

В. Г. ФЕКЛИЧЕВ

**НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ
О МИКРОКРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ ВЕЗУВИАНА**

В последнее время в изучении микрокристалломорфологии минералов все большее внимание обращается на микроморфологию реальных кристаллов, в частности на неправильные формы гранного микрорельефа, особенности которых несут генетическую информацию. Минерал везувиан в этом свете является благодатным объектом исследования.

В ранних работах обращалось внимание исключительно на правильные геометрические формы гранных микроскульптур везувиана: направление штриховки, правильно оформленные выступы и углубления (Кокшаров, 1852—1887, Курбатов, 1946, Прендель, 1897, Goldschmidt, 1913—1923 и др.). Изучая везувианы из разнообразных, главным образом скарновых месторождений, мы обнаружили богатство и изменчивость его микрокристалломорфологических особенностей. Ранее отмечалось развитие меандрового микрорельефа и других отступлений от правильных геометрических форм гранных микроскульптур (Фекличев, 1970). Дополнительные наблюдения обнаружили новые микрокристалломорфологические особенности везувианов, имеющие генетическое значение.

Микроморфология некоторых метакристаллов вилуита. В фондах минералогического музея Ленинградского горного института нами осматривались с помощью лупы кристаллы вилуита, доставленные М. Г. Кривоноговым с р. Вилюй.

Кристаллы вилуита имеют типичные простые формы граней {100}, {110}, {111}, {001}. На изученных кристаллах особенно интересна микроморфология пинакоидальных габитусных граней. Характерно значительное разнообразие их микрорельефа. Наблюдаются весьма гладкие грани (001) с тонким криволинейно-слоистым микрорельефом, чаще всего осложненным развитием многочисленных полностью или частично оконтуренных овальных «монетных» выступов (рис. 1, а). Характерно асимметрично-слоистое строение замкнутых «монетных» выступов, переходящее в одностороннюю фестончатую ступенчатость образующую местами поверхность типа «рыбьей чешуи». Толстые слоистые выступы от овальных имеют переход к грубо восьмиугольным и четырехугольным (рис. 1, б). Направления контуров четырехугольных выступов параллельны контурам грани (001).

На некоторых гранях (001) криволинейно-слоистый микрорельеф видоизменяется за счет утолщения слоев и закругления торцевых граней. Увеличивается общая расчлененность микрорельефа, замкнутые выступы здесь сменяются односторонне распространяющимися от ребер овальными выступами типа наплывов (рис. 2). Поверхность всей грани неровная, криволинейно-сглаженная с переходом некоторых слоев к меандрированию.

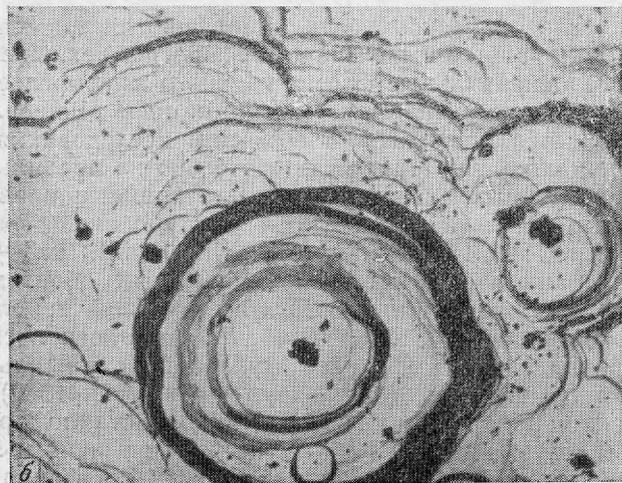
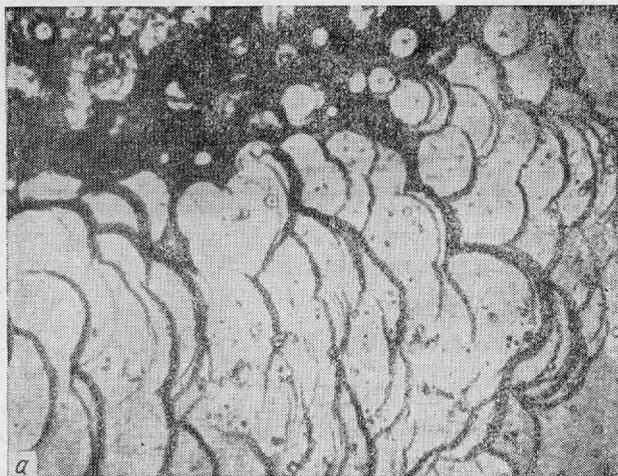


Рис. 1. Криволинейно-слоистый микрорельеф и овальные выступы на грани (001)

а — «монетные» выступы и микроскульптуры типа «рыбьей чешуи», увел. 12;

б — крупные грубо восьмиугольные и четырехугольные слоистые выступы, переходящие в овальные, увел. 30

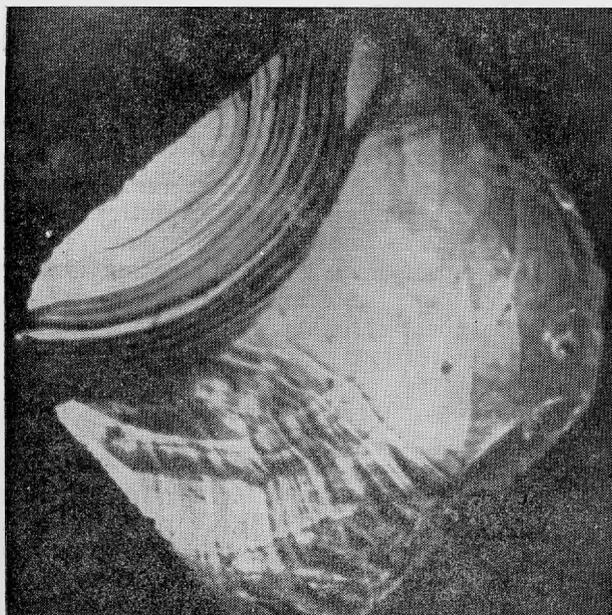


Рис. 2. Криволинейные толстые слои и наплывы на грани (001). Увел. 12

Рис. 3. Меандровый микро-
рельеф на грани (001).
Увел. 12



Рис. 4. Петельчатый микро-
рельеф на грани (001)

- a* — сочетание петельчатого микро-
рельефа с грубо четырех-
угольными ориентированными
выступами, увел. 18;
б — строение ячеек и выступов-
перегородок петельчатого
микро-рельефа, увел. 18

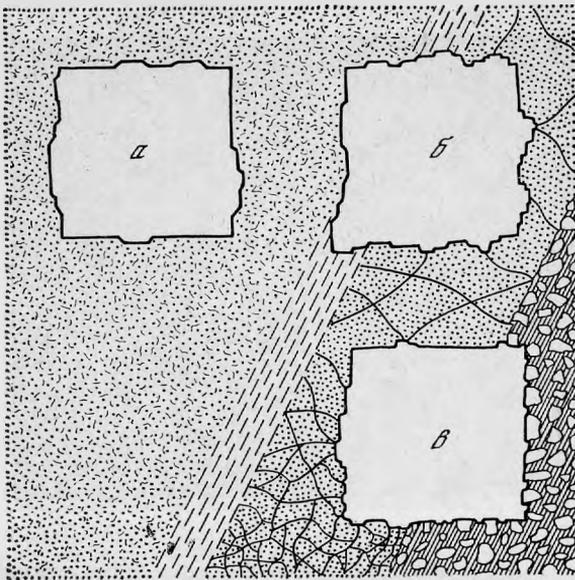


Рис. 5. Схема послойного роста на грани метакристалла, развивающегося в породе разной зернистости и трещиноватости

