

УДК 550.85

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Кенетаева Айгуль Акановна м.т. н., преподаватель, кафедры ГРМПИ

Рабатұлы Мухаммедрахым м.т. н., преподаватель, кафедры РМПИ

Кенетаева Жанара Кайратқызы Forever Flourishing (Middle Asia) Pty Ltd РК

г.Караганда, Казахстан

### Abstract

Исследование минералов в сходящемся свете как более сложное производится после исследований в параллельном поляризованном свете. Таким образом стройный порядок исследований минерала сначала в параллельной поляризованном свете при одном николе, затем при скрещенных николях и после этого в сходящемся свете часто нарушается.

Исследования в сходящемся свете позволяют определять осность минерала, знак минерала, подыскивать сечения, необходимые для определения двойного лучепреломления, судить о приблизительной величине угла оптических осей и определять величину угла оптических осей, определять дисперсию оптических осей и определять величину угла оптических осей, определять дисперсию оптических осей и биссектрис в двuosных минералах.

**Ключевые слова:** поляризованном свете, оптических осей, минералов синие участки, двойного лучепреломления минерала.

The study of minerals in convergent light as more complex is done after studies in parallel polarized light. Thus, the harmonious order of the mineral research first in parallel polarized light with one nikole, then with crossed nicols and then in converging light is often disrupted.

Investigations in convergent light make it possible to determine the mineral density, the sign of the mineral, to find the cross sections necessary for determining the birefringence, to judge the approximate value of the angle of the optical axes and to determine the value of the angle of the optical axes, to determine the dispersion of the optical axes and determine the angle of the optical axes, to determine the dispersion of the optical axes and bisectors in biaxial minerals.

**Keywords:** polarized light, optical axes, minerals blue areas, birefringence mineral.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ В СХОДЯЩЕМСЯ СВЕТЕ

Исследование минералов в сходящемся свете как более сложное производится после исследований в параллельном поляризованном свете.

Однако такая последовательность наблюдений сначала в параллельном свете, а затем в сходящемся часто неудобна; определение некоторых констант минералов, получаемых при использовании параллельного света, может быть произведено при дополнительном попутном определении в сходящемся свете. Так, определение показателя преломления производится в параллельном свете и при одном николе, но чтобы такое определение произвести, необходимо в сходящемся свете подыскать соответствующее сечение, ориентированное в определенном направлении. То же замечание относится и к определению полихрома в цветных минералах, к определению двойного лучепреломления. Таким образом стройный порядок исследований минерала сначала в параллельной поляризованном свете при одном николе, затем при скрещенных николях и после этого в сходящемся свете часто нарушается.

Исследования в сходящемся свете позволяют определять осьность минерала, знак минерала, подыскивать сечения, необходимые для определения двойного лучепреломления, судить о приблизительной величине угла оптических осей и определять величину угла оптических осей, определять дисперсию оптических осей и определять величину угла оптических осей, определять дисперсию оптических осей и биссектрис в двуосных минералах.

Определение осности минералов. Определение осности оптически анизотропных минералов производится в круговых сечениях оптической индикатрисы одноосных и двуосных минералов или, что то же самое, в сечениях, перпендикулярных оптической оси, которые отличаются от других сечений оптической индикатрисы тем, что при скрещенных николях они ведут себя как минералы изотропные. Это правило нарушается в некоторых случаях для круговых сечений двуосных минералов, когда не наблюдается полного затемнения; объясняется это, как известно, дисперсией оптических осей.

Необходимые для определения осности изотропные сечения одноосных и двуосных минералов отыскиваются при малых увеличениях; при вращении столика микроскопа при скрещенных николях нужно выбирать зерна минерала или совсем не просветляющиеся, или просветляющиеся очень слабо.

Особенностью определения осности минералов является, как мы видели, отсутствие строгой точности ориентировки зерен, перпендикулярных оптической оси.

