

Оптические методы изучения вещества.

Доцент кафедры месторождений полезных
ископаемых Шарова Татьяна Викторовна
Преподаватель кафедры месторождений полезных
ископаемых Рыбин Илья Валерьевич

Минераграфия – наука, занимающаяся изучением минерального состава руд.

Определение рудных минералов является первым и наиболее важным этапом исследования руд. Минераграфия позволяет рассмотреть рудные минералы, изучить их оптические свойства, особенности строения руд, взаимных сростаний минералов, оценить технологические свойства руд для более эффективной переработки и выявить последовательность образования минералов в рудах для воссоздания геохимии процессов рудообразования в целях прогнозирования оруденения. Определение слагающих руду минералов необходимо на всех стадиях изучения месторождений.

Для изучения минерального состава руд используются специальные препараты типа полированный шлиф (иначе аншлиф), который представляет собой небольшой (2x4 см) кусок руды, плоско полированный с какой-либо стороны. Именно эта полированная поверхность рассматривается в рудный микроскоп. Чаще всего для работ используются универсальные рудные микроскопы серии ПОЛАМ (рис. 1).

Микроскопы для изучения рудных минералов отличаются от петрографических тем, что имеют специальную приставку – опак-иллюминатор. Аншлиф освещается сверху через объектив микроскопа с помощью опак-иллюминатора. Пучок света, отражаясь от полированной поверхности аншлифа, проходит через объектив, оптическую систему тубуса и окуляр, формируя увеличенное изображение поверхности



Рис. 1 Общий вид рудного микроскопа серии ПОЛАМ

К основным свойствам рудных минералов относятся следующие:

Цвет минерала под микроскопом – функция взаимодействия отраженного света и восприятия глаза. Цвет может оцениваться качественно при сопоставлении с эталонами цветов: со сфалеритом (серый), с галенитом (белый), с теннантитом (светло-серый), с халькопиритом (желтый), с пирротинном (кремовый), никелином (кремово-розовый), с ковеллином (синий) (рис. 2). Количественно цвет определяется путем получения кривых спектрального поглощения, на специальных приборах - спектрофотометрах.

Отражательная способность часто является основным диагностическим признаком при минераграфических исследованиях руд, особенно при количественном их определении. Отражательная способность минералов, как и других веществ, характеризуется величиной доли излучения, отраженного поверхностью минерала. Она зависит от природы и состояния поверхности, а также от длины волны излучения, падающего на минерал. Коэффициент отражения уменьшается при изменении длины волны излучения в ультрафиолетовую область спектра. Отражательную способность определяют относительно эталонов отражательной способности. Максимальной отражательной способностью характеризуется серебро (96%) в красно-оранжевой области спектра, минимальной (0,1%) - сажа.

