

Анализ спектров комбинационного рассеяния при исследовании форм растворения водорода, азота и кислорода в продуктах плавления ранней мантии Земли

А. А. Кадик¹, Ю. А. Литвин², В. В. Колташев³, В. Г. Плотниченко³, Т. И. Цехоня¹,
Н. Н. Кононкова¹

¹Институт геохимии и аналитической химии РАН им. В. И. Вернадского, Москва

²Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

³Научный центр волоконной оптики РАН, Москва

kadik@geokhi.ru; kvv@fo.gpi.ru

Изучены стекла, полученные в ходе эксперимента в системе $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)_{80}-(\text{FeO})_{20} + \text{Si}_3\text{N}_4$. Проведены анализ и разложение Раман спектров на составные полосы в области $2800\text{--}3800\text{ см}^{-1}$. Корреляционная зависимость интенсивности полос спектра от летучести кислорода $\Delta\lg f\text{O}_2(\text{IW})$ позволяет разложить их на несколько групп и с их помощью выявить отдельные молекулы и комплексы в экспериментальных образцах.

Ключевые слова: эксперимент, формы растворения O, H и N; железо-силикатная система, ИК и КР спектроскопии.

Ссылка: Кадик, А. А., Ю. А. Литвин, В. В. Колташев, В. Г. Плотниченко, Т. И. Цехоня, Н. Н. Кононкова (2012), Анализ спектров комбинационного рассеяния при исследовании форм растворения водорода, азота и кислорода в продуктах плавления ранней мантии Земли, *Вестник ОНЗ РАН*, 4, NZ9001, doi:10.2205/2012NZ_ASEMPG.

Для выявления форм нахождения летучих компонентов в железо-силикатном расплаве было проведено изучение спектров комбинационного рассеяния (КР) стекол – продуктов эксперимента. Эксперимент проведен на установке anvильного типа при давлении 4 ГПа и 1550 °С в условиях контролируемой летучести водорода. Исходный материал для опытов представлял собой тонкодисперсную смесь альбитового $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$ стекла (80 вес. %) и FeO (20 вес. %), к которой был добавлен порошкообразный нитрид кремния (Si_3N_4) в количествах 1, 3, 5 и 7 вес. % (образцы L5, L6, L7, L8, соответственно).

Образцы получены на установке anvильного типа при давлении 4 ГПа и 1550 °С в условиях контролируемой летучести водорода. Исходный материал для опытов представлял собой тонкодисперсную смесь альбитового $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$ стекла (80 вес. %) и FeO (20 вес. %), к которой был добавлен порошкообразный нитрид кремния (Si_3N_4) в количествах 1, 3, 5 и 7 вес. %.

Были измерены спектры комбинационного рассеяния (КР) стекол в области $20\text{--}4200\text{ см}^{-1}$. Анализ спектров, разложение на составные полосы, производилось в диапазоне $2800\text{--}3800\text{ см}^{-1}$, рис. 1. Приближенная нормировка спектров приводилась на полосу в районе 490 см^{-1} – основную полосу силикатного стекла. Разложение исходного спектра на гауссовы компоненты происходило с учетом положения и полуширины компонент в спектрах, где они явно определены. Условно полосы можно разбить по корреляции интенсивности на следующие группы:

– полоса на 2915 см^{-1} , характеризует молекулу CH_4 , ее интенсивность растет с увеличением $\Delta\lg f\text{O}_2(\text{IW})$;

– 2 полосы, основная с максимумом на $3550\text{--}3570\text{ см}^{-1}$ и ее широкий низкочастотный хвост на 3163 см^{-1} , основная компонента – уширенный и смещенный спектр ОН-групп в чистом кварцевом стекле, дополнительная, скорее всего, характерна для наших образцов, интенсивность обеих полос растет с увеличением $\Delta\lg f\text{O}_2(\text{IW})$;

– широкая ($\sim 120\text{--}160\text{ см}^{-1}$) полоса с максимумом в районе 3300 см^{-1} , может характеризовать молекулярную воду в наших образцах, ее интенсивность в противовес ОН-группам, уменьшается;

– 2 узкие ($28\text{--}30\text{ см}^{-1}$) полосы на 3185 и 3288 см^{-1} , их концентрация растет с уменьшением $\Delta\lg f\text{O}_2(\text{IW})$;

– 2 полосы на 3320 см^{-1} и $3370\text{--}3390\text{ см}^{-1}$ (четкое разложение полосы затруднено из-за малой интенсивности), их концентрация растет с уменьшением $\Delta\lg f\text{O}_2(\text{IW})$.

