

# МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ ОСНОВНОЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВ МЕТОДОМ РСМА

Суворова Л.Ф., Яковлев Д.А., Костровицкий С.И.

*Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск,  
e-mail: lsuvor@igc.irk.ru*

## ВВЕДЕНИЕ

Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) является основным методом исследования макрокомпонентного состава минералов кимберлитов, являющихся основным источником алмазов. Первичным объектом анализа являются акцессорные минералы, так называемые минералы-индикаторы алмазов: гранаты, пироксены, ильмениты и шпинели. Определение состава минералов основной массы кимберлитов также важно для оценки потенциальной алмазоносности кимберлитовых пород.

## АППАРАТУРА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработана методика исследования основной массы кимберлитов на микроанализаторе JXA-8200 (Jeol, Japan), снабженном растровым электронным микроскопом, ЕД системой с SiLi детектором с разрешением 133 eV на  $Mn_{K\alpha}$  - линии и пятью волновыми спектрометрами. Условия возбуждения и регистрации аналитических сигналов следующие: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток пучка электронов 2-20 нА, диаметр пучка электронов 1-10 мкм в зависимости от анализируемого объекта. Материалом для исследования служили аншлифы пород из кимберлитовых трубок Якутской провинции.

Изучение породы во вторичных и обратно рассеянных электронах и полуколичественный анализ состава минералов на ЕД спектрометре позволили установить, что размер зерен минералов основной массы кимберлитов варьирует от нескольких микрон до десятых долей миллиметра, кимберлиты состоят из следующих минералов: оливин, монтчеллит, флогопит, серпентин, хлорит, ильменит, перовскит, апатит, шпинели, карбонаты, сульфиды. Специфическая черта минералов основной массы – их гетерогенность и зональность состава. Перовскиты, флогопиты, апатиты и карбонаты, как правило, обогащены редкими элементами. Количественное соотношение минералов в породе устанавливалось с помощью программы картирования (МАР-анализ). На рис. 1 представлены результаты МАР-анализа кимберлита трубки Айхал. Количественное соотношение минералов в породе определяется по шкале яркости на изображении в обратно-рассеянных электронах.

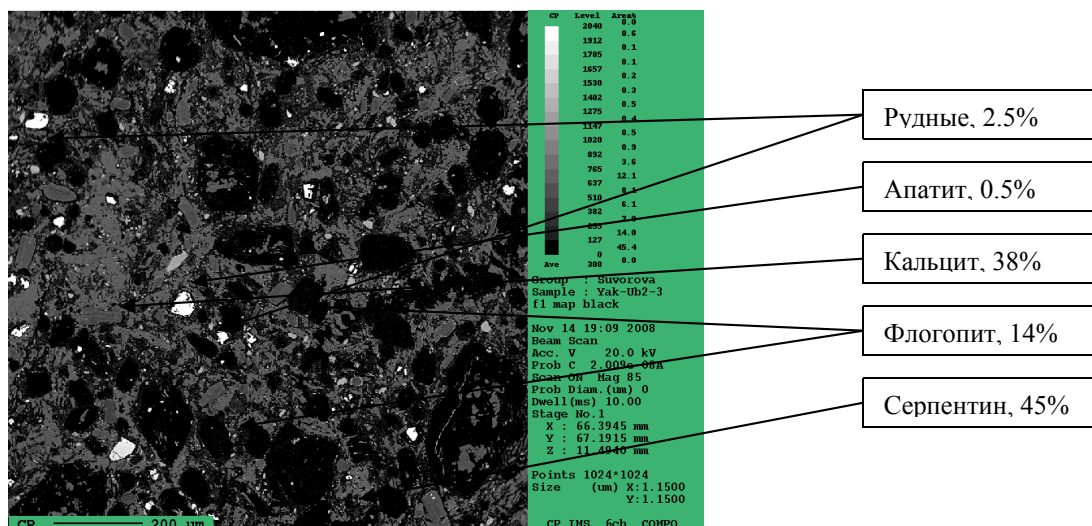


Рис. 1. МАР-анализ кимберлита трубки Айхал. Изображение в обратно-рассеянных электронах.

Соотношение минералов в породе определяется по цвету на шкале (Area,%)

Химический состав минералов определялся на волновых спектрометрах. Определялись концентрации оксидов следующих элементов: F, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, Nb, Sr, Ba, La, Ce, Nd. В качестве аналитических сигналов выбирались K $\alpha$ - или L $\alpha$ -линии определяемых элементов. Фоновый сигнал регистрировался с обеих сторон от аналитической линии. Коррекция аналитического сигнала на матричные эффекты осуществлялась по фирменной программе (ZAF-метод). Природные минералы, аттестованные как лабораторные образцы сравнения, предварительно проверенные на однородность, использовались как для калибровки методики, так и для определения ее метрологических характеристик (табл.1).

Таблица 1.

Метрологические характеристики методики

| Аналит                         | Химический состав, масс % |            |                  |            |                  |            |
|--------------------------------|---------------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                                | Гранат С-153              |            | Оливин Ч-1       |            | Хромит 49/68     |            |
|                                | С <sub>ат.</sub>          | ЖХА-8200   | С <sub>ат.</sub> | ЖХА-8200   | С <sub>ат.</sub> | ЖХА-8200   |
| SiO <sub>2</sub>               | 41.5                      | 41.54±0.21 | 41               | 41.17±0.2  | 0.04             | 0.04±0.02  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.04                      | 0.06±0.02  |                  | <0.05      | 0.15             | 0.14±0.02  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18.09                     | 18.27±0.17 |                  | <0.03      | 7.5              | 7.34±0.12  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7.41                      | 7.32±0.06  |                  | <0.04      | 62.7             | 62.82±0.21 |
| FeO                            | 7.61                      | 7.61±0.06  | 9.49             | 9.53±0.17  | 18.32            | 18.36±0.13 |
| MnO                            | 0.32                      | 0.31±0.03  | 0.17             | 0.15±0.016 | 0.19             | 0.19±0.04  |
| MgO                            | 21.09                     | 21.38±0.13 | 49.2             | 49.08±0.3  | 11.2             | 10.56±0.22 |
| CaO                            | 3.4                       | 3.64±0.07  | 0.07             | 0.05±0.02  |                  | <0.04      |
| Na <sub>2</sub> O              |                           | <0.03      |                  | <0.03      |                  | <0.03      |
| NiO                            |                           | <0.04      | 0.39             | 0.37±0.03  |                  | <0.04      |

Проверка точности определений при анализе минералов, содержащих редкие элементы, таких, как перовскит, апатит и карбонаты затруднена из-за отсутствия образцов сравнения адекватного состава. Качество анализа этих материалов оценивалось по сумме концентраций всех компонентов в минерале и точности его стехиометрической формулы.

## ВЫВОДЫ

Разработана методика исследования минералов основной массы кимберлитов. Методика позволяет изучать распределение в породе минералов основной массы, их количественные соотношения, а также изменения химического состава минералов в зависимости от текстурно-структурных и петрохимических особенностей кимберлитов.

Изучение кимберлитов большинства алмазонасных трубок Якутской провинции показало, что для минералов основной массы алмазонасных кимберлитов характерны следующие типоморфные особенности: широкие вариации состава, зональность, локальная неоднородность, проявления процессов резорбции и замещения. Состав минералов, их химизм связан с петрохимическим типом кимберлитов и зависит от структурно-текстурных особенностей породы, а также от степени проявления вторичных процессов. Степень резорбции оксидных минералов основной массы и значения фугитивности кислорода коррелируют с алмазонасностью кимберлитов. Типоморфизм минералов основной массы позволяет оценить специфику физико-химических условий становления кимберлитов и может использоваться при разработке критериев оценки алмазонасности кимберлитов.