

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ

Савилова Е.Б., Потапова Е.И.

«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Все минералы содержат в себе разнообразные по форме и размерам включения. Под включением понимают любой участок, герметически изолированный и имеющий фазовую границу в процессе кристаллизации минерала. Образование включения возможно только в случае возникновения какого-либо дефекта на поверхности растущего кристалла. В любом другом случае, кристалл равномерно достраивает свою кристаллическую решетку без образования полостей, в которых может быть законсервирована минералообразующая среда. Выделяются следующие типы включений: газовые (законсервированная в кристалле порция летучих компонентов); твердофазные (захваченные растущим кристаллом посторонний кристаллический компонент); и расплавные (захваченный участок расплава).

Выбор аналитического метода изучения включений зависит от цели и задачи исследования. Для определения химического состава флюидных и расплавных неоднородностей, даже в критически малых количествах, используют локальные методы. Одним из которых является электронный – микрозондовый анализ. С его помощью с 1980 гг. измеряют содержание всех петрогенных и многих рассеянных элементов (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Микроанализатор электронно-зондовый Cameca SX100 SX

Во время анализа поверхность образца бомбардируется электронами, часть из которых отражается и генерируется. Яркость изображения в отраженных электронах пропорциональна среднему атомному номеру измеряемого образца.

Под воздействием пучка электронов в образце возбуждается рентгеновское излучение, которое и регистрируется. Метод позволяет произвести точные измерения пяти отдельных элементов одновременно.

Термо- и криометрия включений. Относится к методам оптического изучения индивидуальных включений под микроскопом. Сущность рассматриваемых методов состоит в изучении фазовых переходов во включении при нагревании и охлаждении. Современные термо- и криокамеры позволяют осуществлять нагревание до 1600°C , охлаждение до -196°C . По таким величинам, как температура гомогенизации ($T_{\text{гом}}$) вещества включения, температура замерзания (T_3), эвтектической кристаллизации ($T_{\text{эвт}}$), плавления ($T_{\text{пл}}$) и некоторым другим, делается заключение о составе включения и его плотности. Например, если вещество включения плавится при $-56,6^{\circ}\text{C}$, а температура его гомогенизации не превышает $+31,2^{\circ}\text{C}$, то можно с уверенностью идентифицировать его как включение чистой углекислоты. При известном составе включения $T_{\text{гом}}$ позволяет точно определить его плотность и рассчитать изохору в требуемых РТ-координатах. Рассматриваемый метод наиболее распространен благодаря своей экспрессности и информативности при сравнительно простом оборудовании.

Существуют методы изучения извлеченного из включения вещества. Массовое применение имеют два способа: механический, при котором анализируемая проба истирается; термический – с извлечением при высоком температурном нагреве. Оба способа не лишены недостатков, поэтому в зависимости от характера решаемой задачи, размеров анализируемых монофракций, размеров включений и т.д. требуется тщательно оценить возможность применения того или другого способа извлечения.

Газовая хроматография. Использует способность анализируемой смеси дифференцироваться при прохождении через определенное сорбирующее вещество. Пики отдельных газов после их разделения анализируются на различных детекторах, например на детекторе, фиксирующем разную теплопроводность газов. Метод достаточно широко распространен, хотя и уступает по чувствительности масс-спектрометрическому.

Водные вытяжки. Применяются чаще всего для диагностики солевых компонентов флюида. Сущность метода заключается в истирании 30–40 г навески с последующей промывкой дистиллированной водой. Затем производится анализ полученного слабokonцентрированного раствора различными стандартными химическими способами.

Развитие в последние годы методов исследования включений позволяет получать качественную и количественную информацию о составе минералообразующей среды.

Список литературы:

1. Годовиков, А.А. Введение в минералогию / А.А. Годовиков. – Новосибирск : Наука, 1973. – 647 с.

2. Ермаков Н.П. Флюидные включения в минералах и их роль в изучении гидротермального рудообразования / Н.П. Ермаков, В.Б. Наумов, Д.Н. Хитаров // 27 Междунар. геол. конгр. : докл. – М. : Наука, 1984. – Т. 10. – 596 с.
3. Реддер. Э. Флюидные включения в минералах : в 2 т. / Э. Реддер. – М. : Мир, 1987. – 558с.
4. Термобарогеохимия золота(прогнозирование, поиски и оценка оруденения) / Ю.В. Ляхов [и др.]. – Львов : Свит, 1995. –498 с .
5. Хитаров Д. Н. Изучение флюидных включений в минералах : обзор. инф. / Д.Н. Хитаров. – М. : Геоинформмарк, 1997. – 43 с.
6. П. Ю. Плечов. Методы изучения флюидных и расплавных включений. - Учебное пособие. М: "Изд-во КДУ", 2014, 268 с.
7. Бетехтин А. Г. Курс минералогии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед., направление 130300. Прикладная геология. М.: Кн. дом Университет, 2008. 738 с.; 2-е изд., испр. и доп. 2010. 735 с.; 3-е изд., испр. и доп. 2014. 735 с.
8. Балтыбаев Ш.К. Флюидные включения и РТ-режим формирования лейкосом мигматитов натрового ряда в гранулитовой части Приладожья (Ю.Карелия). - Записки Всероссийского минералогического общества, 2002 г., 11 стр.

