

## ОСОБЕННОСТИ РАСПАДА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ В ПИРОКСЕНАХ МАНТИЙНЫХ ПОРОД

*Алифирова Т.А.<sup>1</sup>, Похиленко Л.Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет, alifirova@ngs.ru;

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, lu@uiggm.nsc.ru

Изученная коллекция образцов мантийных ксенолитов представлена гранатовыми пироксенитами (вебстериты, оливковые вебстериты, клинопироксениты) из кимберлитовых трубок Мир, Обнаженная (Якутия). Характерной особенностью таких пород является нахождение структур распада твердых растворов в орто- и клинопироксене. Образовавшиеся в ходе распада фазы включают гранат, ортопироксен (в клинопироксене), клинопироксен (в ортопироксене), шпинель. Ламели располагаются параллельно плоскостям в пироксенах – (100), (001), (010), (110). Кристаллохимические структуры минералов-концентраторов и эксклюзионных фаз резко различаются в случае выпадения граната, шпинели и близки при выпадении орто- или клинопироксена.

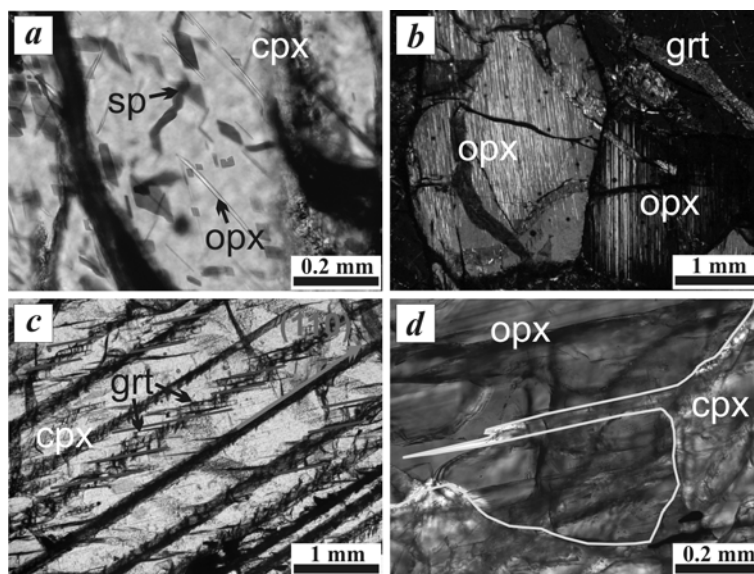


Рис. 1. *a* – тонкие ламели шпинели (sp) и ортопироксена (орх) в клинопироксене (срх), nic-; *b* – ламели в центре зерна ортопироксена, nic+; *c* – пластинки граната (grt) в клинопироксене, nic-; *d* – ламель клинопироксена, переходящая в зерно, nic+.

Продукты распада твердых растворов характеризуются различной морфологией: 1) тонкие ламели, количество которых часто уменьшается от центра зерна к краю (Рис. 1, *a*, *b*); 2) крупные ламели; они представляют собой цельное зерно или зернистый агрегат удлиненной морфологии и

сохраняют ориентировку тонких ламелей. Крупные ламели состоят иногда из серии тонких пластинок, направленных под углом к исходной ориентировке ламелей (Рис. 1, с); 3) ксеноморфные или идиоморфные включения минералов. Идиоморфные включения граната в клинопироксене сходны по форме с зернами из тонкопластинчатых агрегатов, описанных выше; 4) зерна, переходящие в тонкие и крупные ламели (Рис. 1, d), находящиеся как в самих зернах пироксенов, так и в контакте с ними (для них характерны цепочечные агрегаты).

Количество тонких ламелей уменьшается к периферии зерен пироксенов; зерна-«включения» приурочены как к краевым, так и центральным частям. Вероятно, перекристаллизация эксклюзионных фаз и их «удаление» происходит вблизи границ зерен. В центральной части зерен ламели укрупняются и перекристаллизуются в зерна-«включения». Отмечено, что ламели граната часто перекристаллизуются в агрегат тонких пластинок, более устойчивый в структуре клинопироксена. Пластинки косо ориентированы по отношению к общему направлению ламелей и впоследствии трансформируются в еще более устойчивые зерна с полигональными очертаниями. Зерна клинопироксена в этом случае часто деформированы, для них характерны полисинтетические двойники.

