

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ СТЕКОЛ МЕТОДОМ МЕССБАУЭРОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Лебедева С. М., Еремяшев В. Е., Быков В. Н.

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

lebedeva@ilmeny.ac.ru факс: (35135)7-02-86 тел.: (35135)7-04-08

Ключевые слова: спектроскопия, ионы железа, природные стекла

В работе приведены результаты исследования валентного состояния и структурного положения ионов железа в природных стеклах базальтового состава методом мессбауэровской спектроскопии. Были изучены природные стекла океанических базальтов из района тройного сочленения Буве (Южная Атлантика), Срединно-Атлантического хребта (САХ) и Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП).

Измерения мессбауэровских спектров выполнялись при комнатной температуре с помощью спектрометра MC-2201 с источником излучения ^{57}Co в матрице Cr в режиме постоянных ускорений. Спектры изученных стекол представляют собой асимметричный дублет, высокоскоростной пик которого несколько шире и менее интенсивный по сравнению с низкоскоростным. При моделировании спектров полагалось равенство полуширин и интенсивностей низко- и высокоскоростных линий каждого из дублетов. Параметры спектров и содержание Fe^{2+} и Fe^{3+} в различных структурных позициях приведены в табл.1.

Таблица 1

Параметры мессбауэровских спектров природных стекол океанических базальтов

образцы		$\text{Fe}^{2+}(\text{I})$				$\text{Fe}^{2+}(\text{II})$				$\text{Fe}^{2+}(\text{III})$				$\text{Fe}^{3+}_{\text{окт}}$			
		δ	Δ	Γ	S	δ	Δ	Γ	S	δ	Δ	Γ	S	δ	Δ	Γ	S
САХ	5л/8	0.95	1.68	0.50	38.3	1.06	2.71	0.34	18.0	1.02	2.15	0.36	31.5	0.56	0.66	0.49	12.3
	5л/7-2	0.76	1.77	0.54	48.8	0.89	2.92	0.37	19.3	0.79	2.35	0.43	23.7	0.41	0.46	0.58	8.2
	5л/167-2	0.87	1.46	0.52	33.7	0.91	2.50	0.39	27.5	0.88	2.03	0.36	27.5	0.43	0.60	0.53	11.3
	3ф/69-36	0.90	1.57	0.48	33.0	1.01	2.69	0.35	23.8	0.97	2.08	0.36	32.6	0.49	0.63	0.54	10.5
	3ф/123-3	0.87	1.36	0.44	23.2	0.94	2.54	0.36	27.6	0.91	1.95	0.31	37.8	0.37	0.62	0.43	11.4
	3ф/148-1	0.99	1.55	0.49	26.3	1.09	2.91	0.32	38.5	1.00	2.22	0.43	27.2	0.42	0.63	0.55	8.0
ВТП	203-5	0.88	1.67	0.46	9.1	1.00	2.47	0.48	21.0	0.97	1.91	0.59	56.4	0.57	0.58	0.59	13.4
	218-3	0.82	1.57	0.42	10.8	0.94	2.52	0.55	26.5	0.89	1.99	0.53	48.9	0.44	0.59	0.53	13.7
	670-2	0.98	1.51	0.51	35.1	1.02	2.49	0.30	17.7	1.02	2.04	0.32	31.9	0.40	0.64	0.48	15.3
	238-4	0.73	1.61	0.39	12.7	0.96	2.40	0.48	35.6	0.97	1.78	0.47	37.9	0.49	0.77	0.67	13.8
БУВЕ	19-6	0.74	1.62	0.44	28.9	0.84	2.64	0.44	25.2	0.79	2.11	0.39	35.4	0.39	0.59	0.59	10.5
	19-13	0.84	1.52	0.40	14.1	1.00	2.63	0.46	28.0	0.91	2.03	0.43	38.9	0.40	0.48	0.58	19.1
	10-1	0.94	1.72	0.44	23.5	1.05	2.88	0.47	43.2	0.98	2.23	0.38	20.1	0.44	0.66	0.56	13.2
	31-1	0.80	1.72	0.44	17.9	0.88	2.55	0.42	44.3	0.86	2.05	0.33	21.3	0.45	0.41	0.54	16.3
	27-3	0.86	1.63	0.41	21.2	0.94	2.54	0.40	31.0	0.91	2.07	0.35	30.3	0.42	0.58	0.55	17.5
	17-1	0.82	1.58	0.47	22.3	1.06	2.64	0.43	15.2	0.97	2.11	0.42	34.4	0.41	0.40	0.51	28.0
	48-20	0.86	1.54	0.49	20.9	0.98	2.57	0.41	22.6	0.94	2.04	0.47	43.9	0.49	0.55	0.59	12.3

Примечание: Образцы предоставлены Б.Н. Батуевым (Полярная морская геологоразведочная экспедиция) и В. А. Симоновым (Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН)

Три дублета из четырех сопоставлены с катионами Fe^{2+} , занимающими три различные октаэдрические позиции. Согласно [1, 2] квадрупольный дублет с наибольшими значениями изомерного сдвига (δ) и квадрупольного расщепления (Δ) в изученных базальтовых стеклах связан с катионами Fe^{2+} в наименее искаженном октаэдре. Позиции Fe^{2+} , изомерные сдвиги которых имеют более низкие значения, отвечают более искаженной октаэдрической координации. Большое разнообразие структурно неэквивалентных позиций железа указывает на высокую степень неупорядоченности кислородного окружения железа.

