

ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ПРОПУСКАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ СТЕКОЛ В «ВОДНОЙ» ОБЛАСТИ

М. А. Крылова, С. М. Лебедева, В. Н. Быков

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия, maryakrylova@mail.ru

Стекла базальтового состава обычно образуются при подводном излиянии базальтовой магмы в условиях быстрого охлаждения при контакте с водой. Соответственно исследование состояния воды в базальтовых стеклах представляет большой интерес. Содержание воды в базальтовых стеклах низкое и обычно не превышает 1 мас. % [Danyushevsky et al., 1996; Johnson et al., 1994]. Низкие содержания воды в базальтовых стеклах связаны с малыми содержаниями воды в базальтовых магмах и ее низкой растворимостью в расплаве при небольших давлениях, характерных для излияния магмы в приповерхностных условиях.

Для исследования воды в природных стеклах базальтового состава были подготовлены образцы из корочек закалки базальтов из различных зон тройного сочленения Буве (табл. 1). Образцы распиливались на плоскопараллельные пластины, которые шлифовались на корундовых порошках с размером зерен 28, 10, 5 мкм и полировались на алмазных пастах с размером зерен 2 и 1 мкм. Толщина пластин зависела от двух факторов: прозрачности стекла и общего содержания воды. В ходе пробных экспериментов было определено, что оптимальная толщина для пластин равна 0.1–0.5 мм для стекол с содержанием воды выше 5 мас. % и 1–2 мм для стекол с более низким содержанием воды.

Все инфракрасные спектры регистрировались на однолучевом ИК Фурье-спектрометре NEXUS, оснащенного ИК микроскопом Continuum. Этот ИК Фурье-спектрометр нового поколения позволяет получать ИК спектры пропускания, отражения и НПВО высокого качества в диапазоне 400–7400 см⁻¹ (средняя и ближняя область ИК-излучения) с разрешением от 0.01 до 4 см⁻¹.

ИК спектры исследованных стекол подобны, и характерный инфракрасный спектр базальтового стекла приведен на рисунке 1. В этих спектрах наблюдается широкая асимметричная полоса с максимумом около 3550 см⁻¹, которая имеет протяженное крыло, распространяющееся в область более низких волновых чисел. Эта полоса связана с фундаментальными валентными колебаниями ОН-групп, и она обусловлена вкладом как молекулярной воды, так и гидроксильных групп, существующих в стеклах.

Наряду с этой полосой наблюдается полоса в области 1630 см⁻¹, обусловленная деформационными колебаниями молекул воды. Полоса в этой области является характеристической полосой молекулярной воды, и она отсутствует в случае, когда вода в стеклах находится в форме гидроксильных групп.

По линейной интенсивности полосы 3550 см⁻¹ было определено общее содержание воды в базальтовых стеклах с использованием коэффициента молярного поглощения для стекол базальтового состава, значение равно $\varepsilon = 63$ литр·моль⁻¹·см⁻¹ [Dixon et al., 1994]. Для количественных измерений содержания воды в стеклах и расплавах удобно применять упрощенную формулу [Stolper, 1982]:

$$C = \frac{18,015 \cdot A}{d \cdot \rho \cdot \varepsilon} \times 100,$$

где C – концентрация H₂O групп (вес. %); 18.015 – молярная масса воды (г/ моль); A – интенсивность линии поглощения; d – толщина пластинки (см); ρ – плотность стекла (г/литр); ε – коэффициент молярного поглощения (литр·моль⁻¹·см⁻¹).

Установлено, что содержание воды в базальтовых стеклах не превышает 1.32 вес. %. Содержание воды в исследуемых базальтах приведены в таблице 1. Следует отметить, что относительно неизменные стекла S18-48/6 S18-10/7 содержат малые количества

воды, тогда как образцы S18-16/12 S18-31/1 S18-16/37 являются достаточно сильно раскристаллизованными, и они содержат значительные количества воды. В этих образцах также наблюдается интенсивная полоса в области 1630 см^{-1} , что говорит о том, что в них присутствует значительные количества молекулярной воды. В образцах S18-48/6, S18-48/20, S18-10/7 полоса в области 1630 см^{-1} отсутствует, и соответственно, в них вода находится только в форме гидроксильных групп. Это согласуется с результатами работ по экспериментально гидратированным стеклам [Dixon et al., 1994; Newman et al., 1986; Stolper, 1982], в которых показано, что при низких общих содержаниях воды она растворяется в расплавах как гидроксильные группы, а при высоких – доминирует молекулярная форма воды.

