

Т. Тодоров

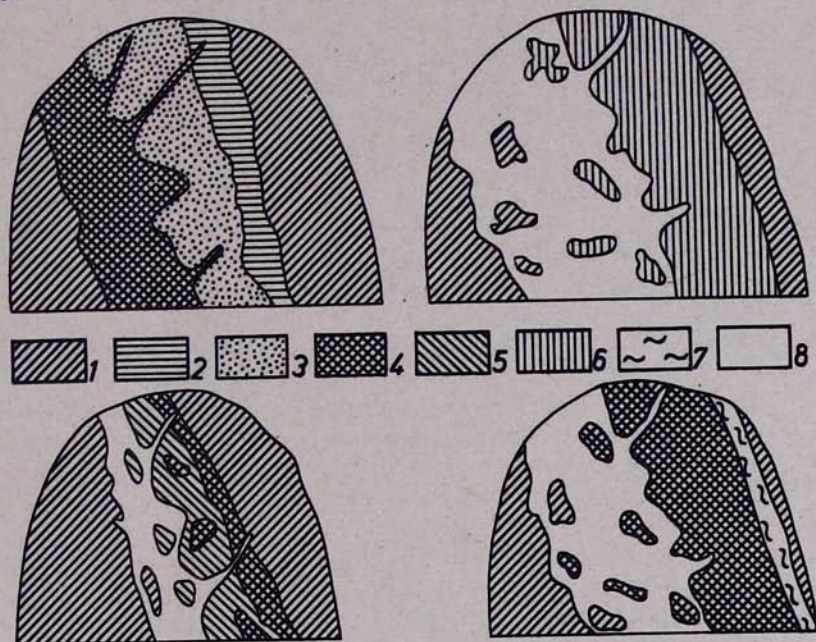
ПРОЯВЛЕНИЕ ГИПОГЕННОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В РУДНЫХ ЖИЛАХ РОСЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (БОЛГАРИЯ)

Детальными минералого-геохимическими и структурными исследованиями установлено зональное распределение минеральных ассоциаций, главных полезных компонентов и некоторых элементов-примесей в жилах медно-молибденовых месторождений Росенского рудного поля. Коллективом исследователей Высшего горно-геологического института (София) приводится впервые ряд данных об этом (Богданов, Рашков и др., 1968). Позже автором настоящей статьи получен и обработан новый фактический материал, который позволил ему сделать ряд важных выводов о проявлении гипогенной зональности в этих месторождениях.

Медно-молибденовые месторождения рассматриваемого рудного поля являются классическим примером, подтверждающим выдвинутую С.С. Смирновым (1937) пульсационную гипотезу заполнения рудных жил в результате многократного и последовательного поступления в разломы различных по составу порций рудоносных растворов. Широкое развитие текстур пересечений и брекчированных руд, а также полосчатое и симметрично-полосчатое строение жил, убедительно подтверждают такое развитие рудообразовательного процесса. Накопленные в этом отношении данные определенно показывают, что минеральные парагенезисы и ассоциации, отложенные в различных стадиях минерализации отражают последовательные изменения состава растворов во времени и пространстве. Детальными исследованиями в этих месторождениях установлено, что минералообразование здесь протекало двумя этапами: I – пегматито-пневматолитовый и II – гидротермальный со следующими стадиями: магнетитовая, пиритовая, гематитовая, кварц-молибденитовая, халькопиритовая, кварц-магнетитовая, кварц-гематитовая, анкерит-доломитовая, кальцитовая и халцедоновая (Богданов, Рашков и др., 1968, Тодоров, 1968). Эти стадии проявляются с различной интенсивностью в жилах, но каждая из них характеризуется типичными минеральными парагенезисами. Так например, определено можно сказать, что в начале минералообразовательного процесса обычно отлагались силикатные минералы, потом окислы и сульфиды (с преобладанием последних) и в конце – карбонаты и халцедоновидный кварц. Исследование температуры гомогенизации газовой-жидких включений в карбонатах и кварце

и использование некоторых других методов геологической термометрии (Тодоров, 1968) позволяют считать, что силикаты образовались при температурах выше 400°C , во время окисных и сульфидных стадий этот фактор изменялся от 400 до $250-200^{\circ}\text{C}$, а в последних (карбонатных) стадиях – от 250 до 100°C . Минеральные агрегаты отдельных стадий обычно отлагались в определенных участках рудных жил, чем и обусловлено проявление пульсационной (стадийной) зональности в последних. Точнее, из отмеченной зональности представлена только зональность повторных тектонических нарушений (в смысле В. И. Смирнова, 1965, которая согласно А. В. Королеву (1949) проявляется по мощности, простиранию и падению рудных тел.