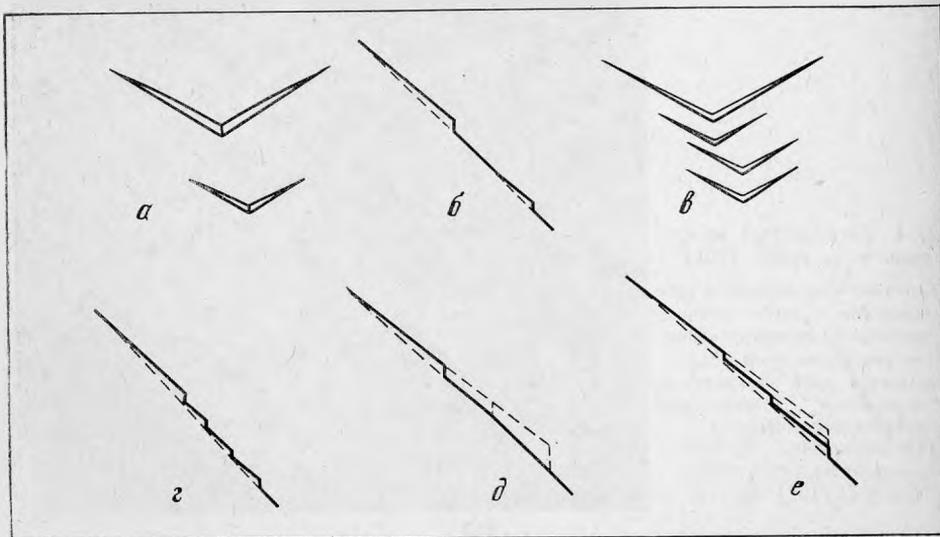
- a* — развитие правильных закономерно ориентированных выступов при росте в массивной однородной равномерно замещаемой породе;
- b* — развитие меандров в крупнотрещиноватой или неоднородной по замещению мелкозернистой породе;
- в* — развитие петельчатого микро-рельефа в неоднородной по замещению крупнозернистой (с межзерновыми пленками или цементом) породе или мелкотрещиноватой породе



Рис. 6. Треугольные ступенчато расположенные выступы-зубцы на грани (III), увел. 18

Рис. 7. Схема строения грани III везувиана и механизм роста микроскульптур на ней

- a* — изолированные выступы-зубцы на грани;
- b* — то же, вид в профиле;
- в* — сплошная зубцевидная скульптура;
- г* — то же, вид в профиле;
- д* — тангенциальное разрастание слоя переменной высоты у изолированного выступа-зубца;
- e* — тангенциальное разрастание слоя постоянной высоты при сплошной зубцевидной скульптуре



Толстые меандрирующие слои и широкие меандры-выступы создают сильно расчлененный микрорельеф, когда ребра криволинейных слоев следуют по одной горизонтали (рис. 3), что напоминает макет топографии рельефа местности.

На некоторых кристаллах на гранях (001) наблюдается сочетание уже рассмотренных грубо четырехугольных и восьмиугольных выступов, закономерно ориентированных на грани, и своеобразной петельчатой и сетевидной микроскульптуры (рис. 4, а). Ячей сети имеют разные размеры, чаще всего около 1—0,1 мм. Дно в пределах каждой ячей опущено по отношению к перегородке на несколько сотых мм. Оно грубо плоское с криволинейно-слоистым микрорельефом и мелкими меандрами или оно закруглено, когда стенки имеют слоистое строение и постепенно переходят в выступ-перегородку (рис. 4, б). Выступы-перегородки между ячейками ориентированы на грани произвольно и имеют приблизительно одинаковую ширину, около 0,1 мм.