Во всех изученных природных стеклах присутствует трехвалентное железо, которое находится в октаэдрической координации [2] и его содержание изменяется в пределах от 10 до 28 % для стекол из района тройного сочленения Буве и не превышает 15 % от общего содержания железа для стекол САХ и ВТП. Причем степень окисления железа в базальтах ВТП несколько выше степени окисления океанических базальтов САХ.

Была проведена оценка летучести кислорода в процессе кристаллизации изученных океанических базальтов по степени окисления закалочных стекол, используя уравнение Киликка [3]. Для изученных стекол были рассчитаны значения f_{O_2} при температуре 1200°C (табл. 2). Вычисленные значения фугитивности кислорода выражены относительно буфера Ni-NiO и относительная фугитивность кислорода (ΔNNO) найдена как $\log_{10} f_{O_2}(\text{образца}) - \log_{10} f_{O_2}(NNO)$ при той же самой температуре [4; 5].

Таблица 2

Относительная фугитивность кислорода (ΔNNO) для базальтовых стекол

образцы		$Fe^{3+}/\Sigma Fe$	$\Sigma Dixi$	$-\log f_{O_2}$	ΔNNO
САХ	5л/8	0.123	0.57	8.65	-1.08
	5л/7-2	0.082	0.56	9.53	-1.97
	5л/167-2	0.113	0.42	8.52	-0.95
	3ф/69-36	0.105	0.54	8.99	-1.43
	3ф/123-3	0.114	0.51	8.69	-1.13
	3ф/148-1	0.080	0.46	9.38	-1.81
ВТП	203-5	0.134	0.58	8.47	-0.90
	218-3	0.137	0.57	8.39	-0.82
	670-2	0.153	0.54	8.07	-0.51
	238-4	0.138	0.65	8.53	-0.97
БУВЕ	19-6	0.11	0.62	-8.992	-1.427
	19-13	0.19	0.70	-7.598	-0.033
	10-1	0.13	0.41	-8.187	-0.622
	31-1	0.16	0.54	-7.921	-0.356
	27-3	0.17	0.52	-7.704	-0.140
	17-1	0.28	0.69	-6.825	0.740
	48-20	0.12	0.53	-8.613	-1.048

Значения ΔNNO , определенные по изученным базальтовым стеклам толеитового состава выше, чем значения ΔNNO для типичных MORB лав [6], которые лежат в пределах от -3 до -1, и они согласуются с данными, полученными в работе [7] для стекол MORB-2, которые образовались из первичного высокомагнезильного толеитового расплава, выплавляющегося из сухого плагиоклазового лерцолита при $T \sim 1250^\circ C$ и $P = 5-9$ кбар.

Литература

1. Коротаева Н. Н., Полосин А. В., Малышева Т. В. Валентно-координационное состояние ионов железа в тектитах и импактитах // Геохимия, 1985. № 6. С. 899-903.
2. Dyar M. D. A review of Mossbauer data on inorganic glasses: the effects of composition on iron valency and coordination // Amer. Mineral., 1985. № 70. P. 304-316.
3. Kilinc A., Carmichael I. S. E., Rivers M., Sack R. O. Ferric-ferrous ratio of natural silicate liquids equilibrated in air // Contribs. Mineral. and Petrol., 1983. V. 83. P. 136-140.
4. Huebner J. S. and Sato M. The oxygen fugacity-temperature relationships of manganese oxide and nickel oxide buffers // Amer. Miner., 1970. V. 55. P. 934-952.
5. Carmichael I. S. E. and Ghiorso M. S. Oxidation-reduction relations in basis magma: a case for homogeneous equilibria. // Earth. Planet. Sci. Lett., 1986. V. 78. P. 200-210.
6. Christie D. M., Carmichael I. S. E., Langmuir C. H. Oxidation states of mid-ocean ridge basalt glasses // Earth. Planet. Sci. Lett., 1986. V. 79. P. 397-411.

7. *Dmitriev L. V., Sobolev A. V., Uchanov A. V., Malysheva T. V. and Melson W. G.* Primary differences in oxygen fugacity and depth of melting in the mantle source regions for oceanic basalts // *Earth Planet. Sci. Let.*, 1984. V. 70. P. 303-310.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПГ-2003)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/term-15.pdf

Опубликовано 15 июля 2003 г.

© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна