

УДК 553.12+549.752.321/322

МИНЕРАЛОГИЯ

Г. П. БАРСАНОВ, Н. И. ЕРЕМИН, Н. Е. СЕРГЕЕВА

**О ХАРАКТЕРЕ ЗОНАЛЬНОСТИ КОЛУМБИТ-ТАНТАЛИТА,
ВЫЯВЛЕННОЙ МЕТОДОМ МИКРОРЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО
АНАЛИЗА**

(Представлено академиком Н. В. Беловым 3 XI 1970)

Микрорентгеноспектральный анализ с помощью электронного зонда, отличающийся большой локальностью, весьма эффективен при изучении минералов переменного состава. К таким минералам относится группа колумбит-танталита, состав различных минеральных индивидов которой может резко колебаться в различных рудных телах, в выделениях разных генераций этих минералов и даже в пределах локальных участков их кристаллов.

Ранее (¹⁻³) отмечалось неоднородное, часто зональное строение кристаллов колумбит-танталитов, которое устанавливается при структурном травлении их плавиковой кислотой и является отражением их изменяющегося химического состава. Предполагалось (¹), что члены ряда колумбит-танталита промежуточного состава с содержанием Ta_2O_5 порядка 30—65% являются механическими смесями нескольких компонентов. Однако детальных исследований изменения состава неоднородных кристаллов колумбит-танталитов и характера зональности в них не проводилось.

Метод микрорентгеноспектрального анализа дает возможность провести подобные исследования. Этим методом на рентгеновском микроанализаторе JXA-5 были изучены три образца колумбит-танталита из редкометального легматитового месторождения Забайкалья*. Кроме главных химических элементов (тантала, ниобия, железа и марганца) в них количественно определялись также часто присутствующие элементы-примеси (титан и олово). Измерения проводились при ускоряющем напряжении 25 кВ по рентгеновским линиям TiK_{α} , MnK_{α} , FeK_{α} , NbL_{α} , SnL_{α} и TaL_{α} . В качестве эталонов использовались чистые металлы, а для марганца — минерал алабандин (MnS) известного состава. Время измерения интенсивностей соответствующих рентгеновских линий на образцах и эталонах составляло 100 сек., что обеспечило получение результатов с квадратичной ошибкой, не превышающей для ниобия 0,4, тантала 0,8, марганца 0,7 и железа 0,6 вес. %.

Проведенные исследования показали, что различные участки образцов обнаруживают существенные колебания состава в основном за счет изменения содержания тантала и ниобия. Так, в образце колумбит-танталита, относящемся к наиболее ранней его генерации, по данным анализа в 20 различных точках максимальная разница в содержании тантала составляет 18 вес. %, а ниобия 15 вес. % при общем преобладании тантала над ниобием.

В связи с этим для выяснения характера неоднородности колумбит-танталита и выявления зон разного состава к одному из его кристаллов, относящемуся к третьей генерации и парагенетически связанному с

* Микрорентгеноспектральный анализ выполнен Н. И. Ереминым.

альбит-мусковитовым замещающим комплексом, был применен метод микрорентгеноспектрального картирования. Вся площадь кристалла размером 8,5 мм × 6 мм (плоскость шлифа субпараллельна грани

