

УДК 548.3 549.621.9

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Е.М. Нуриева, Д.Р. Разяпова

Аннотация

Результаты оптико-спектроскопического исследования гранатов Волошской площади Архангельской алмазоносной провинции позволили выделить три группы гранатов, различающихся по своим кристаллохимическим особенностям, что свидетельствует о гетерогенном происхождении гранатов.

Ключевые слова: кристаллохимические особенности, оптическая спектроскопия, минерал, гранаты, алмазы

Введение

Открытие алмазоносных кимберлитов на Европейском севере России послужило мощным толчком к усилению геолого-геофизических и тематических работ на алмазы в Архангельской области. Волошская площадь Архангельской алмазоносной провинции с позиции региональных критериев прогнозирования отвечает практически всем признакам нового алмазоносного района. Площадь расположена в западной части Шенкурского кратона (возраст кристаллического основания 2.7–3.5 млрд. лет) в зоне расчленения его мощной зоной глубинных разломов субширотного простирания. В геофизических полях Волошская площадь проявляется специфическим сочетанием значений гравитационного и магнитного полей. В аллювиальных отложениях известны единичные находки минералов-спутников алмазов (преимущественно пиропов и хромдиопсидов), находка алмаза известна примерно в 60 км от восточной границы площади. Восточнее, в пределах Устьянской морфоструктуры, количество пиропов, установленных в аллювиальных отложениях, составляет сотни тысяч.

Предлагаемая работа выполнена по материалам шлихового опробования, проведенного в Архангельской области на территории Волошской площади с целью выявления минералов-спутников алмаза. Основное поисковое значение имеют такие парагенетические спутники алмаза, как гранаты (хромсодержащие), хромиты, клинопироксены (диопсид) и ильменит [1, с. 70–71]. Низкохромистые гранаты окрашены в оранжево-красные и красные цвета, а средне- и высокохромистые – в фиолетово-красные. Все шлиховые пробы были просмотрены под биноклем, и из них были отобраны гранаты, представленные различными цветовыми оттенками: от желто-оранжевого до фиолетового в тонах различной интенсивности (от светлой до темной) по 400–500 зерен с каждой пробы. В шлихах встречались магнетит, роговая обманка, единичные зерна кианита и

эпидота. В пробах, где находились лиловые (фиолетовые) гранаты, отмечалось присутствие зерен ильменита.

Целью работы является изучение кристаллохимических особенностей гранатов методом адсорбционной оптической спектроскопии с конечной задачей выявления поисковых признаков и критериев алмазности Волошской площади.

Результаты

Морфологические признаки гранатов. Размер зерен гранатов в основном составляет 2 ± 1 мм, единичные зерна имеют размер 4 ± 3 мм.

По цвету различаются зерна гранатов следующих видов: желто-оранжевые, бледно-розовые, розовые и лиловые (фиолетовые).

Гранаты желто-оранжевого цвета имеют округло-овальную форму зерен, для них характерна блестящая гладкая поверхность. Они образуют первую группу гранатов, которая по классификации морфологических признаков гранатов Кудрявцевой и др. [1, с. 133–135; 2, с. 221–232] относится к гранатам эцлогитового генезиса. Зерна гранатов бледно-розового и розового цветов, представленные обломками неправильной угловатой и изометричной форм, с частично сохранившейся первичной гладкой поверхностью, образуют вторую группу, предположительно, метаморфического генезиса по классификации Кудрявцевой и др. Гранаты лилового (фиолетового) цвета, представленные обломками неправильных форм, а также целыми зернами округло-овальной формы с ямчато-бугорчатой поверхностью, которая сформирована совокупностью слегка вытянутых округлых или чечевицеобразных впадин, образуют третью группу и относятся к гранатам ультраосновного генезиса по классификации Кудрявцевой и др.

Цветовой тон и его насыщенность у гранатов зависят от концентрации и количественного соотношения хромофорных ионов, присутствующих в структуре. Минералы группы гранатов относятся к островным силикатам с общей кристаллохимической формулой $R_3^{2+}R_2^{3+}[\text{SiO}_4]_3$, где $R^{2+} = \text{Mg, Fe, Mn, Ca}$, $R^{3+} = \text{Al, Fe, Cr, Mn, Ti}$. Структура гранатов составлена тетраэдрами $[\text{SiO}_4]$ и октаэдрами $R^{3+}\text{O}_6$, связанными между собой вершинами в каркас (рис. 1). Двухвалентные катионы R^{2+} располагаются в полостях каркаса и окружены восемью ионами кислорода, занимающими вершины координационного полиэдра, имеющего форму сильно искаженного куба [3, с. 181–183; 4, с. 88–108].

Различия в химическом составе гранатов естественно отражаются на их физических свойствах и прежде всего на оптических. По этой причине одним из наиболее информативных методов изучения гранатов из кимберлитов является оптико-спектроскопический метод.