Петельчатый микрорельеф в среднем приподнят выше, чем сочетающийся с ним микрорельеф с ориентированными овальными выступами. При встрече с толстым овальным выступом поверхность дна ячеек и поверхность выступов-перегородок приподнимается. Петельчатая сеть как бы наброшена на микрорельеф, оформленный овальными закономерно ориентированными выступами.

Петельчатый микрорельеф наряду с меандровым является надежным критерием метасоматического механизма роста минерала. Уникальный петельчатый микрорельеф был впервые замечен нами на ромбододекаэдрах гроссуляра с р. Ахтаранды. Можно проследить все переходы от образования симметричных закономерно ориентированных на грани выступов через асимметричные выступы к меандрам, а от меандров к петельчатому микрорельефу.

В зависимости от структуры породы и природы замещающего раствора (его способности избирательно или полностью замещать фазы породы) может возникать только один тип этих микроскульптур или их сочетание. На рис. 5 показаны примеры механизма послойного роста на грани метакристалла.

На призматических малорельефных гранях вилуита развиты тонкие слои роста, образующие неясно выраженный меандровый и штриховатый микрорельеф, и отдельные плоские вытянутые вдоль кристалла выступы.

Грани (III) также не обладают большой расчлененностью микрорельефа. На некоторых из них наблюдается своеобразная микроскульптура в виде треугольных ступенчато расположенных друг над другом выступов-зубцов переменной высоты над плоскостью габитусной грани (рис. 6). Особенность их заключается в том, что основная поверхность треугольного выступа-зубца не параллельна габитусной грани (III), а имеет индекс, близкий к {9.9.10}. Торцевые грани у изолированных зубцов клиновидны. Большие зубцы имеют четко выраженное ребро [110], у более мелких зубцов оно не заметно и наблюдается зубец в виде тупого угла, приподнятого над двумя клиновидными торцевыми гранями.

Впервые сходные морфологически микроскульптуры были описаны нами (Фекличев, 1970) на пирамидальных шероховатых гранях {0221} турмалина (обр. № 26345). Этот тип микроскульптур имеет важное значение в объяснении механизма роста некоторых структурно- (и морфологически) шероховатых граней.

На рис. 7 показана схема строения шероховатой грани (III) везувиана. Слои роста по шероховатой грани могут распространяться только в ограниченных пределах. Разрастание слоя переменной высоты направлено в сторону от вершины кристалла. Можно предположить, что генерация таких тангенциально не концентрически направленных слоев начинается около краевых дислокаций, параллельных ребру $[hk0]$.

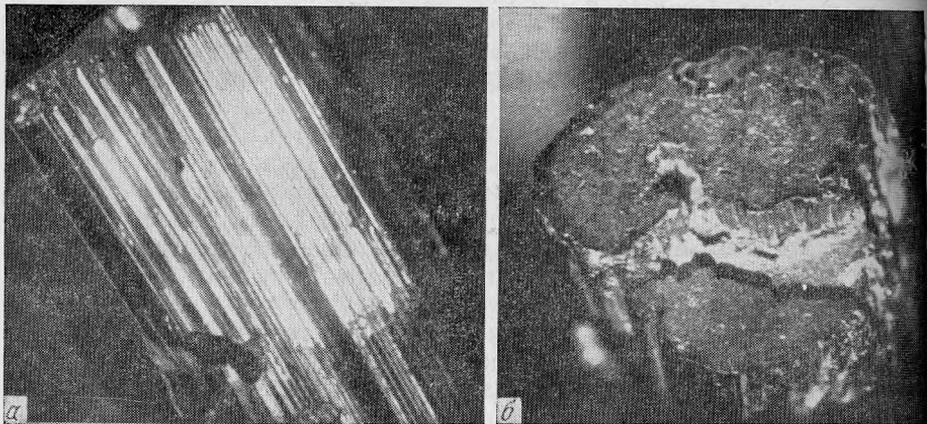


Рис. 8. Морфология кристалла везувияна волокнисто-блокового строения

a — штрихи-выступы и вытянутые субдинды на гранях призматического пояса, увел. 4; *b* — разный уровень участков грани (001), углубления и поры на ее поверхности, увел. 4