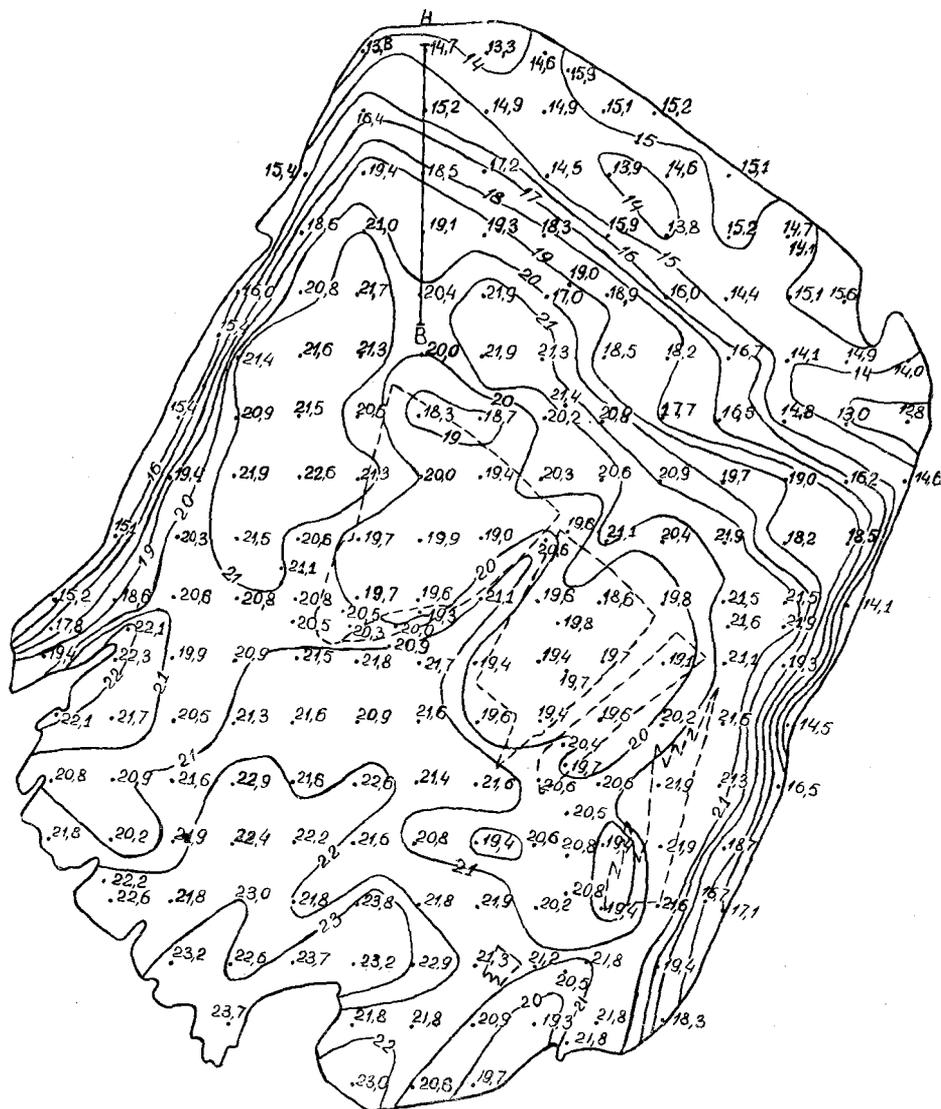


Рис. 1. Изолинии концентрации ниобия в кристалле колумбит-танталита. Пунктиром выделены протравившиеся участки. АВ — линия профиля

первого пинакоида) была покрыта сеткой со стороны квадрата 0,5 мм из 211 точек, в которых проводилось количественное определение тантала и ниобия. Нанесение результатов анализа на схематическое изображение кристалла и проведение изолиний концентрации ниобия (через 1 вес. %) и тантала (через 2 %) дало возможность выявить сложное зональное его строение (рис. 1). Центр кристалла характеризуется средним значением содержания ниобия (19—20 вес. %), которое к периферии несколько возрастает, а затем в крайних частях кристалла довольно резко понижается. Распределение тантала дает в целом по сравнению с ниобием обратную картину. Определение других элементов (в 12 различных пунктах образца) обнаруживает значительно менее существенные колебания в их



Рис. 2. Концентрационные кривые тантала и ниобия. Линейное профилирование. Шкала интенсивностей $3 \cdot 10^3$. Скорость движения бумаги 300 мм/час. Скорость перемещения образца 20 μ /мин

