

В. Д. СЛЮСАРЕВ, В. С. КУЛИКОВ

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БАЗИТ-УЛЬТРАБАЗИТОВОГО
МАГМАТИЗМА ПРОТЕРОЗОЯ**

(Представлено академиком В. И. Смирновым 22 VI 1972)

Исходя из сочетания направленности и цикличности в истории развития земной коры ⁽¹²⁾, мы предприняли попытку выяснить геохимическую направленность и цикличность базит-гипербазитового магмопроявления протерозоя на примере отдельных районов, расположенных в области преобладающего развития вулканитов спилито-диабазового ряда ⁽⁵⁾.

Основой для работы послужило формационное расчленение и сопоставление выделенных магматических комплексов основного и ультраосновного состава. При сопоставлении продуктов магматизма отдельных отрезков протерозоя использовались среднеарифметические составы выборок интрузивных пород и средневзвешенные составы лавовых образований соответствующих геологических эпох ⁽⁴⁾.

Протерозойский магматизм наиболее полно проявлен в синклинии Ветренный пояс на Балтийском щите, где выделено два ряда магматических

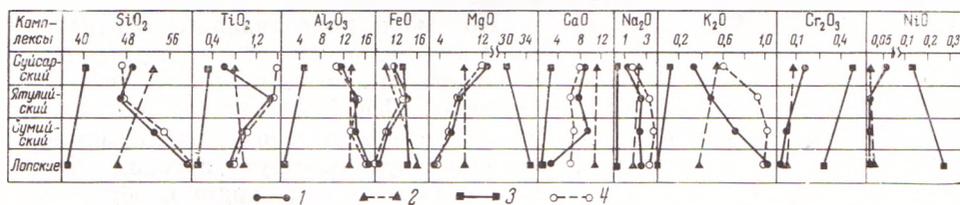


Рис. 1. Геохимические особенности базит-ультрабазитов юго-востока Балтийского щита. Синклиний Ветренный пояс: 1 — эффузивы; 2 — габброиды; 3 — ультрабазиты. Опежская мульда: 4 — эффузивы

комплексов: геосинклиальный (нижний протерозой) и эпигеосинклиальный (средний протерозой). Для раннего этапа геосинклиального цикла (лопий) характерно широкое развитие диабаз-андезитового комплекса (альбитофиры, андезиты, диабазы и их туфы), появление габброидов (слабо дифференцированные тела габбро-амфиболитов) и апогарцбургитовых серпентинитов; на поздних этапах формировался сумийский диабазовый комплекс (диабазы, реже андезиты). Эпигеосинклиальный цикл представлен ятулийским диабазовым комплексом и суйсарским эффузивно-интрузивным, состоящим из вулканитов (толеитовые оливиновые базальты) и многочисленных тел габброидов и перидотитов (верлиты, реже плагиоклазосодержащие лерцолиты). Таким образом, во времени происходит закономерная смена генетических типов эффузивных (преимущественно андезиты лопия → андезито-базальты сумия → толеитовые базальты ятулия → оливиновые толеиты суйсария) и интрузивных (лопские ультрабазиты чистой линии → базальтоидные перидотиты суйсария) образований. В соответствии с этим ведущей геохимической особенностью эволюции протерозойского магмопроявления является антидромная направленность эффузивного и гомодромная интрузивного магматизма (рис. 1 и 2). Для вулканитов четко устанавливается постепенное увели-