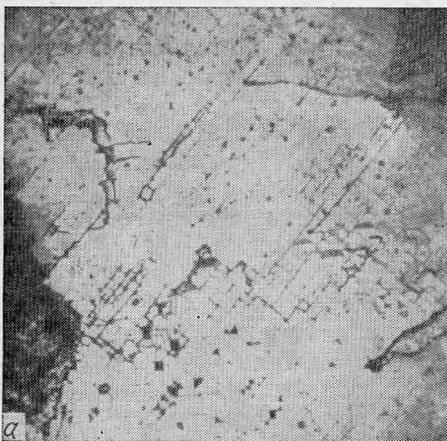
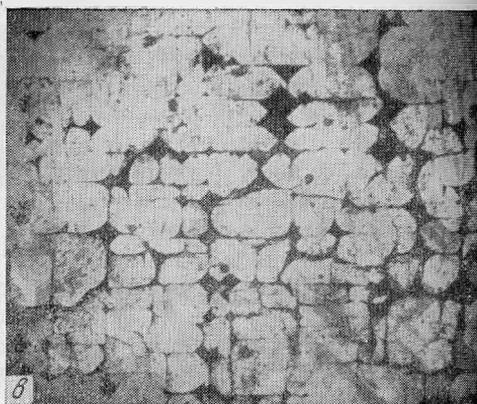
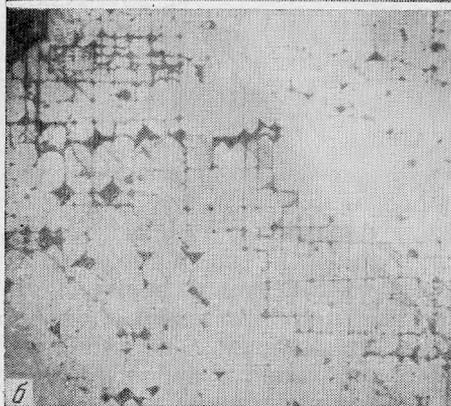


Рис. 9. Поверхность грани (001) кристалла волокнисто-блокового строения при разных увеличениях

a — увел. 4; *b* — увел. 8; *в* — увел. 15



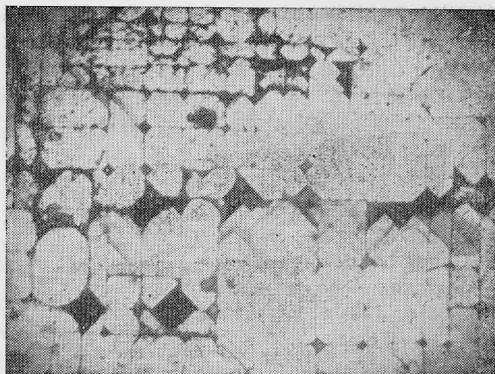
Таким образом, подобно тому как винтовые дислокации являются генераторами слоев роста, распространяющихся концентрически, краевые дислокации генерируют слои, распространяющиеся только в одну сторону от краевой дислокации.

Из схемы строения шероховатой грани следует, что в участках ее поверхности, целиком покрытых зубцевидными выступами, рост поддерживается развитием слоев постоянной толщины, но плоскости тангенциального роста параллельны не габитусной грани, а верхней грани зубцов.

Микроморфология кристаллов везувиана волокнисто-блокового строения. Из фондов минералогического музея АН СССР нами были изучены редкие кристаллы везувиана блокового строения из месторождения Zermatt (Швейцария).

На кристалле обр. № 51069 хорошо прослеживаются особенности макроскопического строения кристалла волокнисто-блокового строения. Слегка изогнутый золотисто-коричневый кристалл имеет в сечении овальную форму. Вертикальный пояс сильно иштрихован. Многочисленные штрихи-выступы протягиваются в вертикальном направлении. Некоторые выклиниваются не достигая вершины кристалла (рис. 8, а).

