

УДК 624.131.4

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ БАЗАЛЬТАХ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК

В.М.Ладыгин¹, В.Н.Соколов¹, Э.М.Спиридонов¹, Ю.В.Фролова¹, М.С.Чернов¹

*¹ Геологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, 119991,
e-mail: skalka_1@mail.ru*

В статье рассматривается сложное внутреннее строение четвертичных базальтов с многочисленными разнообразными порами. Были исследованы химически разнообразные базальты из различных тектонических структур Земли – океанов, островных дуг, орогенов и платформ. С помощью электронного микроскопа LEO 1450VP во всех исследованных образцах удалось обнаружить, помимо относительно изометричных макропор, межкристаллическое поровое пространство и, что самое интересное - многочисленные микроканалы (диаметром от 1 до 100 микрон), пронизывающие всю породу.

В понятие "плотность" горных пород входят плотность в естественном сложении, плотность твердой фазы (удельный вес, плотность минеральных частиц) и пористость. Пористость подразделяется на общую и открытую, учитывающую сообщающиеся поры.

Термины «пористость», «поровое пространство» часто встречаются в научных статьях, особенно в инженерно-геологических, так как от величины пористости зависят практически все параметры физико-механических (инженерно-геологических) свойств.

Известны два типа пористости - первичная и вторичная. Первичная пористость возникает при формировании горных пород, вторичная образуется при их эпигенетических преобразованиях. Очевидно, что у различных типов горных пород пористость различается по величине и механизму образования. Одной из главных причин вариации пористости является генезис горных пород. В первую очередь это относится к вулканическим горным породам, для которых характерны: а) крайне широкий диапазон размеров пор - от субмикронного до огромных пещер, длиной в сотни м; б) величина пористости от 2 до 70% объема пород; в) чрезвычайное морфологическое разнообразие пор. Наибольший диапазон размеров газовых пустот отмечен у базальтов наземных потоков, наименьший – у субмаринных.

Первичная пористость вулканических горных пород образуется при выделении газов из магмы, а также при уменьшении объема при кристаллизации расплава. Величина первичной пористости, максимальное разнообразие по размерам пор и их морфологии характерны для геологически молодых эффузивов.

Наша работа посвящена изучению реального объёмного строения четвертичных базальтов, не затронутых эпигенетическими процессами. Были выбраны 10 образцов базальтов голоценового и плейстоценового возраста (табл. 1). Голоценовые базальты представляют оливиновые (ПИ-10а) и высокоглинозёмистые (ПИ-11) базальты островодужного типа, прорыв Пийпа 1964 г., Ключевской вулкан. Позднечетвертичные базальты представляют образцы из

Таблица 1. Физико-механические свойства эффузивных пород

№ обр.	Возраст	Плотность, г/см ³	Плотность твёрдой фазы, г/см ³	Пористость, %	V _p , км/с	V _s , км/с	Прочность на сжатие, МПа	Район
Пи-10а	Q ₄	2,65	2,92	9,2	2,5	1,6	127	Камчатка, вулк. Ключевской
Пи-11	Q ₄	2,12	2,92	29	2,4	1,2	22	Камчатка, вулк. Ключевской
Алтай-2	Q ₃₋₄	2,42	3,04	20	5,1	2,6	-	Алтай
S 18-10-128	Q ₂₋₃	2,89	3,05	5,2	6,45	3,7	250	Дно океана. Р-н о. Буве
66-6	Q ₂₋₃	2,45	2,98	18	4,75	3	61	Камчатка, вулк. Мутновский
17-14	Q ₂₋₃	2,56	2,93	14	4,25	2,5	-	Дно Атлант. океана, рейс 96.
Is-1	Q ₂₋₃	2,10	3,03	31	4,3	2,3	-	Израиль
96-21-6	Q	2,56	3,08	16	5,1	2,7	69	Дно Атлант. океана, рейс 96.
С-7-4 Арм.	Q ₁	2,47	2,78	11	4,4	2,6	90	Армения
Шпиц-31	Q ₁	2,45	2,98	18	4,95	3	98	о. Шпицберген

молодых лавовых потоков Алтае-Саянской области (Алтай-2). Средне-позднечетвертичные базальты представляют толеитовые базальты океанского дна района острова Буве (S 18-10-128, 17-14), известково-щелочные базальты Мутновского вулкана (66-6), щелочные базальты рифта Мёртвого моря (Is-1). Ранне-среднечетвертичные базальты представляют толеитовые базальты океанского дна в районе острова Буве, собранные в рейсе 96 (96-21-6). Плейстоценовые базальты представляют известково-щелочные базальты (андезибазальты) Армянского плато (С-7-4 Арм.) и щелочные базальты острова Шпицберген (Шпиц-31). В изученной коллекции имеются плотные разности с пористостью менее 11% (обр. ПИ-10а, S 18-10-128, С-7-4 Арм.); базальты с пористостью 14-18% (обр. 66-6, 96-21-6, 17-14, Шпиц-31) и базальты с пористостью более 20% (обр. ПИ-11, Алтай-2, Is-1) (см. табл.1).

При подготовке образцов для исследования их поверхности были слегка пришлифованы (см. рис. 3а, 5). Изучение пористости базальтов проведено с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1450VP высокого разрешения в лаборатории электронной микроскопии кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Обычно основной вклад в величину пористости дают достаточно крупные >1 мм поры – газовые пузыри. Наблюдения по нашим образцам это подтверждает (рис. 3а).

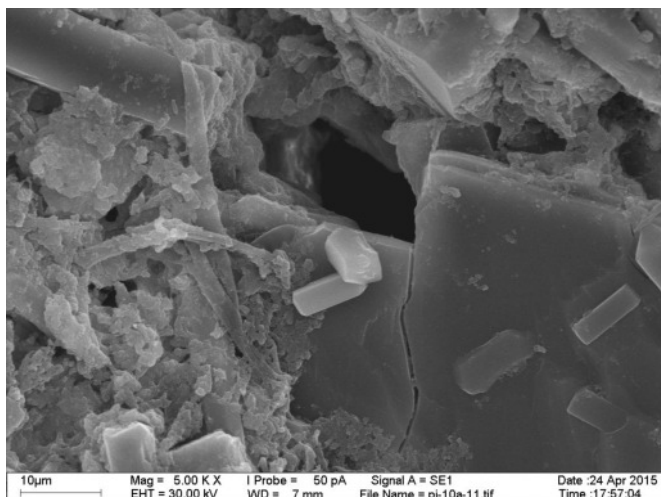


Рис. 1. Голоценовые оливиновые базальты островодужного типа, прорыв Пийпа 1964 г., Ключевской вулкан. Обр. ПИ-10а. Сочетание микропор двух типов – микроканала и в промежутках между кристаллами цементирующей массы.

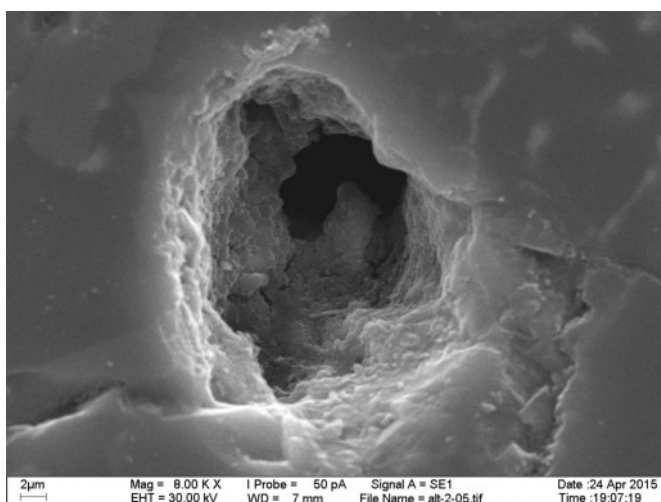


Рис. 2. Позднечетвертичные базальты из молодых лавовых потоков Алтае-Саянской области. Обр. Алтай-2. Ясно выраженный микроканал.

Как установлено, значительную часть порового пространством представляют микропоры двух типов:

1) сложной, в первом приближении изометричной формы в промежутках между микрокристаллами цементирующей массы базальтов (рис. 1, 3б, 6);

2) впервые обнаруженные каналы – протяжённые микропоры со сложной морфологией, иногда примерно изометричные в поперечном сечении (рис. 1, 2, 3а, 3б, 4а, 4б, 5, 6). Они присутствуют во всех изученных образцах базальтов, независимо от их возраста, химического состава, тектонического положения, как в наземных, так и в субмаринных. Диаметр таких каналов варьирует от 1-2 до 100 микрон и более. Количество таких каналов весьма велико – от 5-20 до 90-140 на 1 мм². Нередко эти каналы располагаются в разных частях крупных пор.

