

П. Е. Макагонов

ПОЛОСЫ ПЕРЕГИБА В КРИСТАЛЛАХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ

P. E. Makagonov

BEND STRIPS IN THE CRYSTALS OF THE FELDSPARS

In the article morphological description of the bend strips as a type plastic deformation of the feldspars was made. Macro- and microscopic features such a formations were determined.

При исследовании полевых шпатов из различных метаморфизованных пород как ведущий тип деформаций обычно отмечаются полисинтетические двойники. Но более надежным признаком механических деформаций могут служить полосы перегиба, морфология которых практически не освещена в литературе. По нашим наблюдениям природно деформированных индивидов полевых шпатов, полосы перегиба встречаются часто и местами являются главным морфологическим типом деформационных структур, образуя системы параллельных полос, которые по оптической ориентировке могут быть приняты за двойниковые. С целью исследования этих деформированных образований и выработки критериев распознавания их при микроскопических описаниях, было предпринято изучение полевых шпатов различного состава из разных пегматитов. Материалом для исследования послужили образцы, отобранные из пегматитов Ильменского заповедника (копи 158, 257, 403 и жилы 16), пегматитов района озера Увильды и Карелии (Чупинский район). Большая часть образцов представлена олигоклазом, остальные — микроклин-пертитом.

Макроскопически наиболее четко полосы выражены на плоскостях спайности, скульптура которых исследовалась под бинокулярным микроскопом. Данные макроскопических наблюдений уточнялись с помощью ориентированных шлифов.

Несмотря на различие состава полевых шпатов, полосы перегиба имеют ряд общих морфологических признаков.

По результатам макроскопических наблюдений можно выделить два типа полос, различающиеся по положению относительно кристаллографических элементов:

1. С практически одинаковой ориентировкой по всей длине полосы, простирающиеся по плоскостям, субпараллельным плоскости (001) с осью разворота близкой к [100].

2. Образующие значительные углы со всеми тремя кристаллографическими осями. В этом случае полосы перегиба простираются по плоскостям, близким к (211), (211). Матрица, вмещающая полосы, для этого типа наиболее сильно сблокирована.

На плоскости спайности параллельной грани (001) полосы перегиба имеют вид узких полосок — шириной 0.5—1.5 мм. При этом наклон плоскостей дислокационного скольжения относительно плоскости спайности в районе развития полос направлен как правило в сторону положительного конца оси [100] и образует с этой осью угол до 5° . Полосы располагаются либо перпендикулярно к следам спайности по (010), либо образуют с ними угол до 45° (рис. 1, 2). На некоторых образцах в районе полос перегиба наблюдается плавный легкий изгиб полисинтетических двойников — $1\text{--}2^\circ$. Полосы перегиба могут развиваться как по одной, так и по двум разнонаправленным системам, расположенным симметрично относительно друг друга и кристаллографических элементов (рис. 1).



Рис. 1. Разноориентированные системы полос перегиба на грани (001).

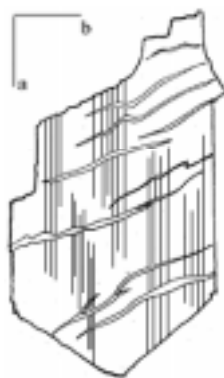


Рис. 2. Положение полос перегиба на грани (001).

Полосы образуют большой угол с осью [010].

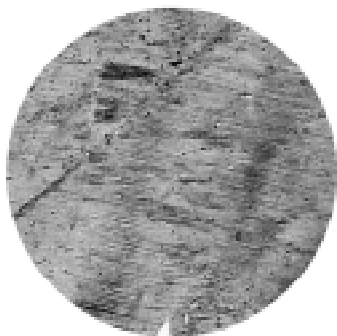


Рис. 3. Области разлистования в несдвойникованном полевоом шпате.

Сечение параллельно (001). Увел. 35, ник. скрещены

В шлифах, ориентированных параллельно плоскости (001) и близким к ней, полосы перегиба фиксируются по областям повышенной трещиноватости, секущей полисинтетические двойники. В случае отсутствия двойников полосы перегиба образуют узкие вытянутые червеобразные области разлистования. Ориентация мелких трещин, образующих подобные области, в том и в другом случае параллельна направлению трещин спайности, а общее направление этих областей соответствует ориентации плоскостей скольжения (рис. 3). В этих областях полевоый шпат сильно замутнен и имеет более низкую интерференционную окраску. Этот эффект может быть связан со слабой разориентировкой частей индивида в зоне трещиноватости.

