

Флюидные включения в гранатах из высокобарических пород Кокчетавского массива

Корсаков А.В., Головин А.В.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, korsakov@uiggm.nsc.ru

Fluid inclusions in garnet from the Kokchetav UHP metamorphic rocks

Korsakov A.V., Golovin A.V.

Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, korsakov@uiggm.nsc.ru

Summary. Fluid/ melt inclusions in garnet from ultra-high pressure garnet-clinopyroxene metamorphic rocks from the Kokchetav massif (Northern Kazakhstan) were investigated. Based on results of our study it is proposed that entrapment of primary fluid inclusions occur under peak metamorphic conditions, while secondary inclusions were captured during retrograde stage. The primary inclusions consist of gas + liquid + daughter/xenogenic minerals (e.g. calcite). Secondary inclusions consist of gas + liquid. Results of IR and Raman spectroscopy reveal that primary and secondary inclusions are predominantly H₂O-rich. All our observations indicate that crystallization of garnet occurred in the presence of H₂O-rich fluid.

Введение. Исследования метаморфогенных алмазов с применением методов просвечивающей электронной микроскопии позволили установить в них наряду с твердофазными включениями, присутствие флюидных и расплавных включений (Dobrzhinetskaya et al., 2005, Hwang et al., 2005). Следует отметить, что даже в самых высокоалмазоносных породах содержание алмазов не превышает 2000 карат на тонну, поэтому наличие флюидных и расплавных включений только алмазах выглядит весьма странным. Согласно современным представлениями в равновесии с алмазом должны были находиться карбонаты + гранат + клинопироксен и гранат + клинопироксен + коэзит + кианит + фенгит в метакarbonатах и метапелитах, соответственно (Hermann and Green, 2001, Hermann, 2002). Вместе с тем до сих пор ничего не известно о находках флюидных включений в породообразующих минералах.

В данной работе мы впервые представляем предварительные данные о составе флюидных включений в гранатах из высокобарических пород Кокчетавского массива (Северный Казахстан). В качестве объекта исследования были выбраны неалмазоносные гранат-клинопироксеновые породы. Их минералого-петрографическая характеристика была опубликована ранее в работах (Perchuk et al., 2002).

Петрографическая характеристика образцов. Несмотря на отсутствие алмаза в этих породах, они бесспорно являются изофациальными с окружающими их алмазоносными породами. Присутствие K₂O-содержащих клинопироксенов (с содержанием K₂O до 1 мас.%) является одним из наиболее убедительных показателей высокобаричности этих пород (Perchuk et al., 2002). Исследованный образец не является исключением. Он представляет собой контакт алмазосодержащего кальцитового мрамора (гранат-клинопироксен-карбонатная порода) и неалмазоносной гранат-клинопироксеновой породы. Наборы минералов, слагающие обе породы идентичны. Модальный состав, а также состав одноименных минералов существенно отличается. В составе мрамора преобладают кальцит (40 об. %) и гранат (30 об. %), клинопироксен (15 об. %), биотит (5 об.%) и сульфиды (10 об. %). В гранат-клинопироксеновой породе на долю граната и клинопироксена приходится более 85 об. %, а на карбонаты, сульфиды, и вторичные продукты (амфибол и плагиоклаз) около 15 об. %. Составы граната и клинопироксена из гранат-клинопироксеновой части являются более железистыми в сравнении с одноименными минералами кальцитового мрамора. Наличие включений граната в клинопироксене и клинопироксена в гранате позволяет утверждать, что рост

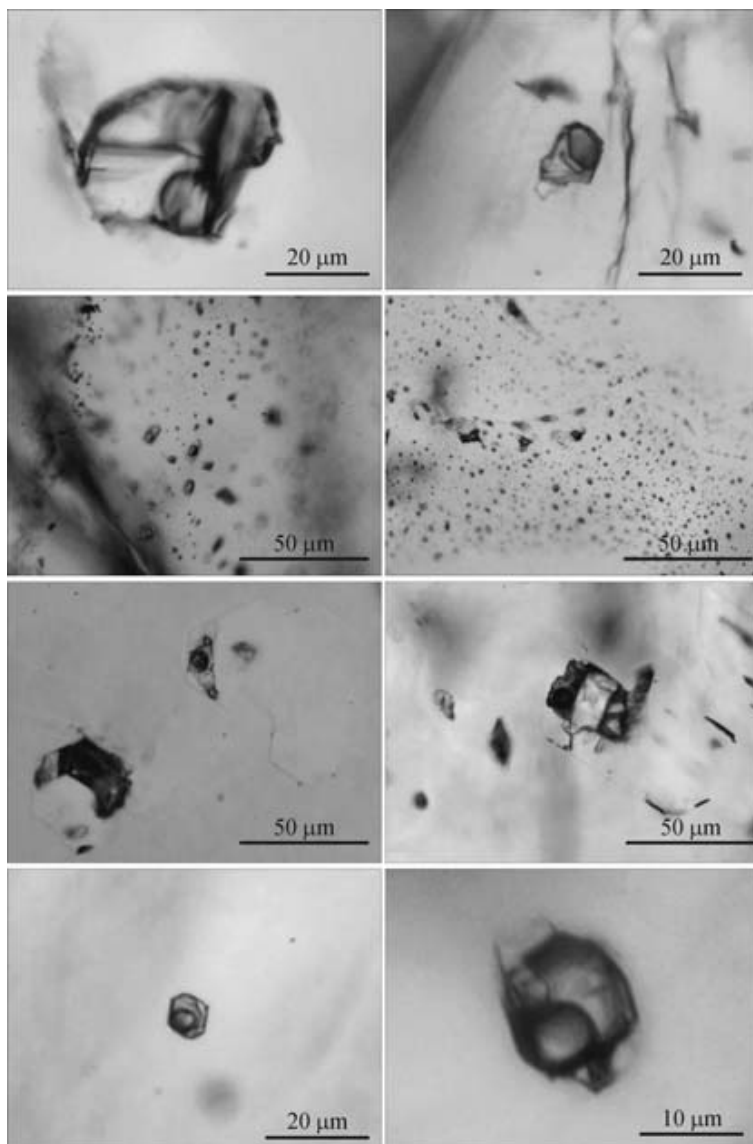


Рис. 1. Различные типы включений в гранатах из высокобарических гранат-клинопироксеновых пород Кокчетавского массива.

