

Изоморфное вхождение германия и олова в структуру гидротермально выращенного альфа-кварца

Научный руководитель – Томас Виктор Габриэлевич

Ковалев Валентин Николаевич

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра кристаллографии и кристаллохимии, Москва, Россия

E-mail: kovvn99.msu16@gmail.com

Изоморфизм является прямым способом модифицирования свойств веществ. Традиционно выделяют изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. По результатам исследований, приведенных в [1], предлагается гипотеза существования еще одного типа изоморфизма - *деформационного*. Суть гипотезы заключается в нестехиометричных изоморфных замещениях, вызванных искажениями структуры ближайшего окружения элемента-примеси (рис.1). Данная гипотеза нуждается в проверке на других соединениях, что и определяет цель работы. В настоящей работе исследования проводилось на низкотемпературном кварце с примесями германия и олова.

Экспериментальные работы осуществлялись гидротермальным методом и разделены на 2 этапа. На первом этапе (4 эксперимента) работы осуществлялись по методике, указанной в [2]. Синтез германийсодержащего кварца проводился на плоские затравки в золотых футеровочных вкладышах при $T = 450^\circ \text{C}$ и $p = 99 \text{ МПа}$. В качестве растворителя использовался водный раствор фторида аммония с содержанием NH_4F 5 и 10 мас.%. С выращенных кристаллов на циркулярной пиле срезался выросший слой и измельчался до фрагментов $\sim 5\text{мм} \bullet 5\text{мм} \bullet 5\text{мм}$. Такой материал использовался в качестве шихты для следующего этапа. На втором этапе (1 эксперимент) осуществлялась перекристаллизация германийсодержащего кварца в присутствии оксида олова (IV) в виде химического реактива. Эксперимент осуществлялся при тех же температуре и давлении. Отличие в методике эксперимента заключается в использовании метода индуцирования температурной зональности, суть которого заключается в создании температурных отсечек и зональности, фиксирующих условия эксперимента [3]. Затем из выращенных кристаллов готовились плоские полированные пластины, которые исследовались методами электронно-зондового микроанализа и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией.

Результаты измерений показали, что содержание германия слегка превышает 1 мас. % и что оно медленно растет по мере удаления от затравки (рис.2). Корреляции между содержаниями германия и олова в структуре кварца не обнаружено. Температурные отсечки сопровождаются увеличением содержания германия, что соответствует значению эффективного коэффициента распределения $K_{\text{эфф}} < 1$.

Источники и литература

- 1) Томас В.Г., Кляхин В.А. Особенности вхождения хрома в берилл в гидротермальных условиях (экспериментальные данные) // Минералообразование в эндогенных процессах. – Новосибирск: Наука, 1987.
- 2) Балицкий В.С., Балицкий Д.В., Пушаровский Д.Ю., Сеткова Т.В., Балицкая Л.В., Некрасов А.Н. Рост и морфология монокристаллов высокогерманиевого кварца // Доклады Академии наук, 2017, 477(5), с. 578-581.

- 3) Лебедев А.С., Каргальцев С.В., Фурсенко Д.А. Метод искусственной зональности при исследовании процессов гидротермального синтеза. – Тез. докл. Всес. сим-поз. Современная техника и методы экспериментальной минералогии. Черногловка, 1983, с. 19.

Иллюстрации

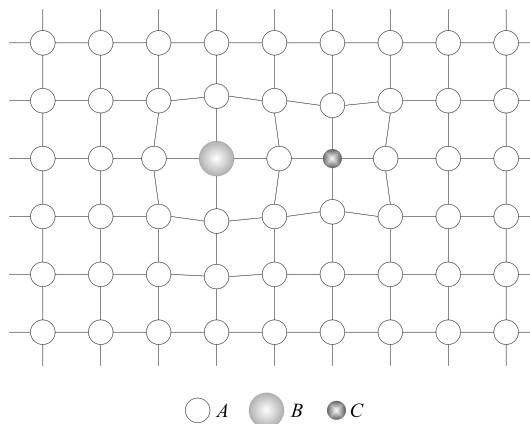


Рис. 1. Пояснение сути деформационного изоморфизма. В матрицу, состоящую из ионов типа А, изоморфно входит более крупный ион В. Из-за значительной разницы радиусов этих ионов вхождение последнего способствует искажению своего ближайшего окружения и удалению двух ионов А и вхождению более мелкого иона С. По результатам [1] данный изоморфизм обусловлен разницей ионных радиусов ионов алюминия и хрома, и подтверждается наличием значимых корреляций между видообразующими компонентами берилла и содержанием примеси хрома. Предоставлен Томасом В.Г.

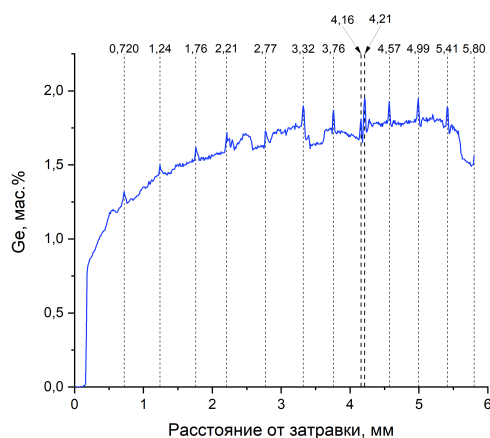


Рис. 2. Содержание германия в нарощенном слое, выращенном на поверхность базопинакоида (0001) кварца. Содержание германия растет по мере удаления от затравочной пластины. "Выбросы" содержания германия обусловлены использованием режима температурных отсечек и метода температурной зональности. Приведены границы каждой температурной зоны. Видно, что по мере роста скорость роста снижается. Перегрев при возвращении в стационарный режим (между 2,21 мм и 2,77 мм) способствует увеличению мощности зоны.