

РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ КЛИНОПИРОКСЕНОВ ПЕРИДОТИТОВОГО И ЭКЛОГИТОВОГО ПАРАГЕНЕЗИСОВ В ПРИРОДНЫХ АЛМАЗАХ

Калугина А.Д.¹, Зедгенизов Д.А.^{1,2}

¹Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, a.kalugina@g.nsu.ru

²Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева, г. Новосибирск

Минеральные включения в алмазах несут важную информацию о физико-химических условиях верхней мантии [Соболев, 1974]. Клинопироксен ($\text{Na, Mn, Ca, Fe}^{2+}_{1-2}(\text{Al, Cr, Mg, Fe}^{3+})_{1-2}[(\text{Al, Si})_2\text{O}_6]$) является одним из распространенных минералов пород верхней мантии как перидотитового (Р-тип), так и эклогитового (Е-тип) парагенезисов. Современный метод рамановской спектроскопии позволяет определять химико-структурные характеристики вещества без

разрушения исследуемого образца и поэтому как нельзя лучше подходит для изучения минеральных включений в алмазах [Соболев, 1974; Liu et al., 1990; Izraeli et al., 1999; Каги и др., 2009]. В настоящей работе представлены новые данные по обширной выборке ($n=50$) включений клинопироксенов разных парагенезисов в алмазах из нескольких месторождений Якутской алмазоносной провинции, расположенной в центральной части Сибирского кратона.