Выбранные по такому признаку зерно минерала ставится в центр поля зрения центрированного микроскопа. Получение сходящегося света производится по способу Лазо или по способу Бертрана. И в том и в другом случае необходимо пользоваться сильными увеличениями; пучок лучей сходящегося света получается введением линзы Лазо, помещающейся над конденсором. Конденсор должен быть поднят до отказа, в противном случае центр пучка лучей сходящегося света не будет совпадать с центром зерна минерала. При использовании сходящегося света по способу Лазо вынимается окуляр, по способу Бертрана окуляр остается на месте и вместе с тем вдвигается линза Бертрана. Более отчетливая видимость коноскопической фигуры достигается введением диафрагмы, помещенной над линзой Бертрана.

Коноскопическая фигура в сечениях, перпендикулярных оптической оси у одноосных минералов, имеет форму нерасходящегося при вращении столика микроскопа темного креста. Коноскопическая фигура в сечениях, перпендикулярных оптической оси двуосного минерала, имеет форму темной полосы-изогиры, вращающейся вокруг центра поля зрения. Если угол оптических осей близок к  $90^\circ$ , то изогира при вращении не изгибается; в других случаях изогира при вращении столика микроскопа не только будет вращаться, но и изгибается; в других случаях изогира при вращении столика микроскопа не только будет вращаться, но и изгибаться, и тем интенсивнее, чем ближе к нулю величина угла оптических осей .

Определение знака минерала производится одновременно с определением осности. Определение производится при помощи гипсовой пластинки и реже при помощи кварцевого клина. При вдвигании гипсовой пластинки в сечении, перпендикулярном оптической оси, внутри фигуры темного креста у одноосных минералов около центра креста появляется синие и красные или желтые участки. Синие участки появляются в двух противоположных

квадрантах креста, красные или желтые в двух других противоположных квадрантах. Если в гипсовой пластинке вдоль удлинения пластинки располагается ось  $Np$ , то отличие положительного знака минерала от отрицательного производится следующим образом. У положительных минералов квадранты с синими участками располагаются поперек удлинения гипсовой пластинки, у отрицательных минералов синие участки располагаются вдоль гипсовой пластинки, а квадранты с красными участками поперек.

У двуосных минералов определение знака минерала производится по такому же принципу, но так как фигура темного креста здесь отсутствует, то для решения вопроса о знаке минерала мысленно дорисовывают или изображают графически.

Нахождение сечений, параллельных оптической оси, у одноосных минералов и сечений, параллельных плоскости оптических осей, у двуосных минералов. Такие сечения необходимы для определения величины максимального двойного лучепреломления или двойного лучепреломления минерала. Внешний признак, которым пользуется при отыскании соответствующих сечений, это наивысшая интерференционная окраска зерен минералов. Правильность выбора зерен и точность необходимой ориентировки проверяются в сходящемся свете. Подходящие сечения подбираются при малом увеличении среди зерен с наивысшей интерференционной окраской. Коноскопическая фигура в сечениях, параллельных плоскости оптических осей у двуосных минералов, имеет одинаковую форму-это сходящийся и расходящийся в центре поля зрения. Расхождение креста будет максимальным при повороте столика микроскопа на  $45^\circ$  по отношению к тому моменту, когда центральная часть темного креста занимает центральную часть поля зрения. Расхождение ветвей креста происходит в сторону к оптическим осям у минералов двуосных и в сторону к концам оптической оси у минералов одноосных. Центральная часть коноскопической фигуры должна совпадать с центральной частью поля зрения-с крестом нитей, что и служит указанием на точность ориентировки.