Намечается стадийность в преобразовании морфологии фаз, выпавших в пироксенах: тонкие ламели – крупные ламели – ламели, переходящие в зерна – зерна, содержащиеся в минерале-концентрате – зерна на контакте с минералом-хозяином. Выпадение и укрупнение ламелей с последующей их перекристаллизацией происходит главным образом в результате снижения температуры при остывании пород, очевидно, кумулятивного происхождения. В случае выпадения граната в клинопироксене при образовании структур распада твердых растворов значимую роль играет процесс деформации пород [1].

Химический состав породообразующих минералов (ортопироксен, гранат, клинопироксен) в основном идентичен составу эксклюзионных фаз. Состав ортопироксена отвечает энстатиту, в некоторых случаях близок к бронзиту ( $\#Mg = 87-93.1$ ). Содержание  $Al_2O_3$  повышено (0.43-3.4 мас.%), содержание  $Cr_2O_3$  от 0 до 0.44 мас.%,  $CaO$  и  $Na_2O$  – 0.13-0.26 и 0.04-0.08 мас.%, соответственно.  $Al$  в ортопироксене содержится в основном в виде чермакитового компонента ( $Mg$ -,  $Ca$ -чермакит),  $Cr$  – в виде космохлорового (юриитового) компонента и  $Mg$ -чермакитового компонента с примесью хрома. Клинопироксен по составу отвечает диопсиду с переходом к омфациту. Содержание  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $TiO_2$  повышено (2.08-9.36, 1.72-4.79, 0.12-2.89 и 0.09-0.62 мас.%, соответственно). Широки вариации по магнезиальности ( $\#Mg = 85.4-95.3$ ) и кальциевости ( $Ca/Ca+Mg+Fe = 0.39-0.49$ ) клинопироксена. Установлено, что  $Al$  находится в клинопироксене в IV и VI координациях (чермакитовый и жадеитовый миналы),  $Mg$  в состав клинопироксена входит в виде диопсидового и энстатитового компонента. Состав граната

соответствует пиропу с магнезиальностью  $\#Mg = 0.68-0.84$ . Содержание  $Cr_2O_3$  меняется от 0.1 до 4.7 мас.%, CaO – от 3.49 до 5.57 мас.%.

С учетом химического состава минералов для описания процессов распада в данных пироксенах применимы следующие реакции (1, 2 - по [2]; 3, 4 – по [3]):

1.  $Ca_{1-x}Mg_{1+x}Si_2O_6 \rightarrow (1-x) CaMgSi_2O_6 + x Mg_2Si_2O_6;$
2.  $(MgAl_2SiO_6 + MgR^{2+}Si_2O_6)ss \rightarrow Mg_2R^{2+}Al_2Si_3O_{12};$
3.  $(CaMgSi_2O_6 + MgAl_2O_4)ss \rightarrow CaMgSi_2O_6 + MgAl_2O_4;$
4.  $\{x Mg_2SiO_4 + y CaMgSi_2O_6 + z CaAl_2SiO_6\}ss \rightarrow \{(x+y) CaMgSi_2O_6 + (z-x) CaAl_2SiO_6\}ss + x MgAl_2O_4;$

Таким образом, установлено: 1) образование структур распада твердых растворов до захвата пород кимберлитовым расплавом и его извержения; 2) последовательное преобразование морфологии экссолюционных фаз при остывании пород (в некоторых случаях с участием деформаций); 3) породообразующее значение структур распада твердых растворов при перекристаллизации выпавших фаз; 4) отсутствие градиента химического состава между экссолюционными фазами и минералом-концентратором.

1. *Dawson J.B.* A fertile harzburgite – garnet lherzolite transition: possible inferences for the roles of strain and metasomatism in upper mantle peridotites // *Lithos*. 2004. V. 77. P. 553-569.

2. *Похиленко Л.Н., Похиленко Н.П., Стенина Н.Г., Соболев Н.В.* Экссолюционные структуры в клинопироксене ксенолита эклогита сложного состава из кимберлитовой трубки Обнаженная (Якутия) // *Материалы II Международной конференции «Кристаллогенезис и минералогия»* (С.-Петербург, 1-5 октября 2007 г.). 2007. С.325-327.

3. *Garrison J.R.Jr., Taylor L.A.* Petrogenesis of pyroxene-oxide intergrowths from kimberlite and cumulate rocks: co-precipitation or exsolution? // *American Mineralogist*. 1981. V.66. P. 723-740.