Последние 4 компонента могут быть приписаны комплексам NH_2^+ ($\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{NH}_2$) и NH_2^- ($\equiv\text{Si}-\text{NH}_2$) соответственно. По другой интерпретации эти полосы могут характеризовать молекулу NH_3 и ион NH_4^+ соответственно.

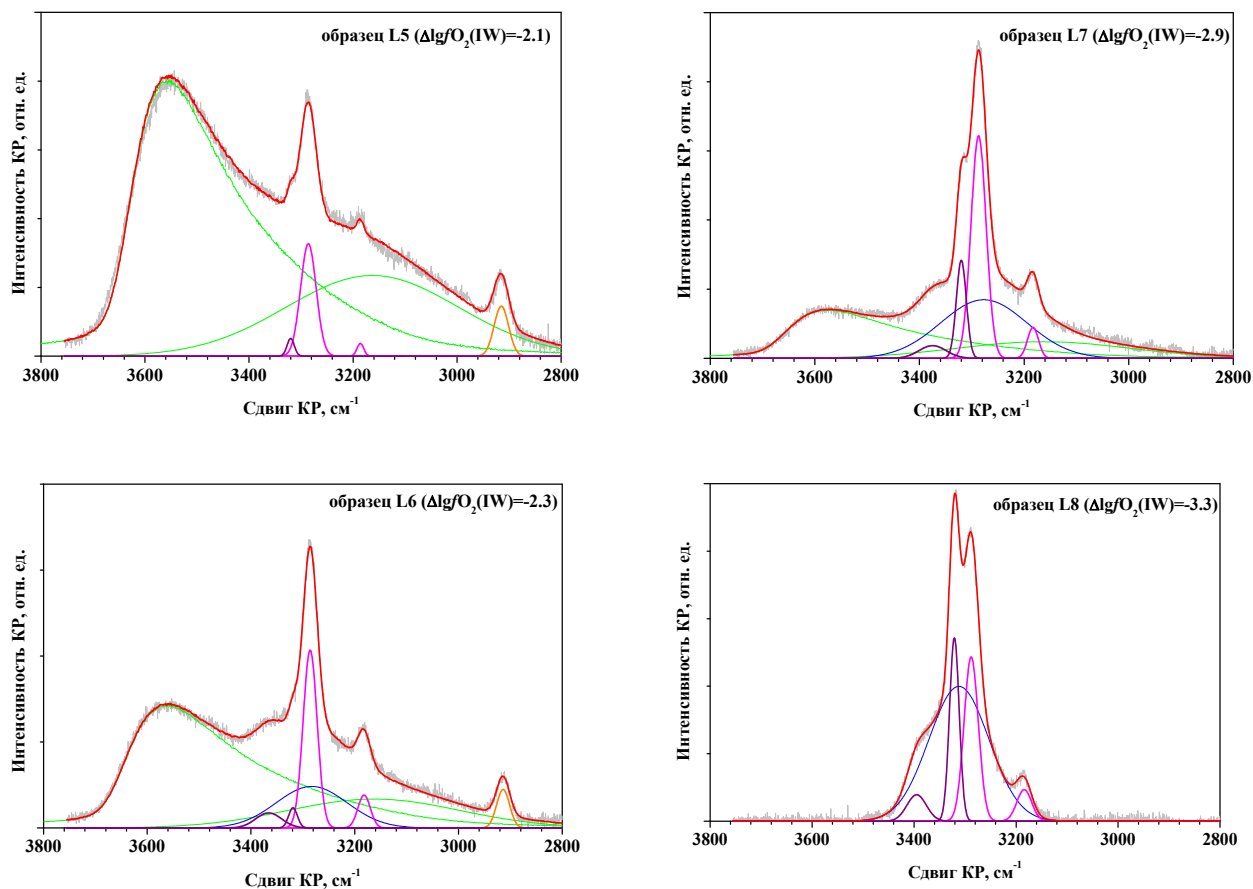


Рис. 1. Разложение спектров КР на составные полосы для образцов L5–L8

Результаты анализа сведены в таблицу.

Таблица. Результаты анализа КР спектров образцов L5–L8

$\Delta \lg/\text{O}_2(\text{IW})$ cm^{-1}	-2.1	-2.3	-2.9	-3.3
3540–3570	OH^-	OH^-	OH^-	–
3330	–	H_2O	H_2O	H_2O
3390	–	NH_4^+	NH_4^+	NH_4^+
3320	NH_4^+	NH_4^+	NH_4^+	NH_4^+
3288	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3
3185	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3
2915	CH_4	CH_4	–	–

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант № 11-05-00926, Программа П-24, ОНЗ-8.