Рис. 10. Четырехугольные слои роста на торцах волокон и блоков с контурами, повернутыми на 45° по отношению к контурам четырехугольной сетки, разделяющей блоки. Увел. 15



Наблюдаются вертикальные крупные штрихи-выступы, являющиеся субиндивидами.

На вершине кристалла обнаруживается его блоковое строение. Выделяется три главных крупных блока неправильной многоугольной формы, отличающиеся разной высотой плоской грани (001). Уровень поверхности грани (001) отличается на 3 мм (рис. 8, б).

Поверхность грани (001) каждого крупного блока имеет более мелкое строение волокнисто-блоковое. Каждый маленький блок отвечает выходу на поверхность грани волокна толщиной около 1 мм. По краю грани выходят волокна, являющиеся в призматическом поясе штрихами-выступами и субиндивидами. Закономерности микрорельефа сходны с расщепленными и параллельно-волокнистыми кристаллами турмалина и берилла.

На кристалле обр. № 51070, образовавшемся по всей вероятности в полости совместно с гранатом, хорошо прослеживается микроскопическое строение грани (001). Блоковое строение грани выражено четко. Грань разбита на блоки сеткой параллельно [100] (рис. 9). Многие блоки, таким образом, имеют грубо квадратную форму. Но у большинства их углы квадратных контуров в разной степени притуплены вплоть до образования восьмиугольных контуров и четырехугольных, обратнопараллельных первым. Области грани между притуплениями контуров понижены с образованием звездчатых четырехугольных вертикальных углублений и каналов.

На плоской поверхности блоков наблюдаются слои роста с контурами, параллельными [110].

Тонкие слои роста не переходят границ блоков, швов между ними, а более толстые слои переходят через швы (рис. 10). Макроскопически грань (001) покрыта большими квадратными слоями роста.

Волокнисто-блоковое строение особенно характерно для турмалина. Еще М. В. Ерофеев (1871) изучал «скупенные кристаллы» турмалина. Параллельно-шестоватое строение везувиана отмечалось редко. Возможно в месторождении Zermatt создались те особые условия, когда

кристаллы везувиана росли в полости из раствора с взвесью частиц, приводящих к росту кристалла параллельными волокнами и блоками, объединяемыми в реальный макрокристалл.

Приведенные данные свидетельствуют о большом значении граничных микроскульптур для познания механизма роста кристаллов минералов. Обнаруженные формы петельчатого микрорельефа являются надежным критерием метасоматического роста минерала, а особенности микрорельефа граней кристаллов с волокнисто-блоковым строением указывают на стесненность роста из-за механических примесей, приводящих к формированию однородных кристаллов.

Автор признателен проф. Г. П. Барсанову за возможность изучать образцы везувиана из фондов Минералогического музея АН СССР, проф. Д. П. Григорьеву за возможность изучать образцы вилуита в фондах Горного музея ЛГИ и проф. И. И. Шафрановскому за возможность работать на микроскопе МеФ «Райхерт» на кафедре кристаллографии ЛГИ.

ЛИТЕРАТУРА

- Ерофеев М. В.* Кристаллографические и кристаллооптические исследования турмалинов.— Зап. Минералог. об-ва, 1871, ч. 6.
- Кокшаров Н. И.* Материалы для минералогии России. Спб., 1852—1877.
- Курбатов С. М.* Везувианы из месторождений СССР. Изд-во ЛГУ, 1946.
- Прендель Р. А.* О вилуите.— Зап. Новоросс. общ. естествоиспыт., 1897, ч. 12, вып. 2.
- Фекличев В. Г.* Микрорельефные морфологические исследования. Изд-во «Наука», 1970.
- Goldschmidt V.* Atlas der Kristallformen. Bd. 1—9. Heidelberg, 1913—1923.