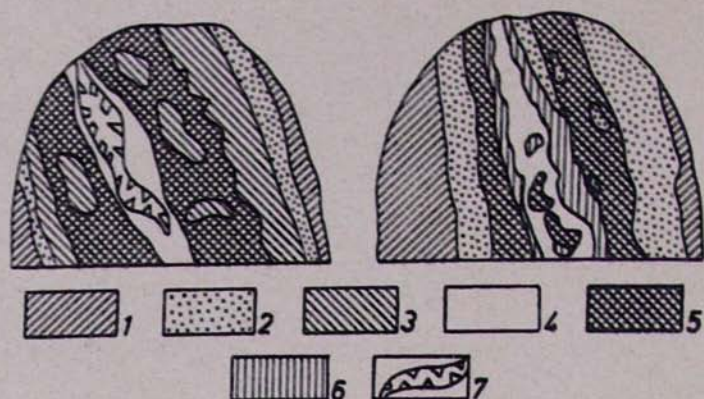
Зональность по мощности раскрывается наиболее просто и четко в рудных жилах. Она выражается преимущественно полосчатым и реже симметрично-полосчатым строением жил большинства исследованных месторождений (фиг. 1 и 2) и характеризуется контрастным и неповто-



Фиг. 1. Зональность по мощности жил.

1. Вмещающие породы, 2. магнетит I генезиса с кварцем, шеелитом и ферберитом, 3. массивный кобальтоносный пирит с кварцем, 4. массивный халькопирит с молибденитом, борнитом, карролитом, кварцем и др., 5. магнетит II генезиса с кварцем, 6. мелкочешуйчатый гематит II генезиса (спекулярит) с кварцем, 7. кварц-хлорит-молибденитовые агрегаты, 8. карбонаты (анкерит, доломит, кальцит и др.)

ряющимся развитием отдельных зон. Проявление этой зональности является результатом междрудных тектонических подвижек, обусловленных движениями по разломам. В этих нарушениях отлагались минеральные ассоциа-



Фиг. 2. Симметричная зональность по мощности жил.

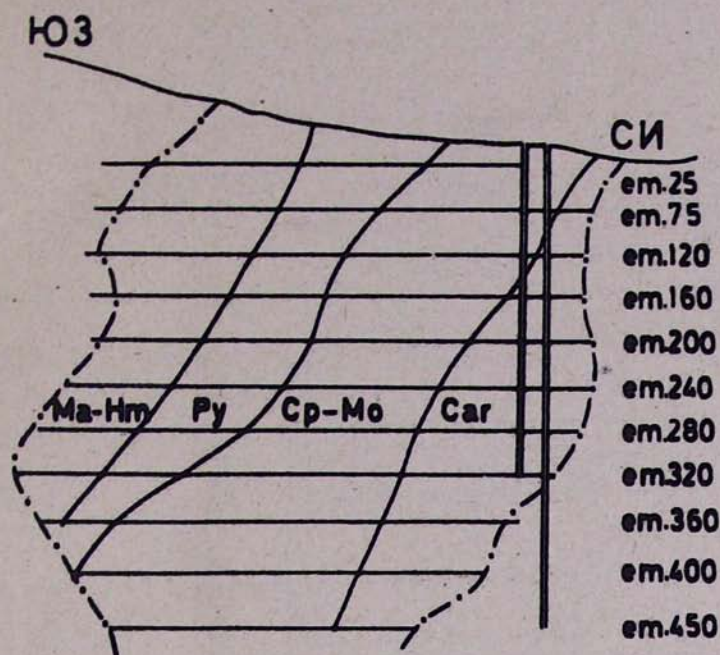
1. Вмещающие породы, 2. массивный кобальтоносный пирит с кварцем, 3. толстотаблитчатый и крупночешуйчатый гематит I генезиса с кварцем, 4. кальцит, 5. массивный халькопирит с молибденитом, борнитом, карролитом, кварцем и др., 6. мелкочешуйчатый гематит II генезиса (спекулярит) с кварцем, 7. друзы из кальцита.

ции и парагенезисы новых стадий минерализации, четко отличающихся по составу от ранее образованных. Приоткрывание старых и возникновение новых трещин в рудных разломах обычно происходило в лежащем боку и очень редко в центральных частях жил.

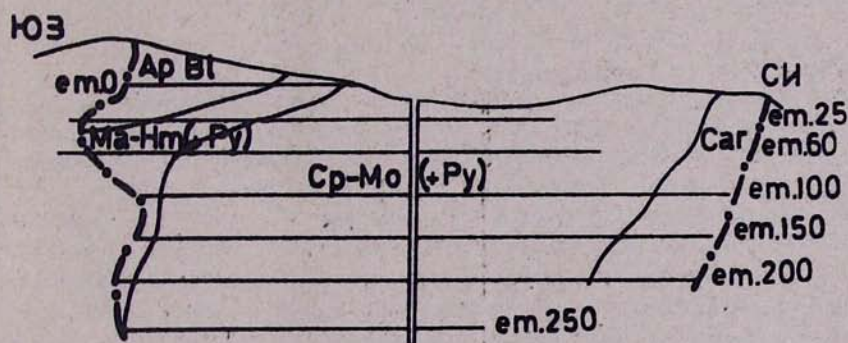
Развитие рудовмещающих разломов во время минерализационного процесса осуществлялось одновременно в горизонтальном и вертикальном направлениях в связи с чем наблюдается сходство в размещении минеральных ассоциаций по простиранию (горизонтальная зональность) и падению (вертикальная зональность) рудных жил. Таким образом в самом общем виде в жилах обособляется одна концентрическая обратная (по отношению Росенского плутона) зональность со следующими минеральными зонами: апатит-биотитовая, магнетит-гематитовая, пиритовая, халькопирит-молибденитовая и карбонатная (фиг. 3-6). Самые характерные особенности этих зон обобщены в табл. 1.

В рудных жилах рассматриваемых месторождений устанавливается также закономерное распространение обоих главных элементов (медь и молибден) и самого главного элемента-спутника (кобальт) руд. Эта закономерность обычно выражается в следующем (фиг. 7-8):

Медь является главным полезным компонентом месторождений и характеризуется площадным распространением. Рудная площадь ограничивается изолинией 0,5 и может рассматриваться как типичный рудный столб с крутым юго-западным склонением и неодинаковой шириной (в среднем 300-400 м). В верхних и средних участках жил медно-рудный столб обычно хорошо выражен и вне отмеченной изолинии устанавливаются только отдельные пятна, сосредоточенные в самых верхних частях жил. На глубине однако монолитность этого столба обычно нарушается так как в глубинных горизонтах и чаще всего в их юго-западных частях в столбе устанавливаются участки с содержа-

