

## МЕССБАУЭРОВСКОЕ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХРИЗОЛИТОВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ.

К.А. Розенберг, А.В. Соболев

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, геологический факультет, Москва

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, химический факультет, Москва

Вестник ОГГГН РАН № 5 (15) 2000 т.1

URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/5-2000/term16](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/5-2000/term16)

Хризолит – ювелирная разновидность магнезиального оливина – отобранный из различных месторождений мира исследован методами мессбауровской спектроскопии, рентгенографии и электронно-зондового микроанализа. Изучены структура и особенности типоморфизма состава хризолитов различных генетических типов, включающих магматический хризолит, из вкрапленников в оливиновых базальтах (шт.Аризона, США), в щелочных базальтах (о. Гавайи), из глубинных ксенолитов в кимберлитах (трубки «Удачная-Восточная», «Обнаженная» в Якутии) и метаморфогенный хризолит из серпентиновых жил в перидотитах (Нуристан, Пакистан) и из пегматоидных прожилков среди оливинитов в гиббербазитах (Кугдинское месторождение).

Химический состав хризолитов изучался на микроанализаторе Camebax SX-50. Рентгено-

дифракционные спектры получены на автоматизированном порошковом дифрактометре ДРОН-УМ1 на Со-излучении в сканирующем режиме с шагом  $2\theta$   $0.05^\circ$  и экспозицией 2 сек. Съемка велась с внутренним эталоном, в качестве которого был использован металлический кремний.

Исследования мессбауровских спектров оливинов проводились с использованием спектрометра электродинамического типа, работающего в режиме с «постоянным ускорением». При измерениях спектров на ядрах  $^{57}\text{Fe}$  в качестве поглощителей резонансных  $\gamma$ -квантов выступали исследуемые образцы, а в качестве источника –  $^{57}\text{Co}(\text{Rh})$ .

Результаты изучения химического состава и параметры элементарной ячейки хризолитов, представлены в табл. 1.

Таблица 1

N	порода, регион	цвет	% Fa	Параметры эл. ячейки, Å			
				a	b	c	V
1	оливиновые базальты шт.Аризона, США	зел.-олив.	11	4.727(3)	10.240(5)	5.994(3)	290.2
2	щелочные базальты о.Гавайи	зел.-олив.	15	4.764(5)	10.206(5)	5.985 (4)	291.0
3		бурый	21	4.767(5)	10.237(7)	6.0004(5)	292.8
4	кимберлиты тр.Удачная	св.-зеленый	7	4.727(3)	10.161(3)	5.964(3)	286.6
5		оливковый	7.5	4.748(3)	10.204(5)	5.982(2)	289.8
6		тем.-бурый	13.5	4.760(2)	10.220(4)	5.985(2)	291.1
7	кимберлиты тр.Обнаженная	зел.-олив.	7.3	4.745(4)	10.201(5)	5.988(4)	289.9
8		зел.-бурый	11.5	4.724(4)	10.236(5)	5.999(4)	290.1
9	пегматоидные прожилки в оливи-нитах, Кугда, Сибирь	зеленый	11	4.784(3)	10.139(5)	5.929(2)	287.6
10	серпентиновые прожилки в альпинотипных перидотитах, Пакистан	св.-зеленый	6.5	4.722(4)	10.197(5)	5.974(4)	287.7

Составы проанализированных образцов хризолита (22) укладываются в достаточно узкий диапазон составов от 5-6 до 21 мол. % фаялитового минала. Наиболее железистыми составами характеризуются хризолиты базальтов (11-21% Fa). Составы ювелирных хризолитов из трубки Удачная изучались более детально и отдельно для каждой из восьми выделенных цветовых разновидностей от св.-зеленой и оливковой до т.-бурой. В семи цветовых разновидностях составы хризолитов практически не отличаются по железистости, но образцы бурых цветов имеют более железистый состав (до 13,5% Fa), то есть прослеживается

тенденция к возрастанию железистости в хризолитах при переходе от зеленых оттенков к бурым. Содержание элементов-примесей (MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>) в изученных хризолитах невысокое, за исключением NiO. Примесь NiO присутствует во всех изученных образцах (0.20-0.55мас.%). В образцах № 2, 3, 9 обнаружена примесь MnO (0.22-0.51мас.%) и CaO (0.20-0.34 мас.%).