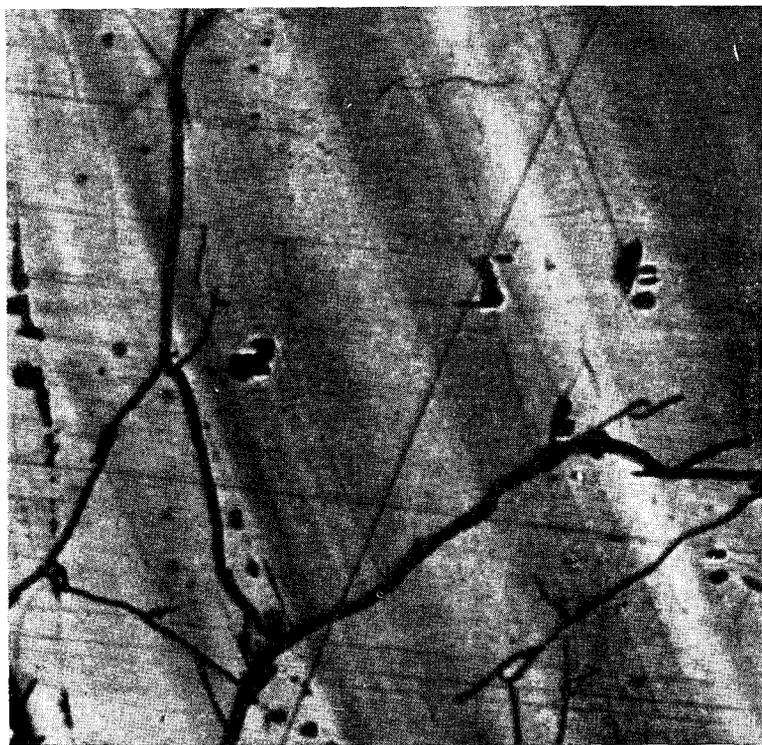


Рис. 3. Микронеональность колумбит-танталита, выявленная в обратно рассеянных электронах. 300 \times

содержании. Отношение весовых процентов марганца и железа изменяется в различных точках образца от 1,8 : 1 до 2,7 : 1. Обнаруженная зональность с общей тенденцией увеличения содержания тантала и уменьшения концентрации ниобия в краевых зонах кристалла хорошо фиксируется и на концентрационных кривых, записанных при линейном профилировании отдельных участков образца колумбит-танталита. На графике (рис. 2) проявляются зоны различного состава, ширина которых колеблется в пределах 0,4—0,8 мм.

Наряду с этим было выяснено, что отмеченная зональность является обобщенной, поскольку, как показало изучение отдельных участков кристалла колумбит-танталита в обратно рассеянных электронах, эти относительно крупные зоны состоят из серии более мелких параллельных, отличающихся по составу зон шириной от 4 до 60 μ (рис. 3). Грани-

цы их четкие, а в местах поворота они имеют резкие угловато-прямолинейные очертания. Количественный анализ, выполненный в двух соседних мелких зонах, показал разницу в содержании в них тантала 5,5 вес. %.

Одновременно в ходе исследований было выяснено, что травящиеся плавиковой кислотой участки этих минералов не являются областями определенного химического состава, благоприятного для травления (хотя контуры их близки к контурам изолиний концентрации ниобия), поскольку другие зоны подобного же состава остаются не протравившимися (см. рис. 1).

Обнаруженная при помощи электронного зондирования тонкая зональность в изменении состава кристаллов колумбит-танталита может быть объяснена отсутствием полной смесимости между ниобиевыми и танталовыми членами в изоморфном ряду колумбит — танталит, вследствие чего происходит ритмичное выделение зон с меняющимся отношением тантала и ниобия.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
30 X 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. И. Гинзбург, Геохимия, № 3 (1956). ² С. С. Курбатов, Тр. и матер. Таджикско-Памирской экспедиции 1932—1937 гг., в. 41 (1935). ³ В. А. Корнетова, Тр. Минералогич. музея АН СССР, в. 12 (1961).