Оптико-спектроскопическое исследование гранатов. Оптико-спектроскопические исследования проводились в лаборатории оптической спектроскопии Казанского государственного университета. Записывались оптические спектры поглощения в диапазоне длин волн от 400 до 800 нм при комнатной температуре с шагом 2 нм на специализированной оптико-спектроскопической установке на базе микроскопа МИН-8, монохроматора МДР-2 и управляющего компьютера.

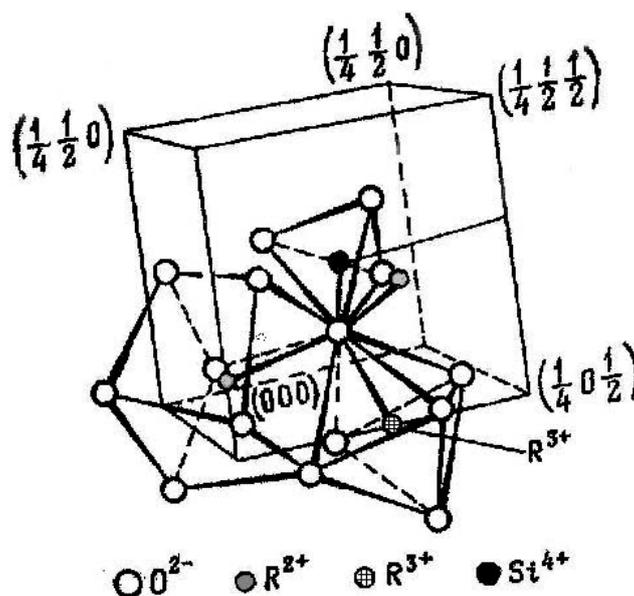


Рис. 1. Фрагмент кристаллической структуры граната, $R_3^{2+} R_2^{3+} [SiO_4]_3$

Анализ имеющихся литературных данных [4, с. 88–108; 5, с. 24–31; 6, с. 52–59], посвященных кристаллохимическим особенностям гранатов, показал, что природа окраски гранатов обусловлена присутствием в их структуре хромофорных ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} и Cr^{3+} .

Оптические спектры поглощения желтых и желтовато-оранжевых гранатов (рис. 2, а) характеризуются широкой полосой поглощения в инфракрасной области, связанной с присутствием ионов Fe^{2+}_{VIII} , изоморфно замещающих ионы Mg^{2+} в восьмивершинниках структуры граната. В спектрах отмечается широкая полоса поглощения в ультрафиолетовой области длин волн, обусловленная присутствием ионов Fe^{3+}_{VI} , изоморфно замещающих ионы Al^{3+} в октаэдрических позициях структуры граната. Кроме того, в оптических спектрах названных гранатов желтовато-оранжевых тонов имеются слабоинтенсивные полосы поглощения, обусловленные присутствием ионов Mn^{2+}_{VIII} в восьмивершинниках структуры граната (488 нм) и ионов Fe^{2+}_{VIII} в восьмивершинниках структуры граната (556 нм) [2, с. 145–148; 6, с. 97–103].

Спектры розовых гранатов (рис. 2, б) характеризуются широкой полосой поглощения в инфракрасной области длин волн, связанной с присутствием ионов Fe^{2+}_{VIII} , изоморфно замещающих ионы Mg^{2+} в восьмивершинниках структуры граната, а также широкой полосой поглощения в ультрафиолетовой области спектра, связанной с присутствием ионов Fe^{3+}_{VI} .

Оптические спектры поглощения лиловых (фиолетовых) гранатов (рис. 2, в) характеризуются аналогичными желто-оранжевым гранатам широкими полосами поглощения в инфракрасной и ультрафиолетовых областях поглощения. Кроме того, имеются слабоинтенсивные полосы поглощения, обусловленные присутствием ионов Fe^{3+}_{VI} в октаэдрических позициях (476 нм), ионов Fe^{2+}_{VIII} в восьмивершинниках структуры граната (490, 512 нм) и ионов Cr^{3+}_{VI} в октаэдрических позициях (426, 558 нм) [2, с. 145–148; 6, с. 75–79].