Полученные параметры элементарной ячейки хризолитов достаточно близки и обнаруживают тенденцию к возрастанию при увеличении железистости.

Мессбауэровские спектры образцов оливинов, измеренные на ядрах  $^{57}\text{Fe}$  при 295К, представляют собой несимметричный уширенный дублет, являющийся суперпозицией двух квадрупольей, по своим параметрам соответствующих ионам  $\text{Fe}^{2+}$ , равномерно распределенным по двум катионным позициям в этой структуре (M1 и M2). Значения изомерных сдвигов катионов двухвалентного железа, координированных в кислородных полиэдрах в структуре оливина с симметриями  $C_{3v}$  и  $D_{4h}$ , соответствуют высокоспиновому состоянию, что характерно для кислородных соединений  $\text{Fe}^{2+}$  (Табл. 2).

Сильное квадрупольное расщепление на ядрах  $^{57}\text{Fe}$  в структуре оливина определяется, главным образом, несимметрией электронного окружения ионов  $\text{Fe}^{2+}$  (электронная конфигурация  $d^6$ ). Уширенные, по сравнению с естественной  $\Gamma_{1/2}(^{57}\text{Fe})$ , линии для некоторых образцов, на наш взгляд, связаны со статистическим распреде-

лением катионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в структуре исследуемых соединений.

В мессбауэровских спектрах образцов №9 и №10 кроме уширенного дублета двухвалентного железа, также появляется небольшое поглощение в центре спектра, по своим параметрам ( $\delta = 0.32 - 0.35$  мм/с), вероятнее всего, соответствующее трехвалентному железу (электронная конфигурация  $d^5$ ), занимающему обе позиции в структуре оливина. Ненулевое значение градиента электрического поля ( $\Delta = 0.55 - 0.57$  мм/с) на ядрах  $^{57}\text{Fe}^{3+}$  связано с искажением ближайшего кислородного октаэдра. Содержание трехвалентного железа в оливине из Кугды (обр№9) составляет 2,83%, а в оливине из Пакистана (обр№10) – 6,25% от общего количества железа в образце.

Несмотря на низкое значение площади компоненты  $\text{Fe}^{3+}$ , погрешность определения трехвалентного железа составляет не более 0,8% при данном качестве спектра.

Таблица 2

Параметры мессбауэровских спектров для  $\text{Fe}^{2+}$  в оливинах

№ образца	Изомерный сдвиг, мм/с		Квадрупольное расщепление, мм/с		Распределение по позициям, %	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2
4	1.34	1.15	3.05	3.03	50.01	49.99
5	1.34	1.12	3.10	3.09	51.87	48.13
6	1.32	1.21	3.15	3.12	53.11	46.89
1	1.27	1.11	3.00	2.99	47.56	49.53
9	1.24	1.11	3.00	2.97	50.20	49.80
10	1.33	1.23	3.17	3.11	49.21	44.54

Проведенными исследованиями установлены различия в составах хризолитов различных генетических типов. Хризолиты магматического происхождения характеризуются отсутствием или незначительным содержанием  $\text{Fe}^{+3}$  в катионных позициях структуры, что согласуется с представлениями об их глубинной кристаллизации в

восстановительных условиях. Метаморфогенные хризолиты по данным мессбауэровской спектроскопии характеризуются постоянным и заметным содержанием окисленного железа, что свидетельствует об их образовании в окислительных средах при дегидратации серпентина в условиях малых глубин.