленокаменного пояса карелид. Этому соответствует максимальное разнообразие даек в Кольском регионе. Печенгско-Варзугский раннепротерозойский пояс – самый крупный на Балтийском щите. Суммарная мощность слагающего его супракрустального комплекса 16–18 км. В стратиграфически выдержанном разрезе северной зоны зеленокаменного пояса установлено семь вулканических толщ, с которыми по составу пород хорошо коррелируются дайковые комплексы. К вулканическому поясу пространственно тяготеют проявления интрузивного мантийного магматизма.

По составу и относительному возрасту пород выделено 9 дайковых комплексов:

габброноритов с возрастом даек 2555 ± 65 , 2495 ± 13 и 2318 ± 130 млн. лет;

кварцевых долеритов с оценкой возраста дайки из Кировогорского карьера, полученной Sm-Nd методом П.А. Серовым, – 2041 ± 40 млн. лет;

прибрежный комплекс пикродолеритов с оценкой возраста 2217 ± 270 млн. лет, полученной Sm-Nd методом;

низкоглиноземистых микрогаббро;

высокотитанистых долеритов;

ферродолеритов;

ферропикритов с возрастом 1941 ± 3 млн. лет;

баренцевоморский дайко-силловый комплекс пойкилоофитовых долеритов возрастом 1908 ± 60 млн. лет;

лампрофиров с возрастом даек 1720 и 1760 млн. лет.

В регионе в целом доминируют раннепротерозойские дайки северо-восточного простирания. На юго-западной окраине Кольского стабильного блока располагается рой даек северо-западного простирания включающий дайки комплексов высокотитанистых долеритов, ферродолеритов и ферропикритов. По форме и характеру залегания тел выделяются два прибрежных комплекса, представленные силлоподобными пологозалегающими секущими телами и наклонными дайками, протягивающимися вдоль побережья Баренцева моря.

Корреляция разнофациальных проявлений магматизма. Рисунки 1 и 2 демонстрируют сходство состава пород разных фаций магматизма. Полностью совпадают фигуративные поля ферродолеритов и толеитовых базальтов. Дайковые габбронориты и кварцевые долериты близки вулканитам коматиит-базальтовой серии. Дайки комплекса ферропикритов близки пикробазальтам и родственным им интрузивным породам габбро-верлитовой формации. Менее определено сходство высокотитанистых долеритов и низкоглиноземистых микрогаббро субщелочным вулканитам нижнего ятулия. Корреляция лампроитов Порьей губы, дайковых и субвулканических лампрофиров основывается не только на близком возрасте и сильно обогащенности легкими РЗЭ, но и размещением их точек на рисунке 1 на одном тренде.

Корреляция по возрасту оказалась более сложной. Точно установлено, что образование даек нясьюкского роя, относящихся к комплексу ферропикритов, запаздывает на 40 млн. лет относительно пикробазальтового и габбро-верлитового магматизма. Временной интервал образования даек габброноритов и кварцевых долеритов 2500–2040 млн. лет превосходит время образования расслоенных массивов и вул-

канитов коматиит-базальтовой серии. Однако новая оценка возраста вулканитов куэтсарвинской вулканической толщи 2060 ± 2 млн. лет [Melezhik et al. 2007] делает неопределенным время завершения коматиит-базальтового вулканизма. Молодой возраст даек ферропикритов в западной части региона установлен по пересечению ими даек кварцевых долеритов Пурначская и кукшинская толщи толеитовых базальтов начинают разрез супракрустального Печенгско-Варзугского комплекса, поэму можно ожидать присутствие в восточной части региона даек ферродолеритов возрастом больше 2400 млн. лет.

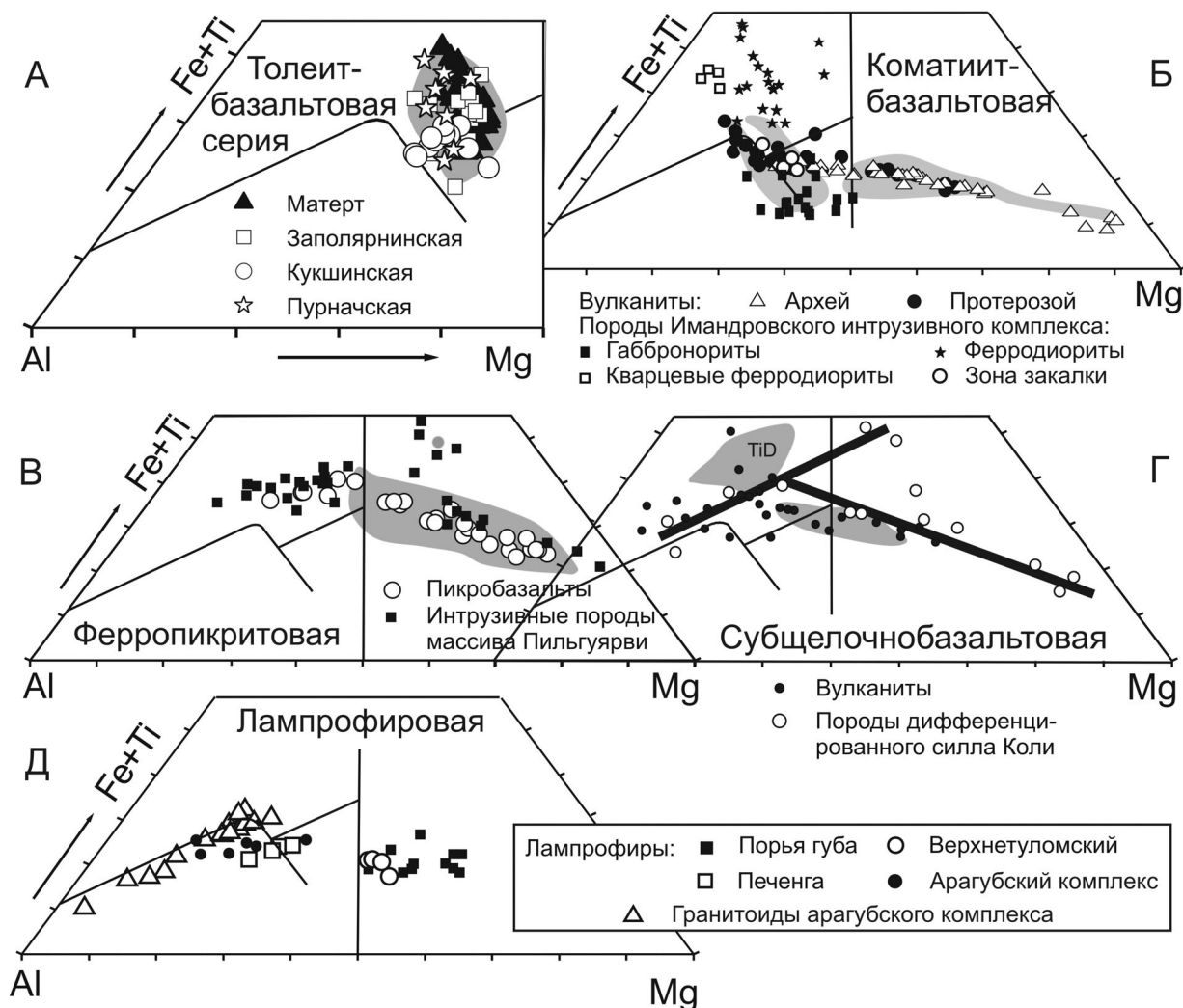


Рис. 1. Сопоставление вулканических и интрузивных формаций рифтогенного Печенгско-Варзугского комплекса с дайковыми комплексами раннего протерозоя Кольского региона по составу пород в координатах Mg-Fe+Ti-Al. Затененные поля – состав дайковых пород

Условия **раннепротерозойского мантийного магмогенеза**. Все разнообразие магматических пород укладывается в пять геохимически однородных серий: толеитбазальтовую, коматиитбазальтовую, субщелочнобазальтовую, ферропикритовую и лампрофировую. Породы толеитбазальтовой серии имеют наибольшую распространенность. Толеитовые базальты слагают четыре из семи вулканических толщ Печенгско-Варзугского рифтогенного пояса и составляют более половины объема всех вулканических пород. Дайки комплекса ферродолеритов, относящиеся к этой серии, представляют почти треть всех даек региона и широко распространены на остальной площади архейского ядра Балтийского щита. По составу они отвечают наиболее распространенным в природе базитовым магматитам – платобазальтам континентов. По времени проявления – являются проходными от архея до кайнозоя. Широкая распространенность и проходной характер даек ферродолеритов связаны с выплавлением их родоначальных магм из перидотитового субстрата на минимальных

глубинах. Согласно современным экспериментам снижение давления ведет к обогащению мантийных выплавов глиноземом и приближению их состава к базальтовому. Судя по характеру распределения РЗЭ в породах толеитбазальтовой серии, это происходит в литосферной мантии вблизи верхней границы зоны устойчивости граната на глубине около 90 км.

