

РАСТВОРИМОСТЬ ВОДЫ И УГЛЕРОДА В СТРУКТУРЕ
ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ИЗ МАНТИЙНЫХ КСЕНОЛИТОВ
В БАЗАЛЬТАХ И КИМБЕРЛИТАХ

Бабушкина М.С.¹ (msbab@mail.ru), Семенова Т.Ф.²
(tfsemenova@yandex.ru), Петрова М.Н.² (masyakin@inbox.ru)
Санкт-Петербургское отделение. ¹ ИГГД РАН, ² СПбГУ

WATER AND CARBON SOLUBILITY IN ROCK-FORMING MINERAL
STRUCTURES OF MANTLE XENOLITHS IN BASALTS AND
KIMBERLITES

Babushkina M.S.¹, Semenova T.F.², Petrova M.N.²
Saint Petersburg branch. ¹ IPGG RAS, ² SPSU

При определении водного бюджета мантии большое значение имеет информация о содержании и локализации летучих в структуре стехиометрически безводных породообразующих минералов (NAM: оливины, ортопироксены, клинопироксены, гранаты) мантийных пород. В структурах минералов мантийных ксенолитов из базальтов (Шпицберген, Прибайкалье) и кимберлитов (трубка Удачная) изучено содержание и формы H₂O и углерода, локализация воды в структуре клинопироксена. С учетом модального минерального состава ксенолитов рассчитано содержание структурной воды в ксенолите (H₂O^{xen}_{tot}), определены доли H₂O и углеродных группировок в каждом из них. Для выявления факторов, влияющих на растворимость воды в структурах NAM, и определения условий ее сохранности изучены парагенетические ассоциации, определен химический состав минералов (электронный микрозонд), степень окисления железа $\varphi = \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}$ (мессбауэровская спектроскопия). Это позволило определить термодинамические условия (T , P , f_{O_2}) равновесия минералов с помощью модифицированных гранат-ортопироксенового термобарометра и двупироксенового термометра (Никитина и др., 2010). Фугитивность кислорода рассчитана с помощью оливин-ортопироксен-шпинелевого (Wood, 1990) и гранат-оливин-ортопироксенового (Gudmundsson, Wood, 1995) геооксибарометров.

Определение форм структурной воды и углерода в минералах производилось с помощью метода инфракрасной Фурье-спектроскопии с использованием монокристаллических препаратов. Содержание воды (в ppm) определялось на основе интегральных интенсивностей полос поглощения валентных колебаний ОН- и кристаллогидратной H₂O, нормализованных к толщине пластинок, с использованием калибровок Белла (Bell, et al., 2004). Доля углерода определена на основе соотношения интегральных интенсивностей полос поглощения валентных колебаний связей СН, СО, ОН- и кристаллогидратной H₂O, нормализованных к толщине пластинки.

Методом монокристалльного рентгеноструктурного анализа расшифрована кристаллическая структура хром-алюмо-натриевого диопсида из шпинелевых перидотитов, проведен ее детальный анализ. Впервые в структуре клинопироксена установлена малозаселенная позиция протона H^+ . В результате проведенных расчетов баланса валентностей и разностного синтеза было локализовано положение протона (водородная связь $O3-H...O2$, расстояние $O3-H = 1,04 \text{ \AA}$, угол $O3-H-O2=137^\circ$) и установлена в структуре позиция OH^- . Этот результат согласуется с данными ИК спектроскопии о вхождении ионов OH^- и H_2O в структуру стехиометрически безводных минералов.

В структурах всех исследованных породообразующих минералов мантийных перидотитов Шпицбергена, Прибайкалья и кимберлитов Восточной Сибири (тр. Удачная) присутствуют ионы OH^- и молекулы кристаллогидратной H_2O , различающиеся по энергии водородной связи.

Содержание структурной воды в минералах из центральных и краевых частей ксенолитов практически одинаково, что свидетельствует о ее сохранности при выносе ксенолита на поверхность. Обе формы структурно-связанной воды и углерода в минералах перидотитов сохраняются в интервале температур $900-1500^\circ C$ и давления $15-57 \text{ кбар}$ при фугитивности кислорода $\Delta(\lg fO_2)$ от -3.31 до -0.16 . Суммарное содержание воды в ксенолитах возрастает с повышением температуры и давления и уменьшается с возрастанием фугитивности кислорода в перидотитах. В изученных ксенолитах перидотитов содержание воды уменьшается при возрастании степени плавления перидотитов. По-видимому, основным механизмом высвобождения летучих из минералов является процесс плавления. Высвобождающаяся вода, в свою очередь, повышает содержание воды в системе перидотит-флюид и тем самым снижает температуру плавления, соответственно, интенсифицируя плавление перидотита. Доля CO в ксенолитах (рассчитанная с учетом модального минерального состава) закономерно увеличивается с увеличением фугитивности кислорода.

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ № 10-05-01017 и № 11-0500346

Никитина Л.П., Гончаров А.Г., Салтыкова А.К., Бабушкина М.С. Окислительно-восстановительное состояние континентальной литосферной мантии Байкало-Монгольского региона // Геохимия. 2010. № 1. С. 17–44.

Wood B.J. An experimental test of the spinel peridotite oxygen barometer // Geophys. Res. 1990. V. 97. P. 15845–15851.

Gudmundsson G., Wood B.J. Experimental tests of garnet peridotite oxygen barometry // Contrib. Mineral. Petrol. 1995. V. 119. P. 56–67.

Bell D. R., Rossman G. R., Maldener J., Endish D., Rauch F. Hydroxide in olivine: A quantitative determination of the absolute amount and calibration of the IR spectrum // Amer. Miner. 2004. Vol. 89. P. 998—1003.