Очевидно, что именно такие каналы служили путями миграции гидротермальных и метаморфогенно - гидротермальных растворов, под действием которых свежие вулканы активно превращались в зеленокаменные или краснокаменные метавулканы – мандельштейны с карбонатами, хлоритом, кварцем, халцедоном (агатами), цеолитами.

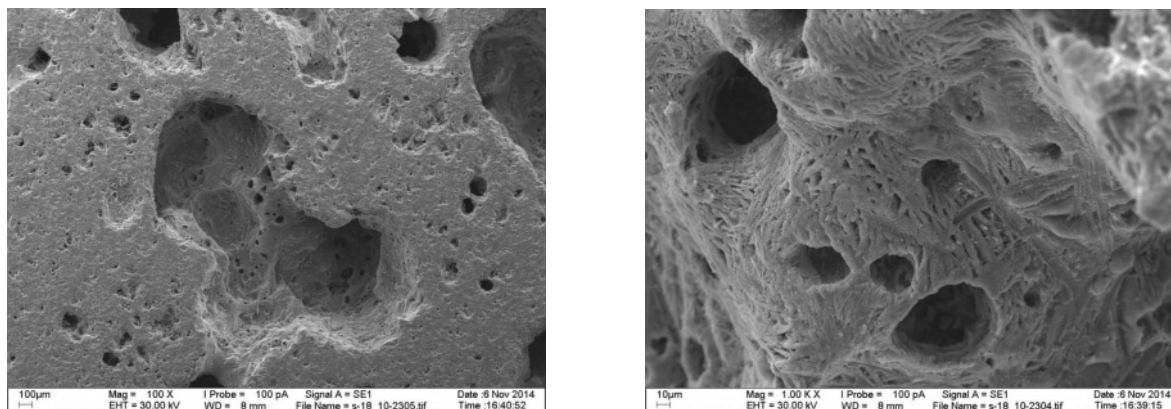


Рис. 3. Средне-позднечетвертичные толеитовые базальты океанского дна района острова Буве. Обр. S 18-10-128. *а* – пришлифованная поверхность образца с разнообразного типа порами; *б*–деталь рис. 3а, сочетание различных типов микропор.

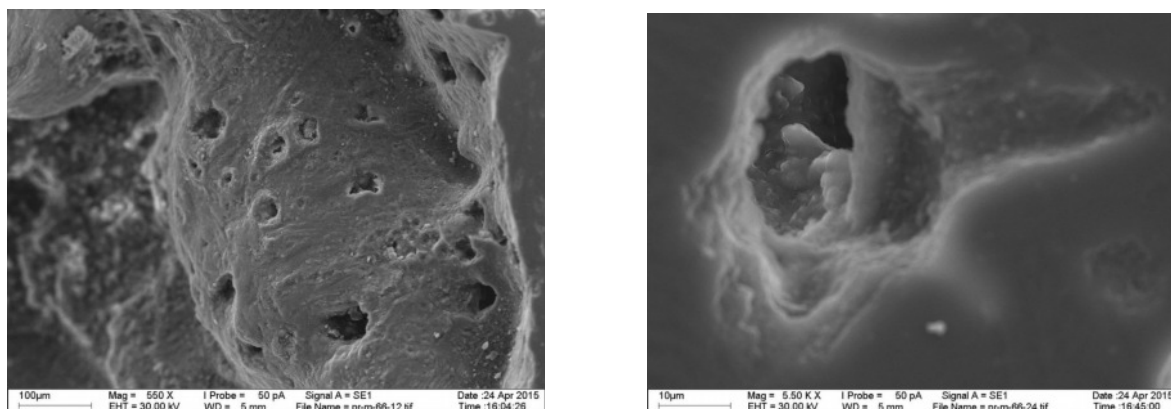


Рис. 4. Средне-позднечетвертичные известково-щелочные базальты Мутновского вулкана Обр. 66-6. *а* – серия микроканалов, *б*–один из них, ярко выраженный.

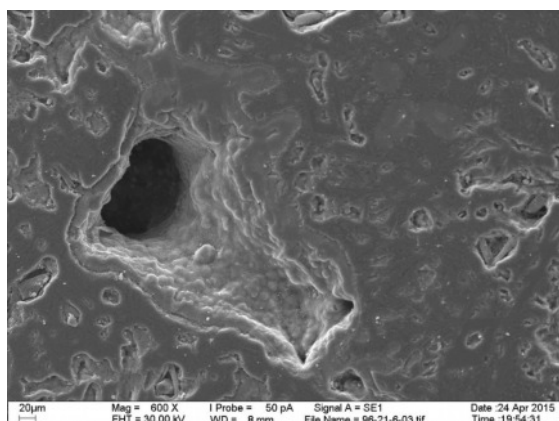


Рис. 5. Ранне-среднечетвертичные толеитовые базальты океанского дна в районе острова Буве, собранные в рейсе 96. Обр. 96-21-6. Микропора, образованная действием нескольких микроканалов разного размера.

