

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЛОГИИ**

Материалы III Международной научно-практической конференции с  
элементами школы-семинара для студентов, аспирантов и молодых учёных  
11–12 ноября 2014 г.

2014

## **РАЗДЕЛ 11. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ**

### **ГИГАНТСКИЕ КРИСТАЛЛЫ ПИРОХЛОРА ИЗ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАТАРСКОЕ I (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

**О.В. Бухарова, А.Е. Гологузов**

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

*Впервые описаны форма, скульптура и анатомия кристаллов пирохлора коры выветривания уникального месторождения Татарское. Полученная онтогенетическая информация позволяет восстановить историю образования крупных индивидов вторичного пирохлора коры выветривания..*

*Ключевые слова: месторождение Татарское, кора выветривания, кристаллы пирохлора, минералообразование.*

### **GIANT CRYSTALS OF PYROCHLORE FROM THE CRUST OF WEATHERING OF DEPOSIT TATAR I (YENISEISK RIDGE)**

**O.V. Bukharova, A.E. Gologuzov**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

*The authors researched pyrochlore crust of weathering of carbonatites deposit Tatar I. Form, sculpture and anatomy of crystals of pyrochlore is first described. Morphological analysis specified growth conditions of crystals of pyrochlore in crust of weathering of carbonatites.*

*Key words: deposit Tatar I, crust of weathering, crystals of pyrochlore, minerogenesis.*

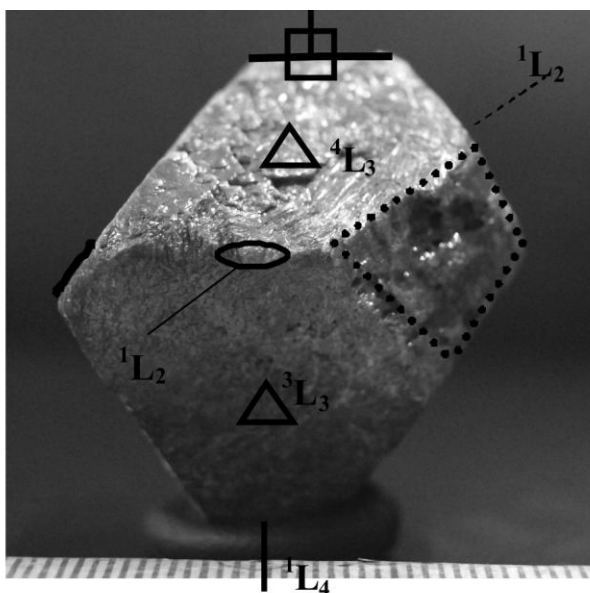
Кристаллы пирохлора коры выветривания месторождения Татарского можно встретить во многих минералогических музеях, фото образцов украшают минералогические сайты,

однако кроме размеров этих индивидов больше информации не приводится. В основном интерес исследователей сводился к изучению химического состава пирохлора, что позволяло говорить о геохимических особенностях зоны гипергенеза карбонатитов [1, 2]. Анализ внешнего облика кристаллов так же позволяет восстановить сложный процесс минералообразования, протекающий в экзогенных условиях, тем более, что морфология, скульптура граней индивидов пирохлора коры выветривания месторождения Татарское не так проста, как может показаться на первый взгляд. Авторы изучили образцы, любезно предоставленные профессором ТГУ В.В. Врублевским, и выявили морфологические маркеры, указывающие на нестабильные условия роста кристаллов.

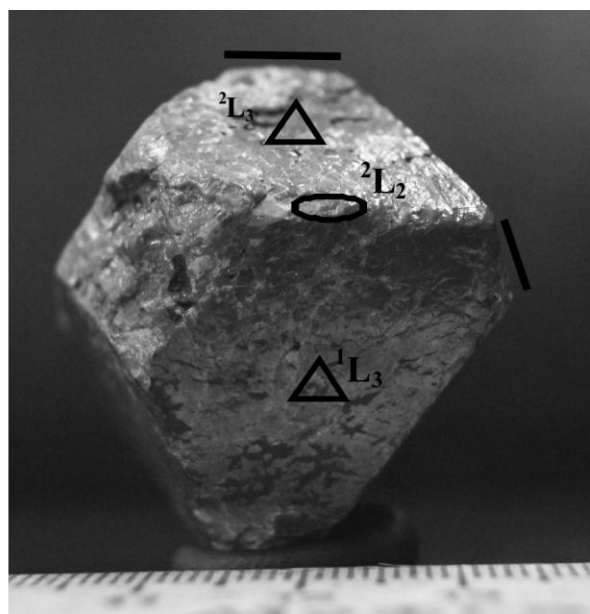
Татарское месторождение карбонатитов (с Nb-P минерализацией) расположено в верховье рек Татарки и Большой Пенченги (Енисейский кряж). Дайкообразные тела карбонатитов сложены крупно- и среднезернистым гнейсовидным Fe-доломитовым агрегатом с апатитом, арфедсонитом, флогопитом, пирротином, магнетитом, содержащими блоки пегматоидных лейкократовых Fe-доломитовых обособлений. Вмещающие породы представлены сланцами, мраморами и ортоамфиболитами нижнего протерозоя. Редкометальную минерализацию карбонатитов составляют пирохлор и колумбит [1]. Первичные породы карбонатитовой зоны перекрыты чехлом рудоносной латеритной коры выветривания, в которой рудным минералам ниобия является пирохлор, а фосфора – франколит (разновидность апатита  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4, \text{CO}_3](\text{F}, \text{OH})$ ).