Нахождение сечений, перпендикулярных биссектрисам  $Ng$  и  $Np$ . Сечения, перпендикулярные биссектрисам у двuosных минералов, необходимы для определения всех трех показателей преломления минералов, а также для определения двойного лучепреломления  $Ng - Nm$  и  $Nm - Np$ . Сечения, перпендикулярные биссектрисам  $Ng$  и  $Np$ , обладают интерференционной окраской в сечениях, параллельных плоскости оптических осей, и минимальных в сечениях, перпендикулярных оптической оси. Интерференционная окраска в сечениях, перпендикулярных биссектрисам, а следовательно, и величина двойного лучепреломления  $Ng - Nm$  и  $Nm - Np$  зависит от величины угла оптических осей и знака минерала. При величине угла оптических осей, равной  $90^\circ$ , когда знак минерала нейтральный,  $Ng - Nm$  и  $Nm - Np$  в минерале равны между собой. По мере уменьшения величины угла оптических осей у минералов положительных величина двойного лучепреломления  $Nm - Np$  постепенно уменьшается, а величина  $Ng - Nm$  увеличивается. У двuosных минералов, оптически отрицательных, наоборот, по мере уменьшения величины угла оптических осей уменьшения величина  $Ng - Nm$  и увеличивается  $Nm - Np$ ; при весьма малом значении угла оптических осей  $2V$  двuosные минералы приближаются к одноосным, в положительных минералах  $Nm$  приближается по своему значению к  $Np$ , а в отрицательных  $Ng$  по своему значению близка к  $Nm$ .

Таким образом, выбор сечений, перпендикулярных биссектрисам  $Ng$  и  $Np$ , более затруднителен по сравнению с выбором сечений, ориентированных параллельно плоскости оптических осей с наивысшей интерференционной окраской и сечений, перпендикулярных оптической оси с наинизшей интерференционной окраской. Поэтому сечения, перпендикулярные биссектрисам, приходится выбирать наощупь, подбирая сечения с интерференционной окраской более низкой по сравнению с интерференционной окраской, какая наблюдается в сечениях, параллельных плоскости оптических осей. Проверка правильности выбора сечений, перпендикулярных биссектрисам, производится в сходящемся свете.

Коноскопическая фигура в сечениях, перпендикулярных биссектрисам, представляет сходящийся и расходящийся при вращении столика микроскопа крест. Качественно эти фигуры одинаковы в минералах с углом оптических осей, равным  $90^\circ$ , и различаются при иных значениях угла оптических осей. При наблюдениях фигуры в сходящемся свете такое различие можно установить при величине угла оптических осей, меньшей примерно  $57^\circ$  (эта величина зависит от показателей преломления минерала). При малой величине угла оптических осей в сечениях, перпендикулярных острой биссектрисе, расхождение ветвей темного креста будет небольшим. Таким образом, отличие сечений, перпендикулярных биссектрисам у двуосных минералов, по форме коноскопической фигуры (по форме сходящегося и расходящегося креста) невозможно для минералов с углом оптических осей, равным или большим примерно  $57^\circ$ .

Существует другой способ отличия сечений, перпендикулярных биссектрисе  $Ng$ , от сечений, перпендикулярных биссектрисе  $Np$ ; это различие основано на определении знака сечения. Знак сечений, перпендикулярных биссектрисе  $Ng$ , положительный, знак сечений, перпендикулярных биссектрисе  $Np$ , отрицательный, вне зависимости от оптического знака минерала. Знак определяется подобно тому, как это делается в случаях определения знака минерала,- при помощи гипсовой пластинки. В сечениях, перпендикулярных биссектрисе  $Ng$ , при вдвигании гипсовой пластинки в синий цвет окрашиваются квадранты, располагающиеся поперек удлинению пластинки. Так как определение знака сечения в тот момент, когда темный крест занимает центр поля зрения, часто неудобно, то поступают иначе. Гипсовую пластинку вдвигают, предварительно немного повернув столик микроскопа,-после того как получена фигура темного креста; в этот момент будет наблюдаться просветление центральной части поля, крест разойдется, и ветви креста слегка раздвинутся в стороны. По просветлению в центре можно гипсовой пластинкой определить знак сечения и по нему наименование биссектрисы.