Наиболее явно полосы перегиба фиксируются на плоскости (010). Направление полос параллельно пинакоиду (001), либо образует с ним угол до 30° . Падение полос в направлении положительного конца оси [100]. Здесь в одних случаях они имеют вид прямых или слегка волнистых параллельных полос, в других случаях образуют плавно изогнутые ступени; оба эти случая могут встречаться вместе, общее среднее направление ступеней при этом совпадает с направлением прямых полос. И в том, и в другом случае полосы перегиба периодически раздваиваются, соединяются и выклиниваются (рис. 4а). Угол наклона полос относительно

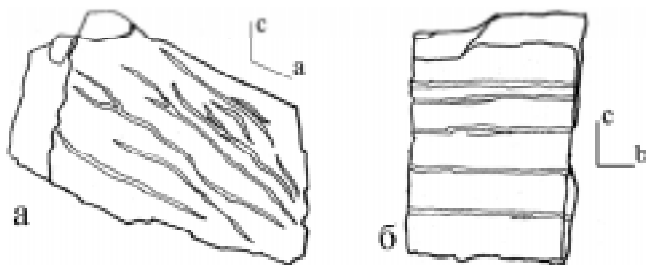


Рис. 4. Полосы перегиба на гранях индивида полевоого шпата.

а — грань (010), полосы имеют волнистый характер, простираение субпараллельно плоскости (001); б — срез, параллельный (100)

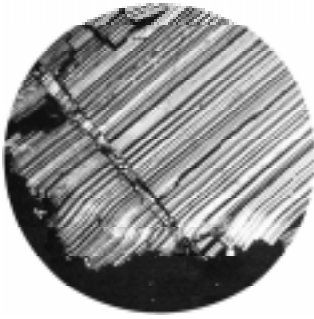


Рис. 5. Полоса перегиба в
плагноклазе.
Увел. 50, ник. скрещены.

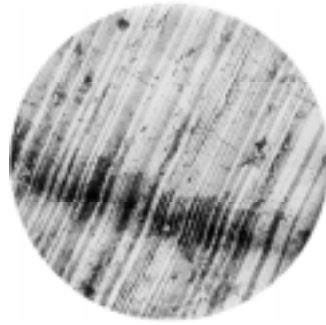


Рис. 6. Полоса перегиба в
плагноклазе. Сечение близкое к
(102).
Увел. 50, ник. скрещены.

но направления оси [001] обычно находится в пределах $4-6^\circ$, а в отдельных случаях может достигать $20-25^\circ$.

При микроскопическом изучении плагноклазов в шлифах ориентированных параллельно плоскости (010) или близко к ней, полосы перегиба хорошо фиксируются по изгибу полисинтетических двойников (рис. 5, 6). Можно выделить два вида изгиба: плавный, без излома и резкий, с четко видимым изломом двойников.

В первом случае в местах изгиба отмечается повышенная трещиноватость полевого шпата, трещины в соседних индивидах двойников расположены под углом друг к другу и к направлению плоскости срастания, образуя систему, подобную изображенной на рисунке 7. В пределах однонаправленной полосы изгиба система трещин подчеркивает двойниковую структуру, и в пределах

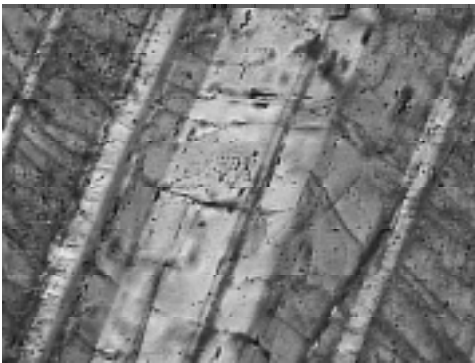


Рис. 7. Система трещин в индивидах с разной кристаллографической ориентировкой на границе полосы перегиба.
Увел. 90, ник. скрещены

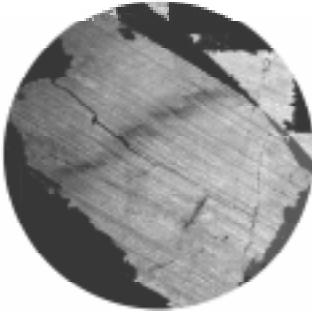


Рис. 8. Полоса перегиба в поле-
вом шпате, разбитая на отдельные
параллельно ориентированные блоки.
Сечение параллельно (102).
Увел. 35, ник. скрещены



Рис. 9. Области замутнения
по границам полосы перегиба в
плагиоклазе.
Увел. 50, ник. скрещены

индивидов с одной кристаллографической ориентировкой трещины субпараллельны. Угол наклона трещин к плоскости срастания составляет около 70° . Такое положение указывает на то, что при воздействии деформирующих сил мог происходить сдвиг соседних индивидов полисинтетических двойников друг относительно друга. Иногда полосы перегиба могут быть разбиты на несколько отдельных параллельно ориентированных частей (рис. 8). Следы трещин спайности, параллельной направлению плоскости срастания двойников, в случае плавного изгиба так же меняют направление соответственно изгибу. Положение оптической индикатрисы меняется плавно согласно с направлением изгиба. В местах изгиба по границам полос обнаруживается сильное замутнение плагиоклаза с включениями мелких зерен, которые, по-видимому, могут являться зернами рекристаллизованного полевого шпата (рис. 9).

Во втором случае полоса перегиба с каждого края отделена от матрицы ясно видимой трещиной либо системой трещин, фиксирующих ее границы. Системы трещин, ограничивающих полосы перегиба второго вида, по-видимому, возникли при переходе предела упругости материала полевого шпата на завершающей стадии деформации.

В обоих случаях граница полос неровная, зигзагообразная.

Оба этих вида изгиба могут существовать вместе, занимая при этом секущее положение относительно друг друга (рис. 10), а так же рассекаются трещинами (рис. 11). По-видимому, позднее воздействие деформирующих сил действовало одинаково на весь индивид, включая и ранее образовавшиеся области перегиба.

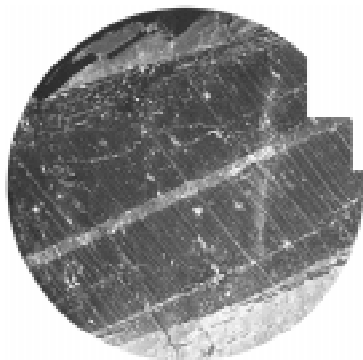


Рис. 10. Пересечение разновременных полос перегиба разных видов в деформированном индивиде плагиоклаза.

Сечение близкое к (110). Увел. 35, ник. скрещены

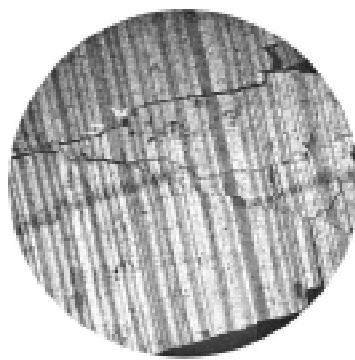


Рис. 11. Поздняя трещина, секущая полосу перегиба в полисинтетически сдвойникованном полевым шпате.

Сечение параллельно (100). Увел. 35, ник. скрещены

На плоскости среза параллельной грани (100) полосы перегиба видны в виде сильно замутненных узких вытянутых полос, параллельных плоскости (001) (рис. 4б), либо образующих с ней угол до 30° . Направление падения полос отмечается как в сторону положительного, так и в сторону отрицательного конца оси [010].

Полевой шпат вне полос во всех случаях имеет блоковое строение. Блоки размером 2—3 см, с неровными границами; разделяются на более мелкие, менее разориентированные блоки, до 3 мм, в результате чего поверхность скола приобретает мозаичное строение до скорлуповатого.

В результате деформаций индивид разбивается на части, параллельно смещенные относительно друг друга по плоскостям дислокационного скольжения. Величина смещения находится в пределах 0.08—0.15 мм.

Схематически положение полос перегиба показано на рис. 12.

Таким образом, полосы перегиба при определенных условиях могут быть основным типом деформаций, проявляющихся независимо от состава полевых шпатов. Формирование полос перегиба может происходить либо без двойникования при благоприятном направлении деформирующих сил, либо сопровождаться двойникованием.

Наличие в одном образце нескольких типов деформационных структур указывает на неоднократное воздействие на минерал деформирующих сил, разделенное временными интервалами.

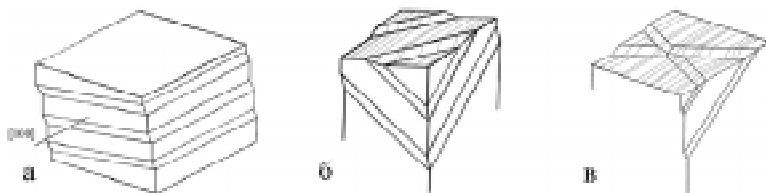


Рис. 12. Схема расположения полос перегиба в индивидах полевого шпата.

а — первый тип полос перегиба с простираем, субпараллельным плоскости (001); б — второй тип; в — две разноориентированные системы полос

Эти воздействия проявляются в образовании трещин скола (хрупкая деформация), либо в образовании новых областей перегиба, занимающих в подобных случаях секущее положение по отношению к уже существующим.

Предварительные данные показывают так же, что по системам полос деформации происходит рекристаллизация, и в определенных случаях в калиевых полевых шпатах рекристаллизация по материалу полос перегиба происходит с заменой К на Na, приводя к образованию картины, подобной пертитовым структурам.