Кристаллы пирохлора встречаются в зоне охр. Размеры индивидов варьируют от первых мм до 10 см. Исследованные авторами образцы имеют размеры от 1,5 до 4-6 см. Индивиды представлены октаэдрическими кристаллами, либо их обломками. Вершины некоторых кристаллов притупляются гранями куба (рис.1).

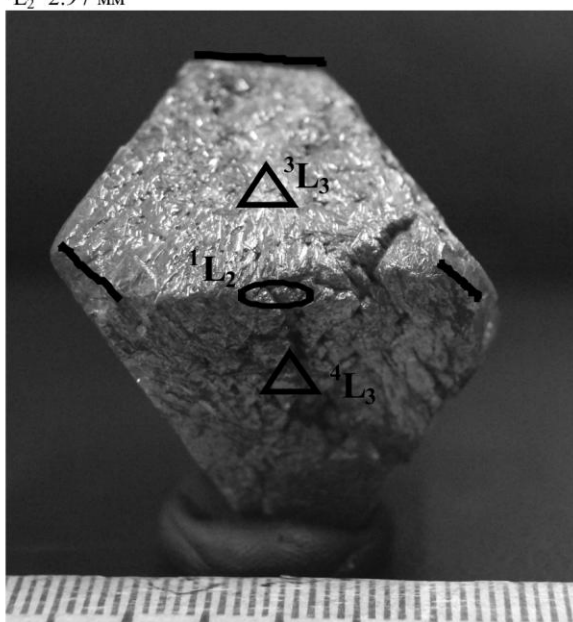
Степень искажения ( $L_{3 \text{ max}} / L_{3 \text{ min}}$ ) составляет 1,14-1,65, что характеризует кристаллы как изометричные, реже с небольшой степенью искажения. Часто кристаллы имеют расщепленные вершины, которые воспринимаются как дополнительные ребра (перемычки). Перемычки являются прямым доказательством искажения форм реального кристалла и позволяют судить о симметрии питающей среды. В одном случае эти дополнительные элементы придают индивиду уплощенный вид. В другом случае, субпараллельно расположенные перемычки придают кристаллам удлиненный (растянутый) облик по оси  $L_2$  и такие кристаллы приобретают псевдоромбический вид (комбинация двух ромбических призм). Ребра острые, четко выраженные. Реже фиксируется расщепление ребер, на месте которых развиваются уширенные уступы, образованные ступенями роста граней  $\{111\}$ . Некоторые вершины сбиты, но видны следы «залечивания», регенерации.



