*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVI, вып. 2, 1959 г.*

# ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МОЛИБДЕНОНОСНОСТИ ВЫХОДОВ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ

*И. С. Цигельман*

В Центральном Казахстане на месторождениях кварцево-молибденовой формации широко развиты процессы выщелачивания молибдена из зоны окисления [1]. Особенно интенсивно выщелачивание молибдена проявлено на выходах молибденоворудных кварцевых жил, т. е. в самой приповерхностной части рудных тел, на глубине в несколько десятков сантиметров. При этом вблизи поверхности на месте молибдена остаются пустоты выщелачивания и повелит, который трудно поддается визуальному определению.

Замещение молибденита повелитом, затрудняющее оценку молибденоносности выходов кварцевых жил при обычной геологической съемке, является, наоборот, благоприятным фактором для применения люминесцентного метода, поскольку молибденит относится к нелюминесцирующим минералам, а повелит обладает способностью люминесцировать.

С целью выяснения возможностей применения люминесцентного метода для оценки молибденоносности выходов кварцевых жил автором в 1949 г. были проведены опытные работы в районе Восточно-Коунрадского месторождения — типичного представителя кварцево-молибденовой формации Центрального Казахстана.

**Особенности геологического строения Восточно-Коунрадского молибденового месторождения.** Рудоносная площадь месторождения сложена гранитами, среди которых залегают кварцевые жилы с молибденовым оруденением [2]. Азимут простирания основных рудных жил 275—290°, угол падения 85° к юго-западу. Основные рудные жилы сопровождаются более мелкими апофизами, которые в свою очередь разветвляются по простиранию, поэтому в плане жилы имеют вид пучка, расширяющегося к северо-западу (см. рисунок).

Жильный кварц сопровождается околожильными грейзенами. В составе основной массы жильного выполнения после кварца наиболее распространенными являются пирит, молибденит, микроклин, мусковит, ильменорутил, жильбертит, флюорит. В грейзенах эти минералы практически отсутствуют; главными составными частями грейзенов являются кварц и мусковит.

По характеру молибденового оруденения на месторождении можно различать восточный фланг (восточнее шахты № 1), центральную часть (между шахтами № 1 и 3) и западный фланг (западнее шахты № 3). В Центральной части типичным минералом жильного выполнения

и грейзенов является молибденит. Содержание его является промышленным и в жильном кварце и в околожильных грейзенах. На восточном и западном флангах в жильном кварце, как и в грейзене, молибденит содержится в ничтожном количестве или практически отсутствует; содержание молибдена в рудном теле — непромышленное.

Эти особенности оруденения западной, центральной и восточной частей месторождения объясняются зональностью молибденового оруденения и склонением жильной системы к западу—северо-западу. Вследствие пологого склонения жильной системы (25—30°) в различных ее частях в современном эрозионном срезе вскрыты три пояса: рудный (центральная часть), подрудный (восточный фланг) и надрудный (западный фланг).

На месторождении резко проявлено выщелачивание молибдена в зоне окисления. При этом часть молибдена была вынесена, а часть сохранилась в виде повелита. В единичных образцах встречается молибденит и молибдит. Зона интенсивного выщелачивания молибдена обычно ограничивается глубиной 10—15 *м*. Наиболее интенсивно выщелачивание молибдена наблюдается на выходах кварцевых жил.

Выходы молибденоворудных кварцевых жил на поверхности обычно представлены угловатыми обломками жильного кварца. При раскалывании обломков на месте агрегатов молибденита в большинстве случаев оставляются полости выщелачивания, изредка обнаруживается повелит. Характерно, что в приповерхностных участках рудных тел в жильном кварце наблюдаются лишь очень мелкие выделения повелита — максимальный их поперечник не превышает 3 *мм*. Распределение повелита в массе жильного кварца, как и молибдена, неравномерное, на многих приповерхностных участках рудных тел повелит не обнаруживается. В поверхностном слое повелит встречается почти исключительно в форме псевдоморфоз по молибдениту с типичным скрытокристаллическим более или менее ясно выраженным землистым строением. Окраска повелита белая, желтовато-белая, серовато-белая и серовато-желтоватая.

**Опытные работы по оценке молибденоносности выходов кварцевых жил люминесцентным методом.** Оценка молибденоносности выходов кварцевых жил проводилась определением в них содержания повелита, четко выделявшегося по цвету люминесценции в катодных лучах.

Люминесценция повелита наблюдалась в катодной ячейке конструкции Комовского [3]. Источником высокого напряжения служил известный медицинский аппарат Д'Арсонваля. Питание аппарата осуществлялось от сети переменного тока 220 *в*. Вакуум в ячейке поддерживался насосом Комовского, приводившимся во вращение электродвигателем мощностью 0,25 *квт*. Свечение проб в катодной ячейке наблюдалось с помощью бинокулярной лупы.

Пробами для катодолюминесцентного анализа являлись обломки жильного кварца на выходах кварцевых жил. Отбор проб проводился вдоль жил через 25—50 *м*, весом 200—300 *г*.

Обломки кварца дробились размером до 1 $см^3$, помещались в катодную ячейку и с разных сторон подсчитывалось число зерен повелита с помощью бинокулярной лупы с постоянным увеличением. Путем многократных определений числа зерен повелита подсчитывалось их среднее содержание в точках отбора проб.

Опытами выяснено, что при катодном облучении повелит светится желто-зеленым цветом. Это свечение обладает характерным оттенком, надежно отличающим повелит от других минералов рудных тел, светящихся в катодных лучах. Кроме того, повелит белого и желтовато-

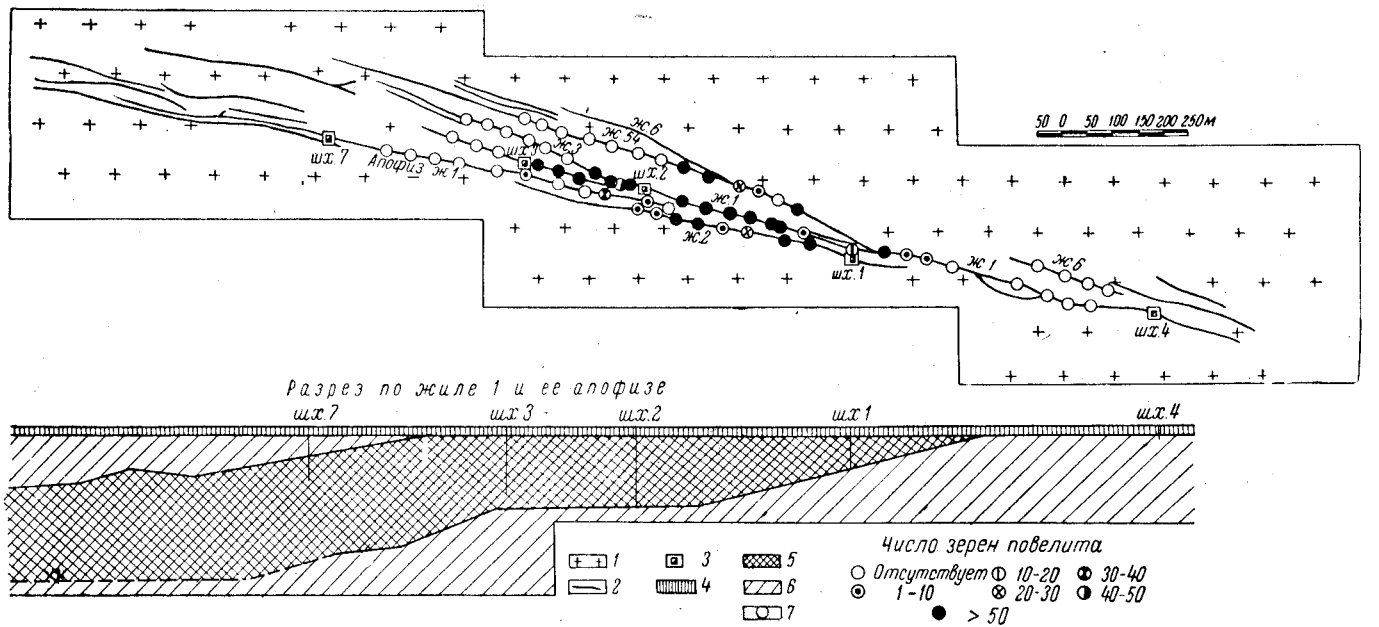



Схема распределения повелита на выходах кварцевых жил по данным люминесцентного анализа:

*1* — граниты; *2* — кварцевые жилы; *3* — шахты; *4* — зона интенсивного выщелачивания молибдена; *5* и *6* — промышленные и соответственно непромышленные молибденовые руды; *7* — точки отбора обломков жильного кварца

белого цвета (с поверхности), серовато-белого и серовато-желтоватого цвета (с больших глубин) и от темно-серого до черного цвета (в виде кристаллов со значительных глубин) светится одинаково. Все это исключало возможность принять за повелит другой минерал.

Результаты опытных работ приведены в виде схемы распределения повелита на выходах кварцевых жил по данным люминесцентного анализа (см. рисунок). Эти результаты указывают на неравномерное распределение повелита на выходах кварцевых жил по их простиранию, что соответствует различной степени обогащения кварцевых жил молибденитом. Наибольшие содержания зерен повелита на выходах кварцевых жил наблюдаются на участке жильной системы, заключенном между шахтами 1 и 3. К западу от шахты 3 присутствия повелита не отмечено. К востоку от шахты 1, в непосредственной близости от нее, отмечается повелит; далее к востоку, вдоль жил 1 и 46 повелита не обнаружено.

Сопоставляя картину распределения повелита с характером молибденового оруденения, нетрудно видеть, что область максимальных содержаний повелита оконтуривает рудный молибденовый пояс (между шахтами 1 и 3), четко выделяя его от надрудного (западнее шахты 3) и подрудного (восточнее шахты 1) поясов. Естественно, что в подрудном поясе, где содержание молибдена ничтожно, и в надрудном поясе, где промышленные молибденовые руды находятся на глубоких горизонтах (см. рисунок, схематический разрез), содержание повелита на выходах кварцевых жил резко отличается от его содержаний в рудном поясе, выходящем непосредственно к поверхности.

Исследованиям по люминесцентному методу в описываемом районе предшествовала спектрометаллометрическая съемка с анализом проб на молибден [4]. В дополнение к этой съемке был проведен специальный отбор металлометрических проб на участке работ по люминесцентному методу. Пробы были проанализированы спектральным методом на содержание молибдена, что позволило сопоставить результаты спектрального и люминесцентного методов анализа.

При спектральном анализе на молибден были получены результаты, аналогичные данным люминесцентного метода о распределении в обломках жильного кварца повелита: в том и другом случае рудный пояс четко отделялся от подрудного и надрудного. В этих условиях люминесцентный метод более прост по выполнению анализа, чем спектральный. Следует отметить, что анализ может быть еще более упрощен использованием для возбуждения люминесценции повелита вместо катодного облучения коротковолновых ультрафиолетовых лучей. Существующие приборы для люминесцентного анализа минералов в коротковолновых ультрафиолетовых лучах (люминесцентный минералоскоп [5] и др.) могут значительно упростить технику диагностики и определения содержания повелита по сравнению с катодной ячейкой.

В отличие от визуального способа диагностики повелита, люминесцентный метод позволяет выделять мельчайшие, визуально невидимые зерна повелита, так как при люминесценции вокруг зерен повелита образуются ореолы свечения, размеры которых превосходят величину зерен повелита. Если учесть, что повелит вообще трудно поддается визуальной диагностике, то станет объяснимым следующий факт: в рудном поясе, как отмечалось выше, при осмотре обломков жильного кварца вблизи поверхности лишь в отдельных случаях отмечаются единичные зерна повелита, в то время как при люминесцентном анализе в пределах рудного пояса повелит отмечается в подавляющем большин-

стве обломков жильного кварца, причем число зерен повелита часто достигает нескольких десятков.

Как показывает опыт наших работ, число зерен повелита на выходах кварцевых жил заметно возрастает при увеличении глубины отбора проб. Поэтому можно рекомендовать отбор проб проводить не с самой поверхности кварцевых жил, а с глубины 50—60 *см*, для чего жилы необходимо вскрывать короткими канавами или закопушками до указанной глубины.

Несмотря на принципиально положительные результаты, методика люминесцентного анализа дает возможность лишь предварительно оценить содержание повелита, поскольку подсчет числа светящихся зерен на поверхности обломков жильного кварца лишь в первом приближении пропорционален содержанию повелита в пробах. Размер светящихся зерен повелита часто меняется и учесть его точно не всегда представляется возможным. Вследствие неравномерного распределения повелита в массе жильного кварца необходимы большое количество обломков кварца и многократность анализов, чтобы составить представление о среднем содержании повелита в точках отбора проб. В связи с этим в дальнейшем целесообразно разработать количественные методы определения содержания повелита в пробах на основе имеющегося опыта аналогичных работ по другим люминесцирующим минералам [6, 7]. Вместе с тем приведенный способ приближенной оценки люминесцентным методом перспектив молибденоносности кварцевых жил в условиях, аналогичных Восточно-Коунрадскому месторождению, позволяет оконтурить часть рудного пояса, выходящую непосредственно к поверхности, и тем указать первоочередные участки жильной системы для проведения разведочных работ.

**Выводы.** 1. Показана возможность предварительной оценки молибденоносности выходов кварцевых жил люминесцентным методом в условиях выщелачивания молибдена в зоне окисления и замещения молибденита повелитом.

2. В этих условиях дальнейшее совершенствование методики люминесцентного анализа для оценки молибденоносности кварцевых жил должно идти по линии использования возможностей количественного определения содержания повелита и возбуждения его люминесценции коротковолновыми ультрафиолетовыми лучами.

Использованная литература


1. Чухров Ф. В. Значение выщелачивания молибдена для оценки молибденовых месторождений в Центральном Казахстане. «Советская геология», 1947, сб. 14—15.
2. Чухров Ф. В. Восточно-Коунрадское месторождение, как представитель кварцево-молибденовой формации Центрального Казахстана. «Советская геология», 1948, сб. 31.
3. Комовский Г. Ф. *Люминесцентный анализ минералов*. Изв. АН СССР, серия физическая, 1949, т. XIII, № 2.
4. Тихомиров Н. И., Миллер С. Д. О физико-химическом методе поисков молибдена в условиях полупустынного климата Северного Прибалхашья. «Разведка недр», 1946, № 2.
5. Свердлов З. М. Прибор для люминесцентного анализа минералов в коротковолновых ультрафиолетовых лучах (люминесцентный минералоскоп), «Разведка недр», 1952, № 3.
6. Сборник научных трудов Государственного научно-исследовательского института редких и малых металлов. 1941, вып. 1.
7. Комовский Г. Ф., Ложников О. Н. Люминесцентный анализ при изучении руд и минералов. Госгеолиздат, 1954.