Выводы

1. С помощью электронной микроскопии высокого разрешения в свежих базальтах различного состава и геодинамических обстановок выявлен широко распространённый новый

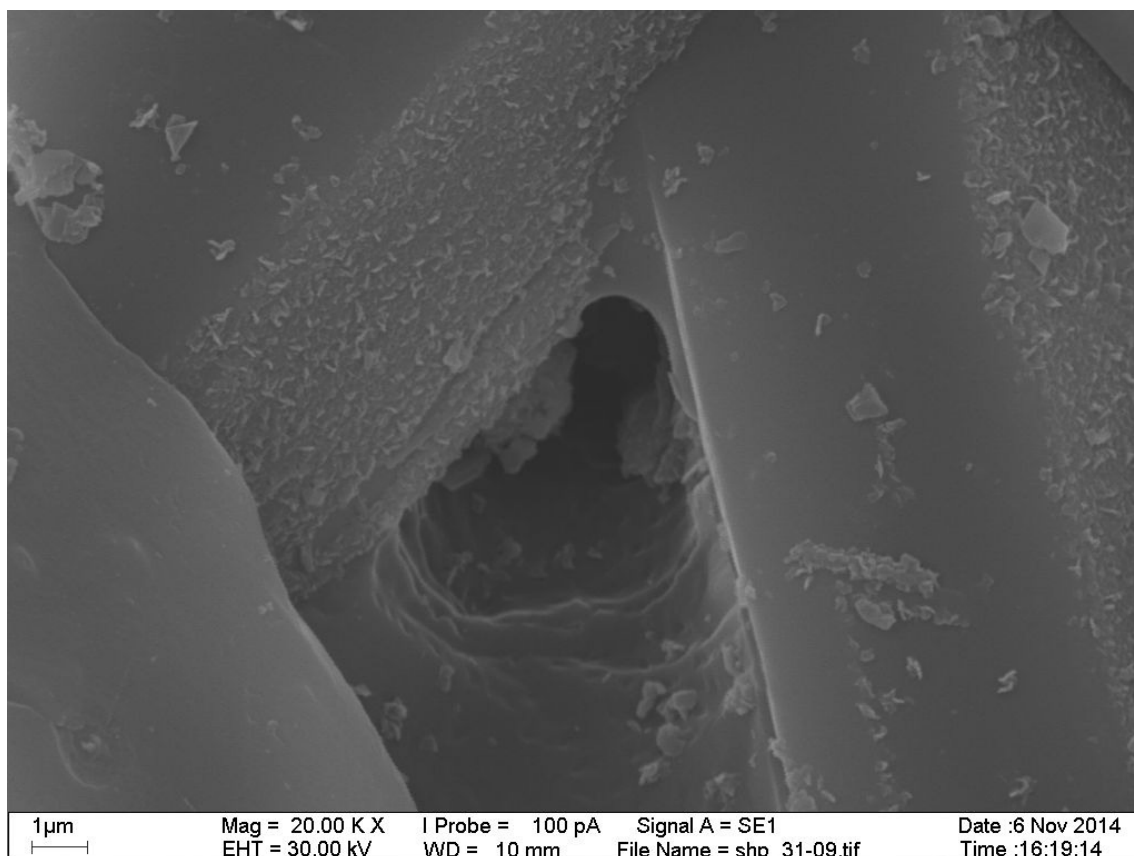


Рис. 6. Плейстоценовые щелочные базальты острова Шпицберген. Обр. Шпиц-31. Ярко выраженный микроканал.

тип пористости - в виде протяжённых тонких каналов с диаметром от 1-2 до 100 мкм и более. Количество таких каналов весьма велико – от 5-20 до 90-140 на 1 мм².

2. Обнаруженные микропоры - каналы являются вероятными путями миграции фильтрующихся сквозь вулканы гидротермальных растворов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №16-05-00501). Результаты исследования получены при использовании оборудования, полученного в рамках реализации Программы развития МГУ имени М.В.Ломоносова.