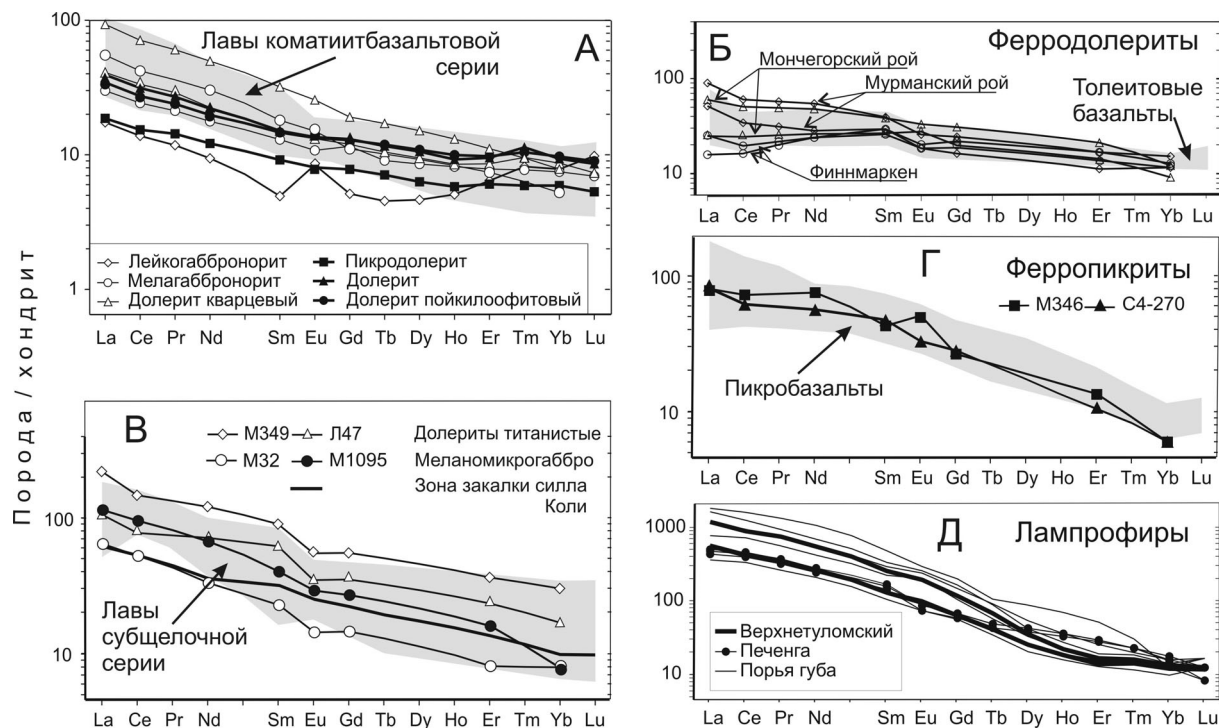


Рис. 2. Графики распределения нормированного по хондриту содержания редкоземельных элементов в породах раннепротерозойских даек

Второе место по распространенности занимают породы коматиитбазальтовой магматической серии. Вулканические породы представлены в трех вулканических толщах и составляют около 30% объема всех вулканитов Печенгско-Варзугского пояса. Дайки габброноритов и их аналоги, как и ферродолериты, распространены на всей площади архейского ядра Балтийского щита. В отличие от проходного характера дайковых комплексов толеитбазальтовой серии широкое развитие пород коматиитбазальтовой серии ограничивается в геологической истории ранним протерозоем. Такая эволюция магматизма отражает общее остывание планеты, ведущее к углублению зон магмогенерации и снижению степени плавления субстрата. Коматиитбазальтовый расплав отделялся от мантийного субстрата на большей глубине, чем родоначальный расплав толеитбазальтовой серии. Этим определяется большой наклон графиков распределения РЗЭ в его производных.

Дайковые комплексы титанистых долеритов и низкоглиноземистых микрогаббро являются наиболее вероятными комаматами дифференцированной серии субщелочных базальтоидов пиритиярвинской и умбинской свит Печенгско-Варзугского зеленокаменного пояса. Эти образования имеют ограниченное распространение. Образование родоначального расплава пород субщелочно-базальтовой серии отражает дальнейшее углубление зоны магмогенерации.