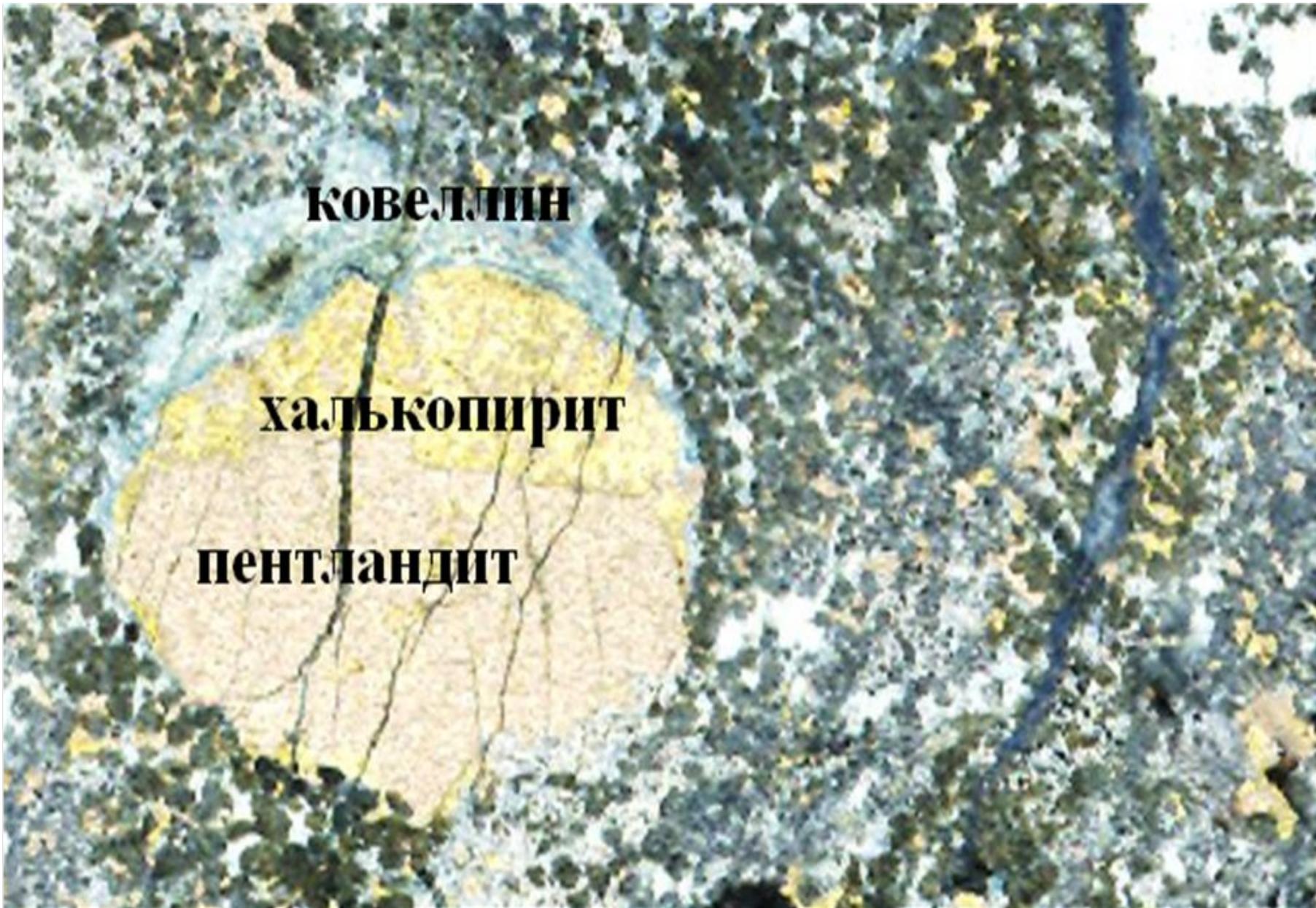


Рис. 2 Цвет рудных минералов под микроскопом

На практике отражательная способность минералов определяется путем сравнения с известными минералами (эталоны). К эталонам относятся: пирит – FeS_2 ($R = 54\%$), галенит – PbS ($R = 44\%$), блеклая руда теннантит $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$; тетраэдрит – $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ($R = 30\%$), сфалерит – ZnS ($R = 18\%$), кварц – SiO_2 ($R = 4\%$)

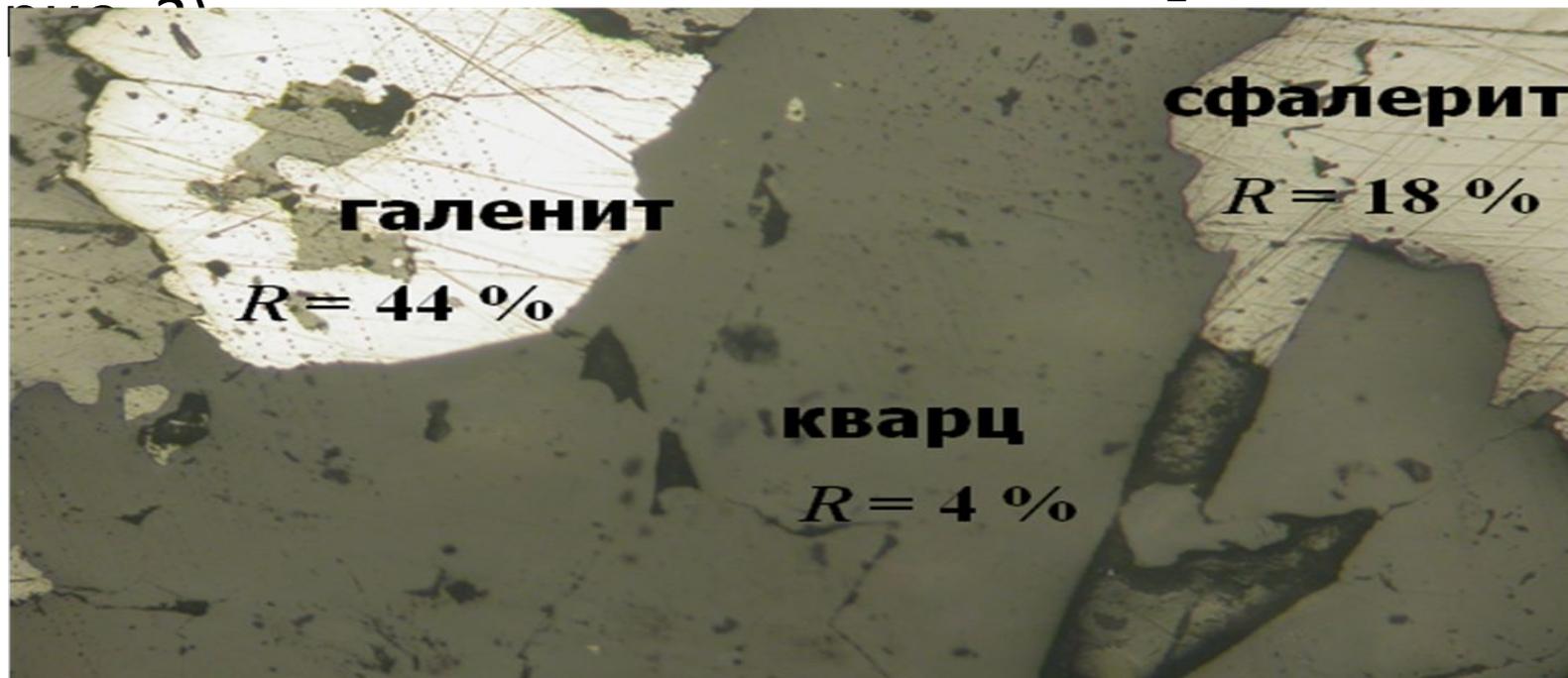


Рис. 3 Отражательная способность

- Двуотражение. Явление двуотражения наблюдается у анизотропных кристаллов, показатели отражения которых для различных направлений неодинаковы. Явление двуотражения заключается в том, что анизотропный минерал при наблюдении под микроскопом с одним николем-поляризатором при вращении предметного столика меняет через 90 градусов свою яркость или цвет.
- Анизотропия. По отношению к поляризованному свету минералы делятся на анизотропные и изотропные. Изотропный минерал при скрещенных николях становится темным и не просветляется при повороте столика на 360° . Анизотропные минералы при скрещенных николях обнаруживают изменение цвета или яркости. Наблюдается четырехкратное угасание анизотропного кристалла через каждые 90° при вращении столика микроскопа.
- К анизотропным минералам относятся – молибденит – MoS_2 (рис. 4), ковеллин – CuS , графит – C , антимонит – Sb_2S_3 . Изотропные минералы – пирит FeS_2 , магнетит FeFe_2O_4 , пентландит $\text{Fe}_4\text{Ni}_4\text{S}_8$.

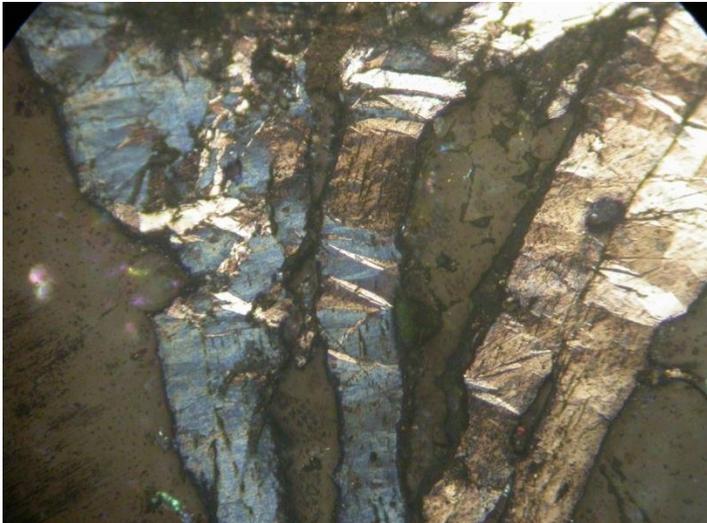


Рис. 4 Эффекты анизотропии у молибденита

- Внутренние рефлексии. Это явление, обусловленное проникновением на некоторую глубину падающего света и отражением его от внутренних частей минерала. Наличие внутренних рефлексий определяется при помощи косого освещения. Более ярко внутренние рефлексии наблюдаются при косом освещении, для этого вынимают (или выключают) лампу осветителя микроскопа и подсвечивают шлиф сбоку, располагая лампу освещения около объектива. При косом освещении отраженные от поверхности лучи отклоняются в сторону и не попадают в объектив микроскопа, совершенно не маскируя внутренние рефлексии (рис. 5).