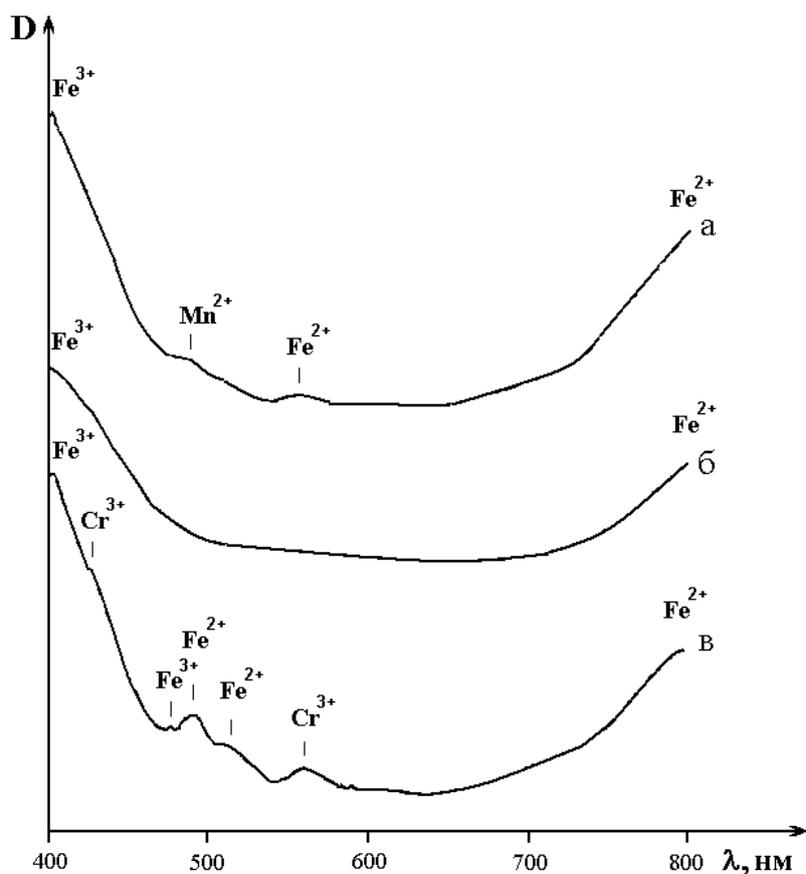


Рис. 2. Оптические спектры поглощения гранатов

Выводы

Результаты оптико-спектроскопического исследования гранатов Волошской площади Архангельской алмазонасной провинции позволяют разделить оптические спектры поглощения изученных гранатов на три группы. Первая группа – желтые и желтовато-оранжевые гранаты, природа окраски которых обусловлена изоморфным вхождением в структуру хромофорных ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} и Mn^{2+} ; вторая группа – бледно-розовые и розовые гранаты, окраска которых обусловлена изоморфным вхождением в структуру хромофорных ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} ; третья группа – лиловые (фиолетовые) гранаты, природа окраски которых обусловлена изоморфным вхождением в структуру хромофорных ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} и Cr^{3+} . Наличие определенного набора хромофорных ионов в структуре гранатов в совокупности с морфологическими признаками позволяет сделать вывод о том, что первая и вторая группы гранатов относятся к гранатам эклогитового (ультраметаморфического) генезиса, а третья группа – к гранатам ультраосновного (предположительно, кимберлитового) генезиса. Нахождение в шлиховых пробах Волошской площади хромистых гранатов ультраосновного происхождения свидетельствует об определенной перспективе названной тер-

ритории на наличие кимберлитовых диатрем, а также умеренной алмазоносности территории.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры минералогии и петрографии КГУ О.Н. Лопатину за научные консультации.

Summary

E.M. Nurieva, D.R. Razyapova. Crystallochemical Properties of Garnets in the Arkhangelsk Diamondiferous Province.

The results of garnet optical spectrography in the Volosh region of the Arkhangelsk diamondiferous province allowed specifying 3 groups of garnets differing in their crystallochemical properties. This fact testifies to heterogeneous origin of garnets.

Key words: crystallochemistry property, optical spectroscopy, mineral, garnets, diamonds.

Литература

1. Захарова Е.М. Атлас минералов россыпей. – М.: ГЕОС, 2006. – 276 с.
2. Кудрявцева Г.П., Посухова Т.В., Вержак В.В., Веричев Е.М., Гаранин В.К., Головин Н.Н., Зуев В.В. Атлас. Морфогенез алмаза и минералов-спутников в кимберлитах и родственных породах Архангельской кимберлитовой провинции. – М.: Полярный круг, 2005. – 624 с.
3. Брэгг У.Л., Кларингбулл Г.Ф. Кристаллическая структура минералов – М.: Мир, 1967. – Т. 1. – 390 с.
4. Платонов А.М., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. – М.: Недра, 1984. – 196 с.
5. Бахтин А.И., Горобец Б.С. Оптическая спектроскопия минералов и руд и ее применение в геологоразведочных работах. – Казань, Изд-во Казан. ун-та, 1992. – 233 с.
6. Мацюк С.С., Зинчук Н.Н. Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 428 с.

Поступила в редакцию
17.07.08

Нуриева Евгения Михайловна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии и петрографии Казанского государственного университета
E-mail: Evgeniya-Nurieva@yandex.ru

Разяпова Дамира Рустамовна – студент геологического факультета Казанского государственного университета.