На большей глубине отделялся от субстрата ферропикритовый расплав, поэтому его производные на поверхности имеют еще меньшее распространение. Пикритобазальты составляют менее 1% в суммарном объеме вулканитов Печенгско-Варзугского комплекса, а дайки ферропикритов имеют ограниченное распространение, как по занимаемой площади, так и количественно.

Следует подчеркнуть, что ферропикритовый и толеитбазальтовый расплавы достигали земной поверхности одновременно и их извержения чередовались в маттертское время. Это свидетельствует о сосуществовании разноглубинных очагов магмогенерации и о возможном слоистом строении астеносферной зоны мантии.

Дайки лампрофиров завершают магматизм раннего протерозоя. Судя по фракционированности РЗЭ, родоначальный расплав лампрофиров зарождался при очень низкой степени плавления и отделялся от гранатосодержащего мантийного субстрата по механизму фильтрпрессинга. В противоположность этому родоначальные расплавы, рассмотренные выше, отделялись от субстрата при средней степени плавления и гравитационной сегрегации жидкости.

Эндегенные режимы дайкового магматизма. Из общей эволюции магматизма по всем параметрам выпадают два прибрежных дайко-силловых комплекса –пикродолеритовый и пойкилоофитовых долеритов. Их породы не имеют синхронных аналогов среди вулканитов Печенгско-Варзугского пояса. Распространенность и форма тел дают основание полагать, что прибрежные комплексы образовались в особой геодинамической обстановке. Их приуроченность к баренцевоморскому побережью, вытянутость даек и силлоподобных тел вдоль береговой линии, сложное блоковое их строение и пологое залегание свидетельствуют о внедрении основной магмы в трещины отрыва, оперяющие систему разломов Карпинского, определяющей современное положение Баренцевоморского побережья Кольского полуострова. Установление их раннепротерозойского возраста может свидетельствовать о том, что северо-восточная окраина Балтийского щита является пассивной окраиной Восточно-Европейской плиты не меньше двух миллиардов лет. Дайки остальных раннепротерозойских комплексов имеют субвертикальное залегание, ориентированы преимущественно по нормали или параллельно простиранию рифтогенного Печенгско-Варзугского зеленокаменного пояса и хорошо коррелируются по возрасту и составу с вулканитами, то есть напрямую связаны с рифтогенезом. Своим геологическим положением выделяются дайки лампрофиров. Площадь их развития выходит за пределы ареала распространения остальных дайковых комплексов, достигая коллизионной границы Кольского и Беломорского архейских блоков. Отсутствие деформаций и слабый метаморфизм лампрофиров в этой зоне свидетельствуют об их посторогенной и постколлизионной природе.

Литература

Melezhik V.A., Huhma H., Condon A.E. et al. Temporal constraints on the Paleoproterozoic Lomagundi-Jatuli carbon isotopic event // *Geology*. 2007. № 7. P. 655–658.

Биогенное породообразование в раннем протерозое Карелии

Филиппов М.М., Бискэ Н.С.

Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, e-mail: filippov@krc.karelia.ru

В раннем протерозое (2100–1800 млн. лет) на территории Карелии шло необычное по масштабам накопление органического вещества (ОВ). Основная его масса сосредоточена в породах заонежской свиты людиковийского надгоризонта, стратотипический разрез которого расположен в Онежском прогибе. Разнообразие шунгитоносных пород свиты, представленных известняками, доломитами, силицитами (лидитами), алевролитами, туфоалевролитами, туфами и туфосланцами, обусловлено их формированием в мелководном бассейне глинисто-карбонатного осадконакопления с синхронным базальтовым вулканизмом. В составе свиты выделено девять горизонтов высокоуглеродистых пород, среди которых известны разнообразные по форме локальные залежи с исключительно высоким содержанием ОВ (30–80%). Согласно гипотезе, развиваемой в работе [1], купольные залежи формировались в течение трех этапов. Первый этап знаменовался накоплением сапропелевых илов, содержащих ОВ биогенного происхождения, водный кремнезем, глинистые минералы, в подчиненном количестве карбонатный, терригенный и пирокластический материал, при этом ОВ, водный кремнезем и глинистые минералы в диагенезе формировали органо-минеральные соединения. После литификации осадков и образования покровов из более плотных пород в пределах локальных участков возникали благоприятные условия для развития складок нагнетания (диапиров) по горизонтам с ОВ. В этом процессе наблюдается постепенное обогащение центральных и верхних частей структур ОВ за счет дифференциации осадочного материала по плотности. Третий