Fig. 1. Different types of inclusions in garnet from UHP metamorphic garnet-clinopyroxene rocks from the Kokchetav massif.

включений. Твердые фазы внутри включений были идентифицированы с применением методов КР-спектроскопии. Нами было выполнено КР-картирование нескольких включений. Согласно полученным данным, кальцит является доминирующей твердой фазой в исследованных включениях. Следует отметить, что спектры записывались в интервале от 180 до 4500 см^{-1} и характеристические полосы таких флюидных компонентов как CO_2 , CH_4 , N_2 не были установлены ни в одном из спектров. Это позволяет предполагать существенно водный состав флюидной фазы.

ИК-спектроскопические исследования выполненные с использованием Perkin Elmer Spectra 2000 ИК (FTIR) спектрометр лишь подтвердили наши предположения. Несмотря на небольшой размер включений, удалось получить хорошие ИК-спектры, однозначно указывающие на присутствие жидкой воды - широкие полосы 1630 и 3200-3400 см^{-1} .

Криометрия включений. При замораживании первичных включений фазовые переходы наблюдаются в диапазоне от -25°C до -45°C , что фиксируется по уменьшению в размере газового пузыря практически вдвое. Плавление во включениях происходит в интервале от -3.8°C до -0.2°C , что также подтверждает преимущественно водный состав

этих фаз происходил одновременно. Вместе с тем, следует отметить, что флюидные включения диагностированы исключительно в гранатах из неалмазоносной части образца.

Флюидные включения. По морфологическим особенностям и простран-ственному распределению флюидные включения были разделены на две группы. К первой относятся первичные одиночные включения (размером до 20 мкм) или их скопления. Они располагаются исключительно в центральных зонах кристаллов граната. Эти включения имеют форму искаженного в различной степени ромбододекаэдра. Фазовый состав включений: газ+жидкость±дочерние/ксеногенные карбонаты (Рис. 1).

Ко второй группе относятся вторичные флюидные включения. Они встречаются в виде полей или цепочек и трассируют собой разнонаправленные залеченные трещины, секущие все ростовые зоны порфиробластов граната.

Форма включений - овальная, округлая, реже неправильная. Фазовый состав: газ+жидкость, твердых фаз в них не установлено.

КР и ИК спектроскопия первичных флюидных

флюида. Температура плавления вещества из вторичных флюидных включений варьирует -3.8°C до -0.9°C , что также указывает на водный состав флюида.

Термометрия включений. Термометрические исследования позволили установить, что гомогенизация вещества (Газ+Жидкость \rightarrow Флюид) в первичных флюидных включениях происходит в интервале температур 348°C до 380°C , что хорошо согласуется с критической температурой для чисто водной системы. Гомогенизация вещества (исчезновение газовой фазы) во вторичных флюидных включениях наблюдается в интервале температур от 356 до 368°C .

Расплавные включения. Кроме флюидных включений, в центральных и краевых частях кристаллов граната, встречаются крупные (до 60 мкм) одиночные предположительно расплавные включения. В основном они имеют неправильную форму, но иногда частично огранены. Практически все включения второй группы наряду с газовым пузырем и жидкой фазой содержат переменное количество твердых фаз (кальцит, кварц, рутил, слюды).

Выводы. Вся совокупность полученных данных по первичным флюидным включениям указывает на то, что кристаллизация центральных частей порфиروبластов граната происходила в присутствии водного флюида. Наличие вторичных флюидных включений в трещинах секущих все ростовые зоны кристаллов граната свидетельствует о том, что водный флюид играл важную роль и на регрессивном этапе метаморфизма.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда содействия отечественной науке, гранта Президента РФ МК-259.2008.5, РФФИ (07-05-00308).

Литература:

- Dobrzhinetskaya L. F., Wirth R., Green H. W. Direct observation and analysis of a trapped COH fluid growth medium in metamorphic diamond // Terra Nova. 2005. Vol. 17. Pp. 472–477.
- S.-L. Hwang, P. Shen, H.-T. Chu et al. Crust-derived potassic fluid in metamorphic microdiamond // Earth and Planetary Science Letters. 2005. Vol. 231. P. 295–306.
- Hermann J., Green D. H. Experimental constraints on high pressure melting in subducted crust // Earth and Planetary Science Letters. 2001. Vol. 188. Pp. 149–186.
- Hermann J. Experimental constraints on phase relations in subducted continental crust // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2002. Vol. 143. Pp. 219–235.
- L. L. Perchuk, O. G. Safonov, V. O. Yapaskurt, J. M. Barton Jr Crystal-melt equilibria involving potassium-bearing clinopyroxene as indicator of mantle-derived ultrahigh-potassic liquids: an analytical review // Lithos. 2002. Vol. 60. Pp. 89–111.