Определение величины двойного лучепреломления. Двойное лучепреломление минерала определяется в сечениях, параллельных плоскости оптических осей, у двуосных минералов и в сечениях, параллельных оптической оси, у минералов одноосных. Кроме того, у двуосных минералов в сечениях, перпендикулярных биссектрисам, определяется двойное лучепреломление  $N_g - N_m$  и  $N_m - N_p$ .

Определение двойного лучепреломления производится по формуле  $N_g - N_m$  (или  $N_g - N_m$ , или  $N_m - N_p$ )  $= \frac{\Delta}{d}$ , где  $\Delta$  - разность хода лучей в минерале,  $d$ -толщина шлифа.

Разность хода определения при помощи компенсаторов-кварцевого клина или компенсатора Никитина-Берека. В наиболее простом компенсаторе-кварцевом клине погасание, параллельное удлиненной стороне клина, соответствует или  $N_p$ , или  $N_g$ . Для более точного определения разности хода употребляют градуированные кварцевые клинья, у которых можно определить цену одного деления шкалы, нанесенной на верхнюю поверхность клина.

Разность хода может быть определена по интерференционной окраске. Для этого нужно определить порядок интерференционной окраски и по таблице Мишель-Леви определить разность хода, а по разности хода и толщине шлифа-величину двойного лучепреломления у минерала. Более точное определение разности хода производится при помощи компенсатора Никитина-Берека.

Толщина определяется по пылинкам на нижней и верхней поверхности шлифа; на федоровском столике толщину шлифа можно определить по трещинкам.

Определение дисперсии оптических осей. В некоторых случаях в двуосных минералах величина угла оптических осей различная для лучей света различной длины волны, что и служит причиной дисперсии оптических осей. В результате дисперсии оптические оси для красного цвета не будут совпадать с оптическими осями для синего цвета. Поэтому в сечениях, перпендикулярных оптической оси, при исследовании в белом свете не получается полного затемнения, изотропии; интерференционная окраска в таких сечениях серая с красноватыми или синеватыми оттенками.

Различаются два вида дисперсии. В одних случаях угол оптических осей для лучей синего цвета больше, чем для лучей красного цвета,- это записывается так:  $r < v$ , в других случаях, наоборот, угол оптических осей для красного цвета больше, чем для синего цвета, и в таком случае записывают:  $r > v$ . Кажущийся эффект обратен действительным соотношениям. Объяснение такому явлению следующее: в том месте, где мы видим синий цвет, выходит оптическая ось для лучей красного цвета, и лучи красного цвета гасятся и, наоборот, там, где наблюдается красный цвет, на самом деле выходит оптическая ось для лучей синего цвета, которые гасятся, и мы их не видим, но для лучей красного цвета в этом месте выхода оптической оси нет, поэтому лучи красного цвета не гасятся. В случае дисперсии оптических осей  $r < v$  наблюдаются обратные соотношения для выпуклой и вогнутой сторон коноскопической фигуры.

Дисперсия осей индикатрисы. У минералов, обладающих дисперсией осей оптической индикатрисы, оси индикатрисы для лучей различной длины волны занимают различные положение в кристалле. Дисперсия осей индикатрисы наблюдается в минералах моноклинной и триклинной сингонии. Хорошо выраженная дисперсия осей оптической индикатрисы проявляется в том, что при скрещённых николях при вращении столика микроскопа невозможно установить минерал на полное погасание. В момент, когда направление колебаний для каких-нибудь лучей (например, для синих) совпадает с направлением колебаний в николях, направление же колебаний для других лучей-красных-не совпадает с направлением колебаний лучей в николях. Поэтому синие лучи будут погашены, а красные не погашены, и погасание в минерале будет неполным; вместо темносерого или черного цвета мы увидим светло-серый с красноватым, синеватым, желтоватым оттенками. Изучение дисперсных минералов производится на фёдоровском столике в монохроматическом свете.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Н.А. Елисеев «Методы петрографических исследований»