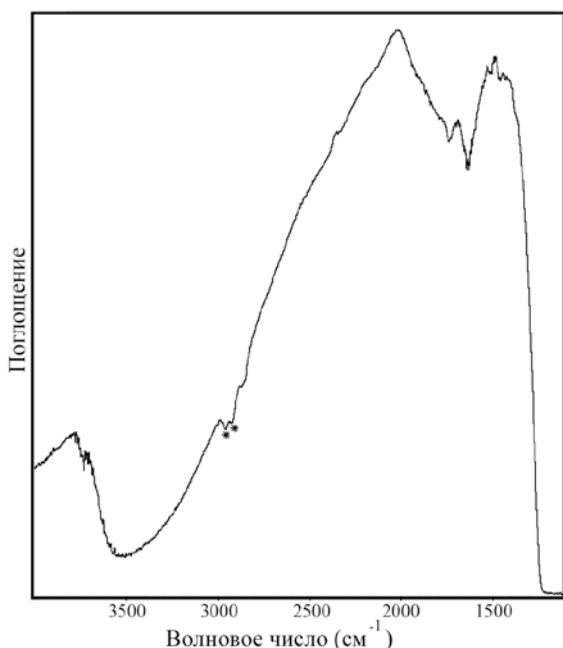


Рис. 1. ИК спектр поглощения базальтового стекла (образец S18-10/7). Полосы, обозначенные звездочками, являются артефактами и связаны с особенностями приготовления образцов.

групп, тогда как в ИК спектрах образцов с повышенным содержанием H_2O появляется полоса в области 1630 см^{-1} , связанная с деформационными колебаниями молекулярной воды. Показано, что эти образцы характеризуются большей степенью раскристаллизации стекла.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 07-05-96031, 07-05-96046) и грантов молодых ученых УрО РАН, РНП 2.1.1/5741.

Литература

- Danyushevsky L. V., Sobolev A. V., Dmitriev L. V. Estimation of the pressure of crystallization and H_2O content of MORB and BABB glasses: calibration of an empirical technique // *Mineralogy and Petrology*. 1996. V. 57. № 3–4. P. 185–205.
- Dixon J. E., Stolper M. E., Holloway J. R. An experimental study of water and carbon dioxide solubilities in mid-ocean ridge basaltic liquids // *J. Petrol.* 1994. V. 35. P. 1–87.
- Johnson M. C., Anderson A. T., Retherford M. J. Pre-eruptive volatile contents of magmas // *Rev. Mineral.* 1994. V. 30. P. 281–330.
- Newman S., Stolper E. M., Epstein S. Measurement of water in rhyolitic glass: Calibration of an infrared spectroscopic technique // *Am. Miner.* 1986. V. 71. № 11–12. P. 1527–1541.
- Stolper E. W. Water in Silicate Glasses: An Infrared Spectroscopic Study // *Contribution Mineralogy and Petrology*. 1982. V. 81. № 1. P. 1–17.

Таблица 1

Содержание воды в океанических базальтах (вес. %)

№ образца	Содержание H_2O , %	Место отбора
S18-16/37	1.32	Рифтовая долина ЮЗИХ
S18-16/12	1.03	
S18-30/3	0.88	
S18-31/1	0.61	
S18-37/2	0.54	Рифтовая долина САХ
S18-48/20	0.35	
S18-48/6	0.13	Трансформный разлом Буве
S18-10/7	0.26	

Исследования инфракрасных спектров пропускания макрообразцов базальтовых стекол показали, что содержание воды в них лежит в интервале 0.13–1.32 вес. %. Установлено, что в стеклах с низким содержанием воды она находится в форме гидроксильных

групп, тогда как в ИК спектрах образцов с повышенным содержанием H_2O появляется

полоса в области 1630 см^{-1} , связанная с деформационными колебаниями молекулярной

воды. Показано, что эти образцы характеризуются большей степенью раскристаллизации

стекла.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований

(гранты № 07-05-96031, 07-05-96046) и грантов молодых ученых УрО РАН, РНП 2.1.1/5741.