

**ЭЛЕКТРОННАЯ ПЕТРОГРАФИЯ ЛАМЕЛЯРНЫХ Ca, Cr-СИМПЛЕКТИТОВ
В ОЛИВИНЕ ИЗ РЕГОЛИТА «ЛУНЫ-24»**

**Хисина Н. Р. Назаров М. А. (ГЕОХИ РАН), Вирт Р. (GeoForschungsCentrum Potsdam),
Сенин В. Г. (ГЕОХИ РАН)**
khisina@geokhi.ru

Ключевые слова: *лунный реголит, оливин, шпинель-пироксеновый симплектит, просвечивающая электронная микроскопия, Ca,Cr-содержащие ламели*

Оптические наблюдения [1] показали, что некоторые зерна оливина из мономинеральной фракции реголита «Луна-16» содержат ламели толщиной 0.5-1.0 мкм., ориентированные параллельно кристаллографической плоскости (100) оливина (рис. 1).

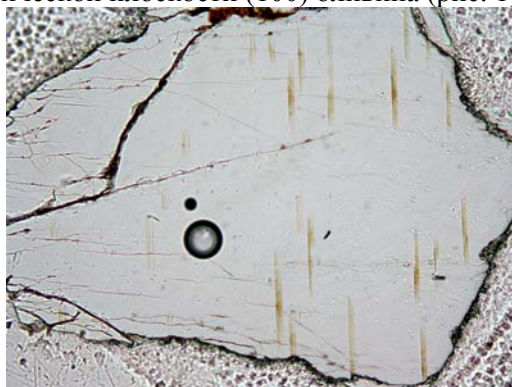


Рис.1. Оптическое изображение Ca,Cr-содержащих ламелей в зерне оливина из реголита «Луны-24»

Ламели исследованы методами EMPA, SEM и ТЕМ. Анализы, полученные методами EMPA и SEM, свидетельствуют о высоких концентрациях Cr и Ca в ламелях. Методом ТЕМ выявлено, что ламели образованы сростаниями хромита и диопсида и представляют, таким образом, шпинель-пироксеновый симплектит (рис. 2).



Рис.2. Электронно-микроскопическое изображение ламели в темнопольном режиме. Черные и белые полосы – диопсид и хромит соответственно

Чередующиеся пластинки хромита и диопсида имеют толщину ~ 40 нм и ~ 130 нм соответственно и ориентированы перпендикулярно границе раздела ламели и оливина; ориентационные соотношения между хромитом, диопсидом и вмещающим оливином $(100)_{\text{Ol}} // (111)_{\text{Sp}} // (100)_{\text{Crx}}$; $[001]_{\text{Ol}} // [011]_{\text{Sp}} // [010]_{\text{Crx}}$. Валовый минеральный состав ламелей соответствует $\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 2\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$. Согласно литературным данным, ламелярные симплектиты встречаются достаточно редко; данная форма симплектитов наблюдалась в оливинах некоторых земных пород [2, 3] и марсианского метеорита [4]. Детальное исследование ламелярных симплектитов в лунных оливинах до сих пор не проводилось.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что (1) симплектитовые ламели образованы путем твердофазового превращения; (2) образование симплектита сопровождалось субсолидным окислением хрома $\text{Cr}^{2+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ и реакцией катионного обмена $2\text{Mg} = \text{Cr} + \text{Ca}$ (рис. 3).

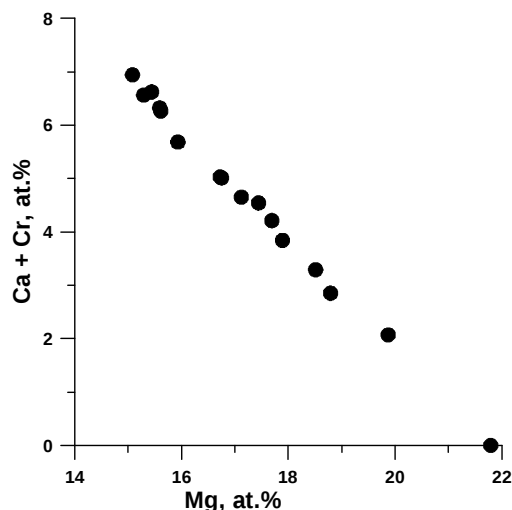


Рис.3. Обратная корреляция $2\text{Mg} = -(\text{Ca} + \text{Cr})$, свидетельствующая о замещении Mg на (Ca + Cr) при формировании симплектита в ламелях. Данные электронно-зондовых анализов для смеси оливин+ламель. Точка при $\text{Ca} + \text{Cr} = 0$ отвечает составу оливина-хозяина

Хромит и диопсид являются, по всей вероятности, продуктами разложения некоторой фазы-предшественницы, состав которой может быть аппроксимирован как $\text{Ca}_2\text{FeMg}_2\text{Fe}(\text{Cr}^{3+})_2\text{Si}_4\text{O}_{16}$ на основании валовой химии ламелей.