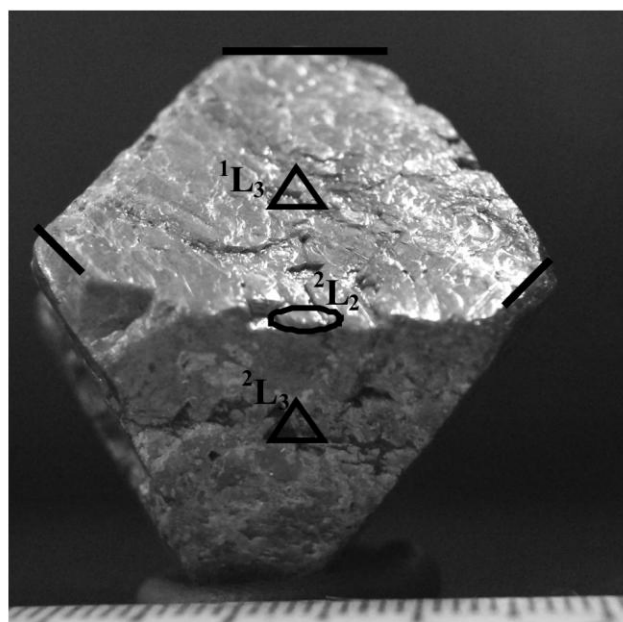
$^1L_4=3.46$  mm  
 $^1L_2=2.97$  mm



$^2L_2=3.29$  mm



$^3L_3=2.51$  mm  
 $^4L_3=2.51$  mm



$^1L_3=2.31$  mm  
 $^2L_3=2.69$  mm

Рис. 1. Морфологические характеристики кристалла пирохлора месторождения Татарское I.

**Примечание.** На рисунках отмечены оси второго ( $L_2$ ), третьего ( $L_3$ ) и четвертого ( $L_4$ ) порядков, зафиксированы абсолютные размеры по осям кристалла. Нанесены перемычки (дополнительные ребра реального кристалла).

Появление дополнительных ребер (перемычек) является результатом разницы в скорости нарастания высоких ступеней с боковой октаэдрической огранкой, а также с заметными контрастными скоростями тангенциального и нормального роста пары граней формирующих «пирамиду». В одной паре заметно преобладает нормальный рост грани над тангенциальным (с этой стороны и видим перемычку), во второй паре скорость

тангенциального роста превышает нормальную и грань куба с наименьшей ретикулярной плотность выклинивается.

Макроструктуре граней уделялось особое внимание, поскольку грани в большей степени фиксируют нестабильные условия роста, признаками которого являются углубления, штриховка и др. Выделились несколько морфотипов граней.

1 тип. Гладкие грани (рис. 2 а, 2 б). Это грани с практически ровными поверхностями. Такие грани встречаются редко и в основном характерны для куба  $\{100\}$ . Грани же октаэдра часто покрыты тонкой штриховкой сноповидного или волокнистого вида. При большом увеличении видно, что штриховка сформирована округлыми выступами субпараллельными ребрам октаэдра.

2 тип. Грани со слабо ступенчатым рельефом. Для этих граней, вероятно, реализуется полицентрическое развитие, что проявляется в многочисленных слоистых наростах, которые могли появиться в результате миграции центров кристаллизации (рис. 2 в).

3 тип. Грани с резко выраженной ступенчатостью. Для них характерны толстые слои нарастания, где поверхности замыкаются между собой резко изогнутыми линиями (рисунок 3). Можно заметить присутствие треугольных пластинок нарастания, (трехгранные усеченные пирамиды). В центральной зоне грани видно, полигональные ступени имеют более правильную треугольную форму. Разрастаются такие грани от центра к привершинным зонам. Полигональная штриховка (по классификации комбинационной штриховки С.Ш. Генделева и И.И. Шафрановского [2]) покрывает всю грань концентрическими многоугольниками, замкнутыми или спиральными, подчиненными симметрии грани. Штриховка комбинационная.

В одном индивидуе могут присутствовать все три типа граней, при этом грани с различным рельефом могут формировать «пояса», впрочем зависимость между определенным типом скульптуры граней и кристаллографической ориентировкой не наблюдается.

Появление штриховки и ее размеры напрямую связаны с изменением пересыщения. Так, Генделевым С.Ш. [3] экспериментально было установлено, что размер штриховки и высота ступенек зависит от пересыщения в момент смены условий. С увеличением разницы пересыщения рельеф грани с комбинационной штриховкой становится более грубым, при дальнейшем увеличении пересыщения грани кристалла становятся скелетными [4].

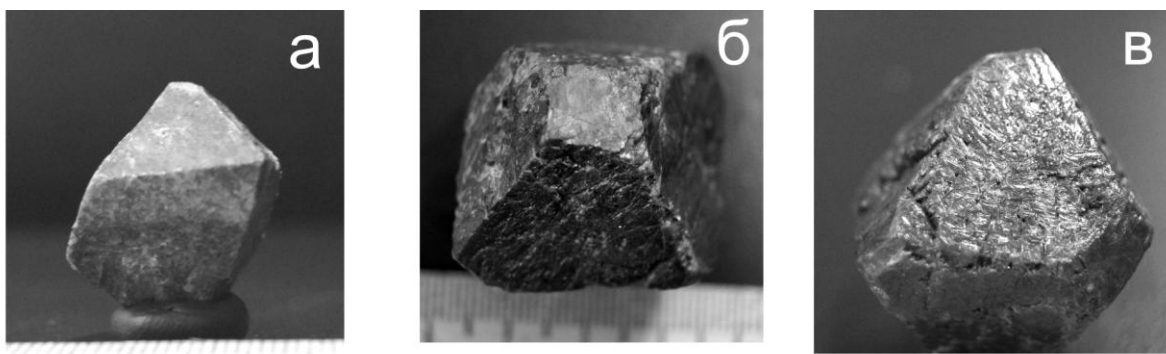


Рис. 2. Первый (а, б) и второй тип грани (в)