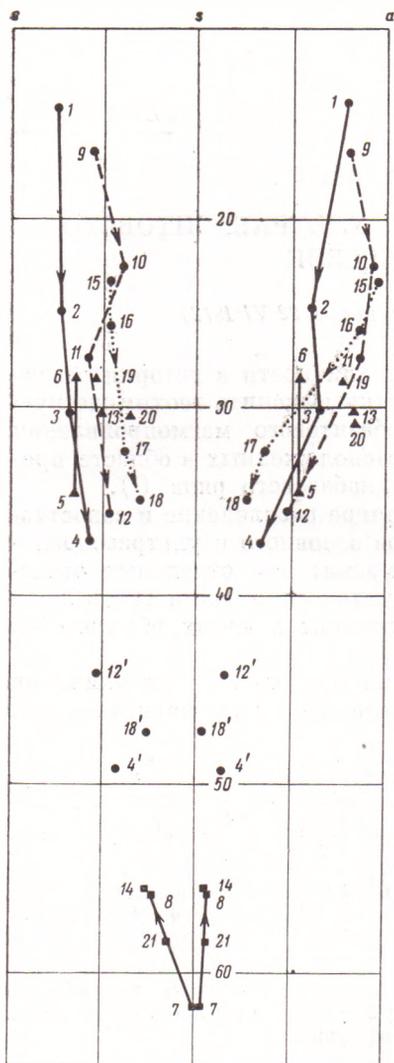


Рис. 2. Геохимическая эволюция базит-ультрабазитового магматизма протерозоя юго-восточной части Балтийского щита. Сянклинорий Ветренный пояс. Эффузивные образования: 1 – лопий; 2 – сумий; 3 – ятулий; 4 – суйсарий, 4' – пикритовые базальты суйсария. Интрузивные образования. Габброиды: 5' – лопий; 6 – суйсарий. Ультрабазиты: 7 – лопий; 8 – суйсарий. Онежская мульда. Эффузивные образования: 9 – лопий (Хаутаваара, по данным С. И. Рыбакова); 10 – сумий (по данным А. И. Голубева); 11 – ятулий⁽⁹⁾; 12 – суйсарий, 12' – пикритовые порфириты суйсария; 13 – габброиды (суйсарий); 14 – перидотиты (суйсарий). Печенгская мульда. Эффузивные образования⁽¹⁰⁾: 15 – 1-я толща; 16 – 2-я толща; 17 – 3-я толща; 18 – 4-я толща; 18' – метанакриты 4-й толщи. Интрузивные образования⁽²⁾: 19 – габбро-диабазы; 20 – габбро-дифференцированных интрузий; 21 – перидотиты

чение концентраций мафических компонентов при соответствующем уменьшении салических. Противоположные тенденции присущи интрузивному магматизму. При общем уменьшении концентрации щелочей в базальтоидах и их увеличении в интрузивах во времени в обоих случаях сохраняется преобладание натрия над калием.

По мере консолидации структурной зоны в протерозое отмечается уменьшение контрастности составов вулканитов и интрузивов, сформировавшихся в одну и ту же геологическую эпоху, наблюдается появление вулcano-плутонических формационных типов, что, видимо, обусловлено уменьшением степени дифференциации выплавляющегося материала.

Работами последних лет установлено, что магматические комплексы Онежской мульды и Хаутаваарской синклинали, также расположенных в юго-восточной части Балтийского щита, по геологопетрографическим и геохимическим особенностям близки соответствующим образованиям Ветренного пояса при наличии в то же время локальной геохимической специфики. Так, в Онежской мульде, по сравнению с Ветренным поясом, слабее развит суйсарский комплекс и более интенсивно – ятулийский, а в целом продукты магматизма в первом случае менее хромистые, но более кислые и титанистые. Поэтому на фоне общего увеличения концентраций титана во времени, видимо, не случайно появление в конце среднего протерозоя титаномагнетитовых месторождений, генетически связанных с габбро-диабазами и пространственно примыкающих к Онежской мульде. Подобные закономерности эволюции базит-ультрабазитового магматизма, в особенности среднего протерозоя, установлены и в ряде других структур докембрия: антидромное развитие ятулийского вулканизма⁽⁹⁾ и наличие постъятулийских ультрабазитов⁽⁸⁾ в Карелии, антидромное развитие эффузивного^(3, 10) и интрузивного⁽²⁾ магматизма Печенгского синклинория. Поэтому представляется целесообразным выделение единой среднепротерозойской (ятулий+суйсарий) перидотит-габбро-толеитовой формации Карелии, проявившейся с различной полнотой и интенсивностью в различных структурно-фациальных зонах.