Предложена модель, объясняющая образование фазы-предшественницы в результате процесса депротонизации и окисления оливина с переходом точечных дефектов типа $\{\square_{\text{Fe}}, 2\text{H}^-\}$ в точечные дефекты типа $\{\square_{\text{Fe}}, 2\text{Cr}^{3+}\}$. Данная модель легко применима к образованию ламелярных симплектитов в земных оливинах, поскольку последние обычно содержат до $n10^1$ - $n10^2$ ppm H_2O и в них присутствуют как точечные дефекты типа $\{\square_{\text{Fe}}, 2\text{H}^-\}$, так и ориентированные параллельно (100) ламели гидрооливина $[\text{Mg}\square_{\text{Fe}}\text{H}_2\text{SiO}_4]_n[(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4]$ [5]. Недавно аналогичная модель, рассматривающая дегидрогенизацию и окисление оливина, была предложена для объяснения механизма образования оксидных включений в оливине из гранатового перидотита [6]. Однако насколько гипотеза об образовании шпинель-пироксеновых симплектитов путем депротонизации и окисления может быть применима к лунным оливинам, если общепринятым является представление об отсутствии на Луне H_2O ? В этой связи, аргументом в пользу предложенной модели могут являться недавно опубликованные данные по исследованию лунных вулканических стекол методом SIMS, обнаружившие H_2O [7] и свидетельствующие о возможном присутствии H_2O в лунной коре и мантии [7, 8]. Если предложенная модель образования симплектитов верна, тогда нахождение ламелярных хромит-диопсидовых симплектитов в лунном оливине может рассматриваться как дополнительное свидетельство присутствия H_2O в лунных породах.

Литература

1. Тарасов Л.С., Назаров М.А., Шевалеевский И.Д., Кудряшова А.Ф., Гаввердовская А.С., Корина М.И. Петрография пород и особенности химического состава минералов реголита из Моря Кризисов. - Лунный грунт из Моря Кризисов // М.: Наука. 1980. 359с.
2. Moseley D. Symplectic exsolution in olivine // Am. Mineral. 1984. 69. P. 139-153.
3. Markl G., Marks M., Wirth R. The influence of T , $a\text{SiO}_2$, and $f\text{O}_2$ on exsolution textures in Fe-Mg olivine: an example from augite syenites of the Illimaussaq Intrusion, South Greenland // Am. Mineral. 2001. 86. P. 36-46.
4. Mikouchi T., Yamada I., Miyamoto M. Symplectic exsolution in olivine from the Nakhla martian meteorite // Meteoritics & Planetary Science. 2000. 35. P. 937-942.
5. Khisina N.R., Wirth R. Hydrous olivine $(\text{Mg}_{1-y}\text{Fe}^{2+}_y)_{2-x}\text{v}_x\text{SiO}_4\text{H}_{2x}$ -a new DHMS phase of variable composition observed as nanometer-sized precipitations in mantle olivine // Phys. Chem. Minerals. 2002. 29. P. 98-111.
6. Hwang S.-L., Yui T.-F., Chu H.-T., Shen P., Iizuka Y., Yang H.-Y., Yang J., Xu Z. Hematite and magnetite precipitates in olivine from the Sula peridotite: a result of dehydrogenation-oxidation reaction of mantle olivine? // Amer. Mineral. 2008. 93. P. 1051-1060.
7. Saal A.E., Hauri E.H., Cascio M.L., van Orman J.A., Rutherford M.C., Cooper R.F. Volatile content of lunar volcanic glasses and the presence of water in the Moon's interior // Nature. 2008. 454. P. 192-195.
8. Chaussidon M. The early Moon was rich in water // Nature. 2008. 454. P. 170-172.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/planet-31.pdf

Опубликовано 1 сентября 2009 г.

© Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009

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