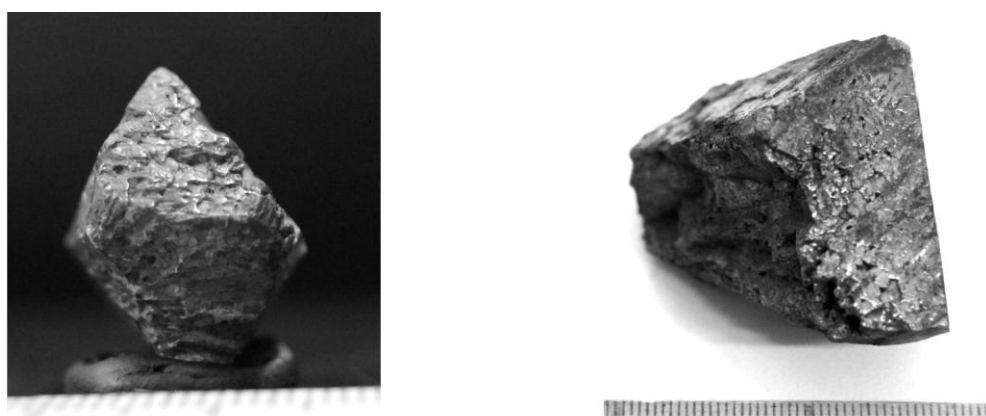


Рис. 3. Третий тип поверхности граней пироксенов коры выветривания

На поверхности граней второго, третьего типов можно наблюдать углубления треугольной или слегка вытянутой округлой формы размером от 0,50 до 0,89 мм, которые воспринимаются как микропористость грани.

Микропористость и даже более грубые губчатые образования на гранях являются признаками формирования скелетных кристаллов или их реликтами. Ступеньки, многоугольники на гранях пироксена это есть ничто иное как разные по размеру строительные элементы, участвующие в образовании вершинного скелета. Именно вершинные скелеты, как было показано еще в работе Руанг Хуанг Мо [5], появляются в растворах при значительном пересыщении. Решетчатая или губчатая постройка возможна при росте вершинного скелета, который «ветвится».

Таким образом, облик исследованных индивидов совершенно четко указывает на их рост в условиях с резким изменением пересыщения среды минералообразования ( $\Delta C$ ) [4, 5], которое в гипергенных условиях обеспечивают колебания погодных условий, изменения уровня грунтовых вод и др. Все это может приводить и к увеличению вязкости питающей

среды. Рост кристаллов пирохлора в коре выветривания является сложным процессом и мог проходить при диффузионном лимите в водной и, возможно, в пневматолитовой среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Минерогения кор выветривания карбонатитов: метод. руководство / А.В. Лапин, А.В. Толстов. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОМ, 2011. 308 с.
2. Генделев С.Ш., Шафрановский И.И. Реберные формы кубической сингонии // Кристаллография. 1958. Т.3. №4. С.405-415.
3. Генделев С.Ш. морфологическая классификация штриховки роста на кристаллах // ЗВМО. 1961. Ч.90. №6. С.629-636.
4. Козлова О.Г. Рост и морфология кристаллов / О.Г. Козлова. М.: Изд-во МГУ, 1980. 368 с.
5. Краснова Н.И. Генезис минеральных индивидов и агрегатов / Н.И. Краснова, Т.Г. Петров.: Учеб. пособие. Санкт-Петербург: Изд-во Невский курьер, 1997. 288 с.

### **ФОСФАТНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ПОЯСА**

**В.К. Герасимов, А.Е. Марфин**

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

*В данной работе объектом исследования являются минералы группы трифилина Каравшинского поля Туркестанского пегматитового пояса. Изучена ранняя генерация минерала приуроченная к кварцевым ядрам блоковой зоны внутренних частей жил.*

*Ключевые слова: Туркестанский пояс, редкометальные пегматиты, трифилин.*

### **PHOSPHATE MINERALIZATION OF RARE-METAL PEGMATITES IN THE TURKESTAN BELT**

**V.K. Gerasimov, A.E. Marfin**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia