

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ В ШЛИФАХ В ПРОХОДЯЩЕМ СВЕТЕ ПРИ ОДНОМ НИКОЛЕ

1. Общие сведения

При одном николе в параллельном свете в шлифах определяются следующие оптические характеристики кристаллов и зерен минералов:

1. форма и конфигурация сечений в плоскости шлифа;
2. величина угла между линиями ограничения кристаллов;
3. размер;
4. цвет;
5. плеохроизм;
6. спайность;
7. показатель преломления (ориентировочно);
8. количественное содержание минералов, отличающихся названными выше свойствами.

Форма и конфигурация сечений кристаллов и зерен минералов в плоскости шлифа определяется как их кристаллографическим габитусом, так и направлением плоскости его сечения, наблюдаемой в шлифе. Если зерна минерала имеют свойственные ему кристаллографические очертания, их называют *идиоморфными*. Если же зерна лишены свойственных им граней, их называют *ксеноморфными*; форма их зависит от ограничений ранее выделившихся минералов.

Наиболее распространенными являются следующие формы зерен минералов (рис. 20):

Призматические – разрезы вытянуты в одном направлении и имеют прямоугольные ограничения.

Игольчатые – в продольных разрезах размеры по оси значительно превосходят поперечные сечения.

Волокнистые – исключительно тонкие, сильно вытянутые. Если они располагаются параллельно друг другу, образуются параллельно-волокнистые агрегаты, если же они переплетаются – спутанно-волокнистые.

Чешуйчатые – зерна образуют веерообразные агрегаты, в совокупности напоминая строение рыбьей чешуи.

Правильной геометрической формы кристаллики соответствуют тем геометрическим формам, которые образуются при свободной кристаллизации; в сечении они квадратные, трех-, четырех-, шести-, восьмиугольные, прямоугольные и др.

Неправильной формы зерна характеризуются отсутствием четких геометрических элементов ограничения. Среди правильных и неправильных форм

различают изометрические, равномерно развитые во всех направлениях, и не изометрические, развитые в одном направлении.

Скелетные или дендритные формы – древовидные сростки.

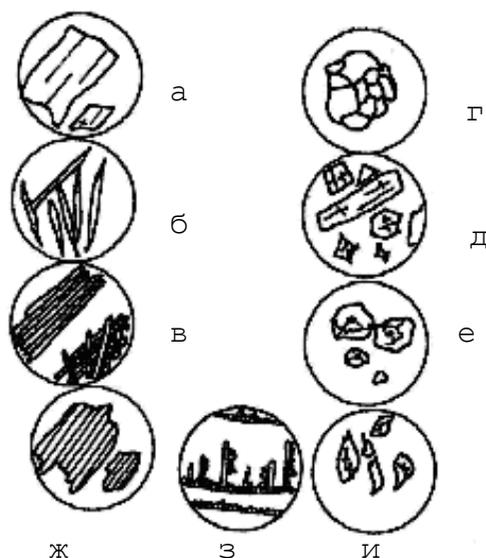


Рис. 20. Типичные формы зерен минералов в шлифах.

а) призматические, б) игольчатые, в) волокнистые, г) чешуйчатые, д) неправильной формы (е, и – не изометрические; ж – изометрические), з) скелетные или дендритные.

Величина угла между линиями ограничения кристаллов являются важной их характеристикой. Для замера вершину измеряемого угла совмещают с крестом нити, а затем поворотом столика микроскопа совмещают (или устанавливают параллельно) с одной из нитей окуляра сперва одно, а затем другое ребро кристалла. В обоих случаях берут отсчет по лимбу столика. Разность получаемых отсчетов и будет искомым углом. Микроскоп должен быть центрирован.

Цвет минерала. Минералы в шлифах могут быть *бесцветными* или *окрашенными*. Окраска прозрачных тел в проходящем свете обуславливается неодинаковым поглощением веществом световых колебаний разной длины волны, входящих в состав используемого источника света. В кристаллах кубической сингонии и в аморфных телах поглощение световых колебаний не зависит от направления, и они в любых положениях представляются одинаково окрашенными. В кристаллах всех других сингоний поглощение света имеет неодинаковый в разных направлениях (анизотропный) характер, и окраска кристалла изменяется в зависимости от направления проходящих через него световых колебаний.

Плеохроизм – это способность некоторых анизотропных минералов неодинаково поглощать лучи света в различных направлениях и в силу этого обнаруживать различную окраску. Плеохроизм обнаруживается при вращении столика микроскопа с находящимся на нем шлифом. Если при этом окрашен-

ный минерал будет менять свой цвет или густоту окраски, то говорят, что он обладает плеохроизмом (плеохроирует).

Спайность – способность минералов раскалываться по определенным плоскостям. Спайность в шлифах выявляется в виде системы прерывистых трещин, по характеру которых судят о степени совершенства спайности (рис. 21).

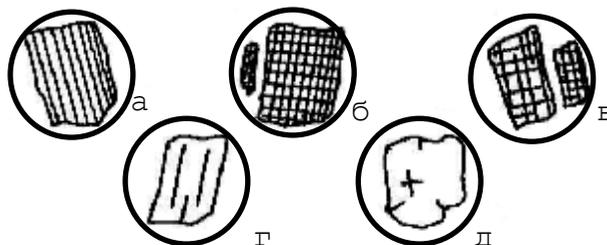


Рис. 21 Разновидности спайности, видимой под микроскопом.

Весьма совершенная спайность характеризуется наличием многочисленных, строго параллельных между собой трещин (слюды, карбонаты).

Совершенная спайность характеризуется прямолинейными прерывистыми трещинами (полевые шпаты, амфиболы и др.).

Несовершенная спайность – короткие и не строго параллельные между собой трещины (апатит).

Спайность отсутствует – трещин нет или они расположены беспорядочно (кварц).

а) весьма совершенная спайность в одном направлении, б) весьма совершенная спайность в двух направлениях, в) совершенная спайность в двух направлениях; г) несовершенная, д) спайность отсутствует.

Кроме степени совершенства, при характеристике спайности учитывается также число плоскостей, по которым наблюдается спайность (у гексаэдра – три, у призмы – две и т.д.). При этом степень совершенства спайности, ориентированной по разным плоскостям в разных минералах, может быть различной, равно как и углы между различными системами трещин спайности, которые должны быть замерены.

Показатель светопреломления является одним из важнейших диагностических признаков минералов. Приблизительно о его можно судить по его внешнему виду минерала в шлифе. В том случае, когда показатель преломления минерала резко отличается от показателя преломления окружающей среды, минерал выглядит рельефным, его контуры, форма отчетливо видны. При равенстве или близости показателей преломления минерала и окружающей среды контуры минерала не видны или видны очень слабо, минерал кажется плоским, безрельфным. При этом минералы с большим показателем преломления на границе с менее преломляющим веществом кажутся как бы более толстыми,

рельефно выступающими на фоне более гладкой поверхности. Минералы с низким показателем преломления в окружении более преломляющих, напротив, кажутся лежащими ниже, как бы вогнутыми, более тонкими. В действительности в шлифе все минералы имеют одинаковую толщину, но различие в показателях преломления вызывает явления, получившие название “рельеф” и “шегрень”.

Рельеф минерала зависит от показателя его преломления и определяется при сравнении с рельефом окружающей среды. По отношению к канадскому бальзаму, присутствующему во всех шлифах и имеющему показатель преломления 1,540, различаются три типа минералов: с *отрицательным рельефом* ($N < 1,540$) – кажутся лежащими ниже уровня канадского бальзама, *не имеющие рельефа* ($N \sim 1,540$) – кажутся лежащими на одном уровне с канадским бальзамом, и с *положительным рельефом* ($N > 1,540$) – кажутся расположенными выше уровня канадского бальзама.

Шагрень (шагреньевая поверхность) – свойство минерала, близкое к рельефу, которое также определяется разницей между величиной показателей преломления минерала и канадского бальзама, и кроме того характером поверхности минерала, образующейся при изготовлении шлифа. Обычно такая поверхность получается неровной, и в случае, когда показатель преломления минерала значительно отличается от показателя преломления канадского бальзама, поверхность минерала выглядит шероховатой, как поверхность шагреньевой кожи или ватмана. Тогда говорят, что минерал имеет резкую *шагреньевую поверхность* или, просто, резкую *шагрень*. Шагрень будет тем резче выражена, чем больше отличаются друг от друга показатели преломления минерала и канадского бальзама. При равенстве или близости их показателей преломления проходящие через шлиф лучи не будут испытывать преломления или внутреннего отражения, и поверхность минерала будет казаться ровной, а если при этом минерал бесцветный, то он вообще не будет отличим от канадского бальзама. Тогда говорят о *слабой шагрени* или ее отсутствии.

Для сравнительного определения показателей преломления минералов в шлифе пользуются методом Бекке. Этот метод основан на том, что на стороне с более высоким показателем преломления скапливается больше лучей, и на самой границе двух контактирующих веществ с разными показателями преломления появляется узкая светлая полоска – *полоска Бекке*. Если слегка опустить тубус микроскопа, то полоска смещается в сторону минерала с меньшим показателем преломления, при поднятии тубуса – в сторону вещества с большим показателем преломления. Следовательно, следя за перемещениями полоски Бекке, можно сравнить показатели преломления двух контактирующих минералов или минерала и канадского бальзама. Этот эффект виден четче при прикрытой диафрагме.

При работе с микроскопом следует соблюдать следующие правила:
1) вынутые объективы и окуляры не развинчивать и не класть набок – ставить

вертикально; 2) для чистки наружных поверхностей стекол окуляров и объективов использовать только мягкую замшу или чистую вату.