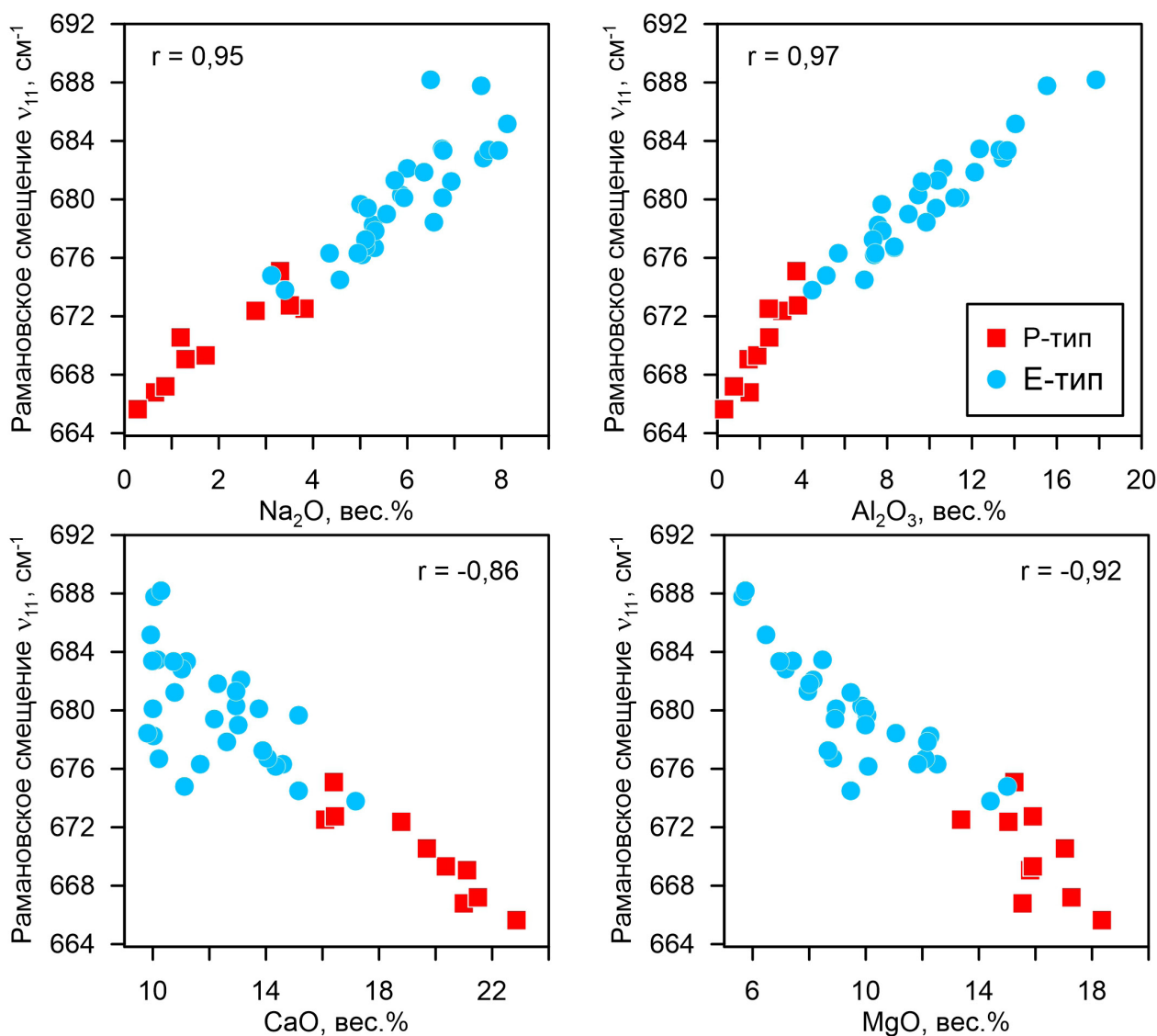


Рис. 1. Основные линейные зависимости смещений положения Рамановской валентной колебательной моды ν_{11} (в cm^{-1}) от содержаний оксидов (в вес.%) для включений клинопироксенов перидотитового (Р-типа) и эклогитового (Е-типа) парагенезисов; r – коэффициент корреляции

Химический состав изученных включений варьирует в широких пределах: SiO_2 54.1-55.9 вес.%, Al_2O_3 0.31-4.11 вес.%, Cr_2O_3 0.32-5.73 вес.%, FeO 1.81-3.49 вес.%, MgO 13.4-18.3 вес.%, CaO 16.1-22.9 вес.%, Na_2O 0.28-3.82 вес.% для клинопироксенов Р-типа и SiO_2 52.4-56.8 вес.%, Al_2O_3 4.46-17.8 вес.%, Cr_2O_3 <0.29 вес.%, FeO 2.22-11.4 вес.%, MgO 5.65-15.1 вес.%, CaO 9.81-17.1 вес.%, Na_2O 3.12-8.12 вес.% для клинопироксенов Е-типа.

Для рамановских спектров клинопироксенов характерны наиболее интенсивные колебательные моды ν_3 , ν_3' , ν_4 , ν_{11} , ν_{17} [Huang et al., 2000; Katerinopoulou et al., 2008; Prencipe et al., 2014]. Смещения положения основных частотных мод спектра могут определяться изменениями химического состава Cr_x и влиянием остаточного давления. Однако, при различных ориентациях кристаллов включений с одинаковым составом относительные интенсивности мод ν_3 , ν_3' , ν_4 , ν_{17} за исключением моды ν_{11} , значительно изменяются, из-за чего возникают трудности с точным количественным определением смещений этих позиций. Интенсивная мода ν_{11} отражает валентные колебания связи Si-O с мостиковыми атомами кислорода (Si-O_{br}) [Huang et al., 2000; Katerinopoulou et al., 2008]. Для моды ν_{11} наблюдались смещения в диапазонах 665.6-675.1 cm^{-1} для включений Р-типа и 673.7-688.2 cm^{-1} для включений Е-типа.

Большие вариации химического состава включений клинопироксенов и одновременно широкие диапазоны смещений для моды валентных колебательных энергий ν_{11} в их спектрах позволили выделить ряд корреляций от химического состава (рис. 1). Полученные данные свидетельствуют о том, что смещения положения моды ν_{11} связаны с гетеровалентным изоморфизмом $\text{NaAl} \leftrightarrow \text{CaMg}$ в структуре клинопироксена. Эти результаты могут быть использованы

для оценки химического состава и идентификации клинопироксенов Е- и Р-типов с использованием рамановской спектроскопии, не требующей специальных разрушающих методов пробоподготовки.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского научного фонда (грант № 16-17-10067).

ЛИТЕРАТУРА

1. Каги Х., Одаке Ш., Фукура С., Зедгенизов Д.А. Определение глубины образования алмаза методом спектроскопии КР: разработка и приложение метода // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. С. 1524–1529.
2. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. М.: Наука, 1974. 264 с.
3. Huang E., Chen C.H., Huang T., Lin E.H., Xu J.A. Raman spectroscopic characteristics of Mg-Fe-Ca pyroxenes // American Mineralogist. 2000. V. 85. P. 473-479.
4. Izraeli E.S., Harris J.W., Navon O. Raman barometry of diamond formation // Earth and Planetary Science Letters. 1999. V. 173. P. 351–360.
5. Katerinopoulou A., Musso M., Amthauer G.A. Raman spectroscopic study of the phase transition in omphacite // Vibrational Spectroscopy. 2008. V. 48. P. 163-167.
6. Liu L., Mernagh T.P., Jaques A.L. A mineralogical Raman spectroscopy study on eclogitic garnet inclusions in diamonds from Argyle // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1990. V.105. P. 156-161.
7. Prencipe M., Maschio L., Kirtman B., Salustro S., Erba A., Dovesi R. Raman spectrum of $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ jadeite. A quantum mechanical simulation // Journal Raman Spectroscopy. 2014. V.45. P. 703–709.