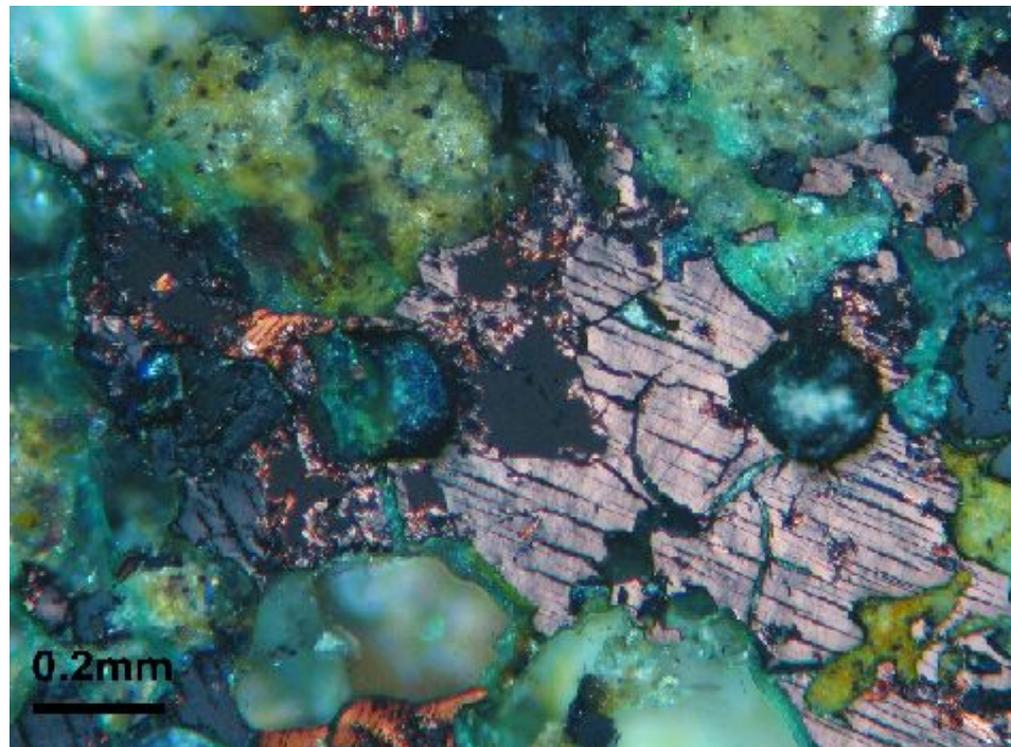


Рис. 5 Зеленые внутренние рефлексии карбонатов и/или сульфатов меди. Месторождение Удокан (Забайкалье), николи скрещены (<http://w.ilmeny.ac.ru>)

- В слабопрозрачных минералах внутренние рефлексы хорошо заметны в мелких крошках, которые можно получить, сделав ямку концом стальной иглы. В осколках вокруг ямки внутренние рефлексы проявляются отчетливо.
- Яркие внутренние рефлексы имеют минералы: малахит – $\text{Cu}_2\text{CO}_2(\text{OH})_2$, азурит – $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, аурипигмент – As_2S_3 , сфалерит – ZnS , касситерит – SnO_2 , киноварь – HgS , куприт – Cu_2O , гематит – Fe_2O_3 .
- Твердость – способность минералов сопротивляться вдавливанию инородных тел или царапанию. Твердость минералов можно определить несколькими способами.
- Для определения микротвердости методом царапания медной и стальной иглами (метод А.Г. Бетехтина) нужно ввести в поле зрения микроскопа интересующее зерно минерала. Взять медную иглу и мягко, без усилия, провести иглой по минералу. Если появился след от иглы, то минерал относится к группе мягких. Если царапины не появилась, то необходимо взять стальную иглу и повторить процедуру, сделанную медной иглой. Если после стальной иглы появился след на поверхности минерала, то он относится к группе минералов средней твердости, если и стальная игла не оставляет следа, то минерал относится к группе высокой твердости.
- Твердость минералов, можно определить, по относительному рельефу, полученному при полировке. И.С.Волынским было выделено семь групп рельефа (группы включают разные минералы с близким рельефом) от I до VII.
- Более точное определение микротвердости внутри групп можно осуществить методом микровдавливания (метод Виккерса) с помощью специального прибора ПМТ-3. Микротвердость определяется по площади отпечатка, оставляемого четырёхгранной алмазной пирамидкой, вдавливаемой в полированную или естественную поверхность минерала и вычисляется путём деления нагрузки P на

Благодарю за
внимание!