

УДК 549.731.15:552.323.6

А.А. Вишневский, Ю.А. Литвиненко

ВКЛЮЧЕНИЕ ФАЗЫ SiO_2 В ХРОМШПИНЕЛИДЕ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ ТРУБКИ "ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ" (ЯКУТИЯ)

В хромшпинелиде из кимберлитов трубки "Интернациональная" (Якутия) зафиксировано твердофазное включение практически чистого SiO_2 . Его минеральная форма не установлена. Предварительно высказано предположение, что это одна из полиморфных модификаций кристаллического кремнезема, хотя не исключено, что вещество включения может оказаться халцедоном и даже кварцевым стеклом.

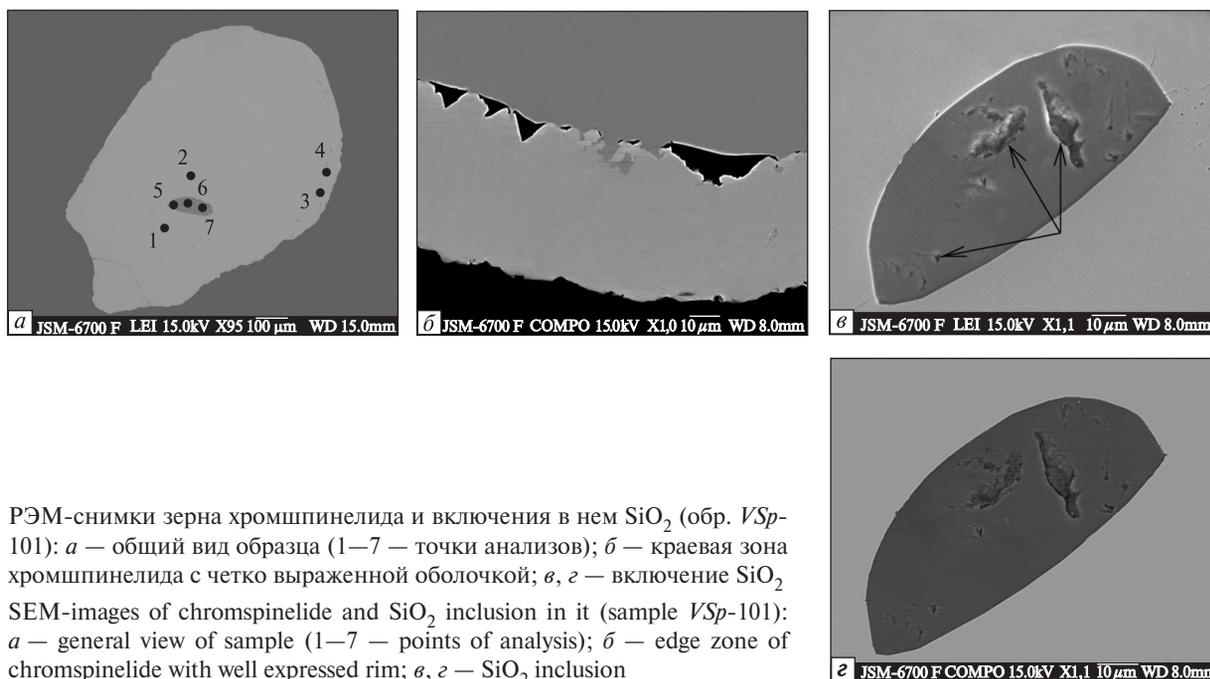
Твердофазные включения в хромшпинелидах из кимберлитов явление вполне обычное. По нашим оценкам, они присутствуют примерно в каждом десятом кристалле указанного минерала. Представляя несомненный интерес в качестве ценнейшего источника информации о среде и условиях образования вмещающих их хромшпинелидов они тем не менее остаются до сих пор малоизученными, что объясняется, вероятнее всего, сложностью их обнаружения в непрозрачном теле минерала-хозяина. Ранее [2—4 и др.] в виде кристаллических вростков в хромшпинелидах из кимберлитовых пород были установлены оливин, пироп, ортопироксен, клинопироксен, флогопит, доломит и кальцит. Данный перечень, судя по значительно большему разнообразию твердофазных включений, известных сегодня в других высокобарических минералах кимберлитов, в частности в алмазах и пиробах, далеко не полон. Этот тезис подтверждается нашей находкой. В хромшпинелиде из кимберлитов трубки "Интернациональная" было вскрыто включение минеральной фазы, ранее не фиксировавшейся в хромшпинелидах, причем не только кимберлитовых.

Изученный хромшпинелид представляет собой слегка уплощенный сложнограненный кристалл, с закругленными шероховатыми вершинами и ребрами, размером $0,7 \times 0,9 \times 1,3$ мм. Включение, вскрытое путем послойной сошлифовки хромшпинелида с постоянным

контролем под бинокулярным микроскопом, располагается в его центральной зоне (рисунок, а). В сечении оно имеет близкую к овальной форму и линейные размеры $\sim 50 \times 140$ мкм. От включения в разных направлениях отходит несколько мелких трещин, которые, судя по снимку (рисунок, в), теряются в теле хромшпинелида, хотя нет полной уверенности в том, что они не достигают его поверхности. Поэтому сложно сказать, сохранило ли включение свой первичный состав или же он подвергся изменениям. Также при полировке образца в теле включения было обнаружено наличие полостей (на рисунке на них указывают стрелки), происхождение которых пока не ясно. Возможно, что до вскрытия они были заполнены флюидной фазой.

Микронзондовое исследование показало, что хромшпинелид имеет зональное строение. В нем четко выделяются разделенные резкой границей массивное ядро и наросшая на него тонкая (30—50 мкм) оболочка (рисунок, б), различающиеся по химическому составу (таблица). Оболочка относительно ядра обеднена алюминием, хромом, магнием и обогащена титаном и железом. В целом же по особенностям состава ядро кристалла подобно хромшпинелидам из ксенолитов глубинных пород, тогда как оболочка имеет немалое сходство с микрокристаллическими шпинелидами из связующей массы кимберлитов [1].

Включение, в отличие от хромшпинелида, не обнаруживает каких-либо признаков фазовой или химической негомогенности, по



РЭМ-снимки зерна хромшпинелида и включения в нем SiO₂ (обр. VSp-101): а — общий вид образца (1—7 — точки анализов); б — краевая зона хромшпинелида с четко выраженной оболочкой; в, з — включение SiO₂
 SEM-images of chromspinelide and SiO₂ inclusion in it (sample VSp-101): а — general view of sample (1—7 — points of analysis); б — edge zone of chromspinelide with well expressed rim; в, з — SiO₂ inclusion

Химический состав хромшпинелида (1—4) и включения в нем (5—7), образец VSp-101
Chemical composition of chromspinelide (1—4) and inclusion in it (5—7), sample VSp-101

Компонент	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	0,03	0,02	0,03	0,02	97,51	96,44	98,01
TiO ₂	0,75	0,69	1,18	1,25	He опр.	He опр.	He опр.
Al ₂ O ₃	8,83	9,05	6,97	6,72	0,05	0,02	0,06
Cr ₂ O ₃	56,45	56,40	52,09	52,50	0,46	0,44	0,53
Fe ₂ O ₃ *	6,17	6,06	10,53	10,40	0,82 **	0,68 **	0,60 **
FeO	15,44	15,53	17,56	17,44			
MnO	0,13	0,10	0,26	0,21	He опр.	He опр.	He опр.
MgO	12,03	11,99	10,42	10,54	0,65	1,95	1,02
CaO	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	0,02
NiO	0,13	0,06	0,10	0,16	He опр.	He опр.	He опр.
ZnO	0,15	0,15	0,09	0,10	" "	" "	" "
CoO	0,06	0,09	0,10	0,13	" "	" "	" "
Сумма	100,18	100,14	99,33	99,51	99,50	99,54	100,23

Примечание. * — рассчитано по стехиометрическому соотношению, ** — суммарное содержание железа в виде FeO. Номера анализов соответствуют номерам точек на рисунке, а. Анализы выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе JXA-8200. Условия съемки: ускоряющее напряжение 15 кВ, ток зонда 1·10⁻⁸ А, диаметр зонда 2 мкм. В качестве стандартов при анализе использованы простые оксиды — для Si, Ti, Al, Cr, Fe, Ni, Zn, Co; MnTiO₃, Mg₂SiO₄, CaSiO₃ — для Mn, Mg и Ca соответственно. Расчет концентрации элементов осуществлялся методом ZAF-коррекции.

Пересчет анализов хромшпинелида на кристаллохимические формулы:

1. (Mg_{0,588}Fe_{0,424}²⁺Mn_{0,004}Ni_{0,003}Zn_{0,004}Co_{0,002})_{1,025}(Al_{0,342}Cr_{1,465}Fe_{0,152}³⁺Ti_{0,019}Si_{0,001})_{1,979}O₄;
2. (Mg_{0,586}Fe_{0,426}²⁺Mn_{0,003}Ni_{0,002}Zn_{0,004}Co_{0,002})_{1,023}(Al_{0,350}Cr_{1,463}Fe_{0,150}³⁺Ti_{0,017}Si_{0,001})_{1,981}O₄;
3. (Mg_{0,525}Fe_{0,496}²⁺Mn_{0,007}Ni_{0,003}Zn_{0,002}Co_{0,003})_{1,036}(Al_{0,278}Cr_{1,391}Fe_{0,268}³⁺Ti_{0,030}Si_{0,001})_{1,968}O₄;
4. (Mg_{0,530}Fe_{0,492}²⁺Mn_{0,006}Ca_{0,001}Ni_{0,004}Zn_{0,002}Co_{0,004})_{1,039}(Al_{0,267}Cr_{1,401}Fe_{0,264}³⁺Ti_{0,032}Si_{0,001})_{1,965}O₄.

крайней мере, на уровне разрешения рентгеноспектрального микроанализа (рисунок, *з*). В результате определения его химического состава оказалось, что это практически чистый SiO_2 . В виде примесей, содержание которых в сумме не превышает 2–3 мас. %, в нем установлены Al_2O_3 , Cr_2O_3 , FeO , MgO и CaO (таблица). Предваряя вопрос об их возможном "захвате" при анализе из вмещающего хромшпинелида сразу отметим, что это полностью исключается (диаметр зонда, а, следовательно, и анализируемой площади, в десятки раз меньше размеров включения). Химический состав включения позволяет отнести слагаю-

щий его минерал к семейству кремнезема. Причем, судя по суммам анализов (близким к 100 %), похоже, что это одна из полиморфных модификаций кристаллического SiO_2 . Хотя не исключено, что вещество включения может оказаться халцедоном и даже кварцевым стеклом.

Таким образом, нами зафиксировано необычное минеральное сообщество — магнезиохромит + SiO_2 , прежде не встречавшееся в кимберлитах. Поскольку не определена минеральная форма SiO_2 , то объективно судить о генезисе образца пока не представляется возможным.

1. Бовкун А.В., Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Самсонов П.А. Эволюция состава шпинелидов из кимберлитов // Геология алмазов — настоящее и будущее. — Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. — С. 941–950.
2. Вишневецький О.А., Квасниця В.М. Кристалічні включення в хромшпінелідах із кимберлітів Східного Приазов'я (трубка "Південна") // Доп. НАН України. — 2009. — № 5. — С. 142–148.
3. Лазько Е.Е. Минералы-спутники алмаза и генезис кимберлитовых пород. — М. : Недра, 1979. — 192 с.
4. Соболев Н.В., Логвинова А.М. Включения пироба в хромшпинелидах из кимберлитов и лампроитов и их значение для оценки парагенезиса и глубинности формирования // Докл. РАН. — 2004. — 398, № 6. — С. 786–791.

Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеново НАН Украины, Киев

Поступила 23.09.2009

РЕЗЮМЕ. У хромшпінеліді з кимберлітів трубки "Інтернаціональна" (Якутія) зафіксовано твердофазове включення практично чистого SiO_2 . Його мінеральна форма не встановлена. Попередньо висловлено припущення, що це одна з поліморфних модифікацій кристалічного кремнезему, хоча не виключено, що речовина включення може виявитись халцедоном і навіть кварцовим склом.

SUMMARY. Inclusion of practically pure SiO_2 in chromspinelide from kimberlites of "Inter" pipe (Yakutia) was found. Its mineral form is not determined. It was preliminarily assumed, that the inclusion is one of polymorphic modifications of crystalline SiO_2 , although it is not excluded that the inclusion substance could be chalcedony and even quartz glass.