2. Порядок выполнения работы

1. *Установить микроскоп* в рабочее положение, выключить анализатор, линзы Лазо и Бертрана, наладить освещение.

2. *Закрепить шлиф* на столике микроскопа, положив его покровным стеклом вверх.

3. *Вставить объектив и произвести его фокусировку.* При фокусировке объективов со слабым увеличением (3^x , 8^x , 9^x) тубус необходимо опустить винтом макроподдачи до появления изображения, а затем уточнить фокусировку микрометренным винтом. Фокусировку объективов с сильным увеличением (20^x , 40^x , 60^x) во избежание раздавливания препарата объективом осуществляют следующим образом: осторожно, наблюдая сбоку, микрометренным винтом опустить тубус до соприкосновения объектива с покровным стеклом препарата, а затем, поднимая тубус с помощью того же винта, добиться качественного изображения.

4. *Проверить центрировку объектива.* Для этого передвижением шлифа по предметному столику, установить на центр креста нитей какую-либо маленькую четко заметную точку и вращать столик. Если объектив центрирован, то выбранная точка не сойдет с перекрестия нитей. При отсутствии центрировки точка сойдет с перекрестия. Центрировку объектива осуществляют следующим образом:

а) после выбора точки в шлифе и установки ее на перекрестке нитей поворачивают предметный столик на 180° ;

б) перемещением шлифа по предметному стеклу подвигают выбранную точку к кресту нитей на половину того расстояния, на которое она отошла при вращении;

в) надевают на центрировочные винты объектива специальные ключи, и, вывинчивая их или ввинчивая, изменяют положение объектива так, чтобы выбранная точка попала на перекрытие нитей;

г) проверяют проведенную центрировку вращением столика микроскопа. Если же объектив оказывается не центрированным, то указанные операции повторяются снова.

5. *Проверить, отключен ли анализатор.*

После этой подготовительной работы можно приступить к определению охарактеризованных свойств выше минералов. Напомним, что в проходящем свете при одном николе определяют:

1) *Форма* кристаллов или конфигурация сечения зерен.

2) *Размер зерен.* Для этого измеряемое зерно устанавливается в поле зрения так, чтобы первое деление шкалы окуляра-микрометра совпало с его краем. Отсчитывается, сколько делений шкалы укладывается в его поперечнике и вычисляется размер зерна перемножением полученного числа делений на цену деления окуляра-микрометра при данном объективе.

3) *Цвет* минерала.

4) *Плеохроизм* минерала. Определяется при вращении столика микроскопа.

5) *Спайность*. Для характеристики спайности выбирают зерно минерала, в котором трещины представлены одинаково тонкими линиями, не смещающимися при изменении фокусировки микроскопа.

6) *Угол между системами спайности*. При наличии двух систем спайности определяют величину угла между ними, для чего одну из систем трещин спайности располагают вдоль вертикальной или горизонтальной нити окуляра и берут отсчет по лимбу столика микроскопа. Затем поворотом столика микроскопа совмещают вторую систему трещин спайности с этой же нитью окуляра и снова берут отсчет. По разности взятых отсчетов определяют угол спайности.

7) *Показатель преломления минерала* определяется по характеру рельефа и шагреновой поверхности минерала и полоске Бекке в сравнении с канадским бальзамом или минералом с известным показателем преломления.

Следует заметить, что при изучении спайности и показателей преломления бесцветных минералов рекомендуется прикрывать диафрагму; при этом названные свойства минералов проявляются более отчетливо.

8) *Количественное содержание минерала в препарате* примерно оценивается путем определения процента площади, занимаемой изучаемым минералом в видимом поле зрения микроскопа, приняв его за 100 %. Определение повторяют на нескольких участках шлифа (не менее 5), затем вычисляется среднее значение.

Результаты определений записать в таблицу

№ п/п	Оптические характеристики кристаллов и зерен минералов	Исследуемые минералы	
		1	2
1	Форма преобладающих кристаллов или зерен		
2	Цвет		
3	Размер, мм		
4	Плеохроизм и характер измерения окраски		
5	Характер спайности		
6	Угол между системами спайности		
7	Характер рельефа или шагрени		
8	Показатель преломления минерала		
9	Количественное содержание		
Предварительное определение минерала (название)			

Контрольные вопросы

1. Назовите кристаллооптические методы исследования минералов.
2. Изобразите устройство и ход лучей в призме Николя.
3. Какое положение оптической системы микроскопа называют «скрещенными николями»?
4. Как определить кратность увеличения микроскопа?
5. Как определить размер зерен минералов?
6. Что такое рельеф и шагрень и каких типов они бывают?
7. Как наблюдается плеохроизм?
8. Как наблюдать спайность под микроскопом? Назовите ее виды.
9. Каким способом можно ориентировочно определить показатель преломления минерала?