Элементы цикличности базис-ультрабазитового магматизма протерозоя заключаются в следующем: 1) в закономерной смене базальтов ультрабазитами в лопии и суйсарии; 2) в антидромном развитии вулканизма внутри циклов с появлением на их заключительных этапах (сумий, вешсий⁽¹⁴⁾) магматизма, более присущего последующему циклу, т. е. магмообразование, очевидно, опережает последующую тектоническую перестройку и наступление качественно нового этапа в развитии земной коры; 3) в наиболее интенсивном проявлении колчеданной минерализации в начальные этапы циклов (сульфиды железа — лопий, сульфиды меди — ятулий). Наблюдаемые закономерности геохимической направленности и цикличности являются, по-видимому, отражением единого и периодически повторяющегося глубинного процесса, механизм которого проблематичен.

С одной стороны, возможна миграция магматических очагов в области больших давлений (глубин), что вытекает из экспериментальных данных об увеличении основности базальтовых магм с глубиной^(19, 20, 23). Подтверждением этому, судя по опытным данным⁽²²⁾, служит также прогрессивное увеличение концентрации титана с увеличением глубины зарождения базальтовых магм. Это подтверждается прямыми геолого-геофизическими наблюдениями⁽¹⁸⁾ и многочисленными эмпирическими данными о важной роли титана при расчленении базальтоидов^(8, 13, 15, 16, 21) и ультрабазитов^(11, 13) на генетические и формационные типы. С другой стороны, возможна эволюция вещества верхней мантии в процессе неоднократного выплавления и отделения расплавов по механизму типа зонного плавления⁽¹⁾, сопровождающегося дегазацией, особенно интенсивной в начальные стадии циклов.

Однотипная в целом повторяемость магматических явлений в различных структурно-фациальных зонах при наличии геолого-геохимической специфики в каждом конкретном случае может быть обусловлена гетерогенностью мантийного субстрата^(7, 16, 22) или различной степенью его выплавления.

Институт геологии Карельского филиала
Академии наук СССР
Петрозаводск

Поступило
20 VI 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Химическая эволюция Земли. 1-е чтение им. В. И. Вернадского, М., 1959. ² Г. И. Горбунов, В сборн. Основной магматизм северо-восточной части Балтийского щита, Л., 1969. ³ В. Г. Загородный и др., Геологическое строение печенгской осадочно-вулканогенной серии, М.—Л., 1964. ⁴ К. О. Кратц, Геология карелид Карелии, Л., 1963. ⁵ К. О. Кратц, В. М. Чернов, В сборн. Проблемы литологии докембрия, Л., 1971. ⁶ В. А. Кутюлин, Статистическое изучение химизма базальтов, М., 1969. ⁷ Б. Г. Лутц, В кн. Связь поверхностных структур земной коры с глубинными, Киев, 1971. ⁸ А. В. Пекуров, ДАН, 188, 1 (1969). ⁹ А. П. Светов, Тр. Инст. геол. Карельск. фил. АН СССР, в. 1, Петрозаводск, 1968. ¹⁰ Ж. А. Федотов, В сборн. Материалы по геологии и металлогении Кольского п-ова, в. 2, Апатиты, 1971. ¹¹ В. Г. Фоминых, И. Н. Бушляков, Матер. IV Всесоюз. петрографич. совещ., Баку, 1969. ¹² В. Е. Хаин, В кн. Строение и развитие земной коры (Матер. II Всесоюз. совещ. по проблемам тектоники в Москве), М., 1964. ¹³ Д. С. Штейнберг и др., Зап. Всесоюз. мин. общ., 93, в. 5 (1964). ¹⁴ К. А. Шуркин, В сборн. Геология и глубинное строение восточной части Балтийского щита, Л., 1968. ¹⁵ F. Chayes, J. Geophys. Res., 69, 1573 (1964). ¹⁶ F. Chayes, D. Velde, Am. J. Sci., 263, 206 (1965). ¹⁷ R. Hutchison et al., Min. Mag., 37, 290, 726 (1970). ¹⁸ H. Kuno, Bull. Volcanol., 2 ser., 20, 37 (1959). ¹⁹ J. Kushiro, J. Geophys. Res., 73, 2, 619 (1968). ²⁰ J. Kushiro, Am. J. Sci., Schairer vol., 267-A, 269 (1969). ²¹ R. W. Le Maitre, J. Petrol., 9, 2, 220 (1968). ²² J. D. MacGregor, Am. J. Sci., Schairer vol., 267-A, 342 (1969). ²³ M. J. O'Hara, Earth-Sci. Rew., 4, 2, 69 (1968).