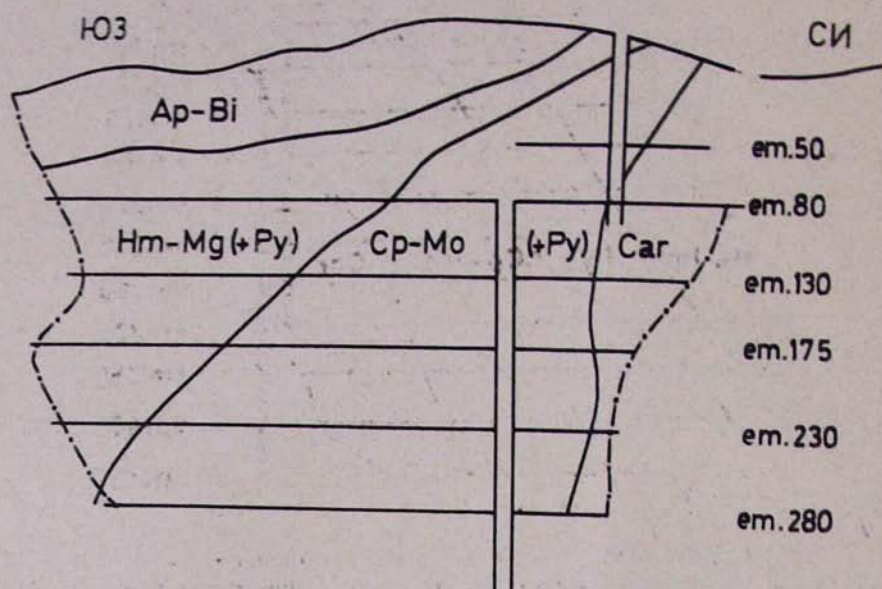


Фиг. 3. Зональность по простиранию и падению жилы №1.
Ма-Нм - магнетит-гематитовая зона, Py - пиритовая зона, Ср-Мо - халькопирит-молибденитовая зона, Саг - карбонатная зона.



Фиг. 4. Зональность по простиранию и падению жилы №53.
Ар-Вл - апатит-биотитовая зона, Ма-Нм(+Py) - магнетит-гематитовая зона с пиритом, Ср-Мо (+Py) - халькопирит-молибденитовая зона с пиритом, Саг - карбонатная зона.

нием меди ниже 0,5 усл.ед. Кроме того, для жил характерна еще хорошо выраженная тенденция медной площади к выклиниванию в юго-за-



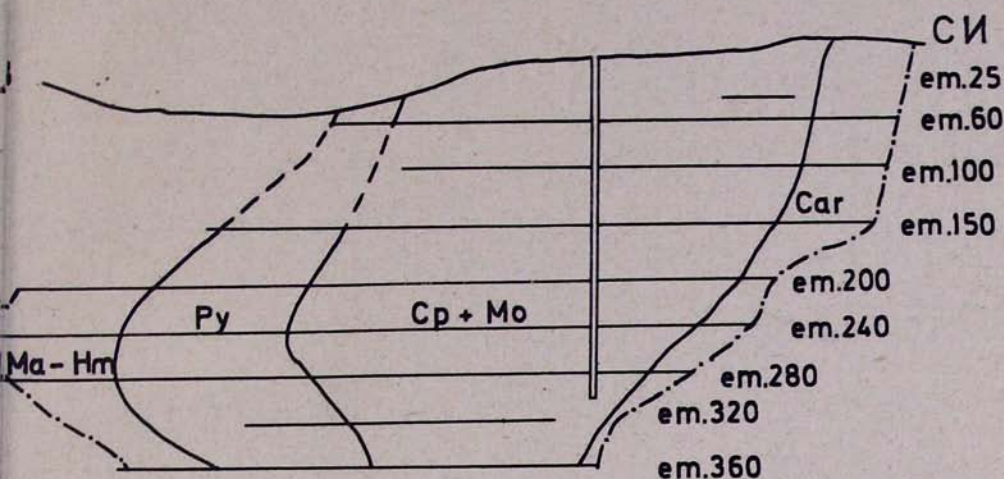
Фиг. 5. Зональность по простиранию и падению жилы №109.
 Ма-Нм - магнетит-гематитовая зона, Py - пиритовая зона,
 Ср-Мо - халькопирит-молибденитовая зона, Car - карбонатная зона.

падных флангах и в виде клина на глубине. Отмеченные закономерности и тенденции в распределении меди хорошо выражаются на геометрических планах жил¹ и обуславливаются развитием халькопирит-молибденитовой минеральной зоны по падению и простиранию рудных тел.

Присутствие второго главного элемента руд - молибдена в рассматриваемых месторождениях связано исключительно с молибденитом. Последний отлагался преимущественно в кварц-молибденитовой и халькопиритовой стадиях, минеральные ассоциации которых слагают центральные части жил и вместе с халькопиритом слагают халькопирит-молибденитовую минеральную зону. Все это обуславливает полное совпадение молибденовой площади (столба) с медной. В то же самое время в юго-западных флангах концентрации молибдена почти не установлено. Как контур

¹

Детали этих планов здесь не приводятся.

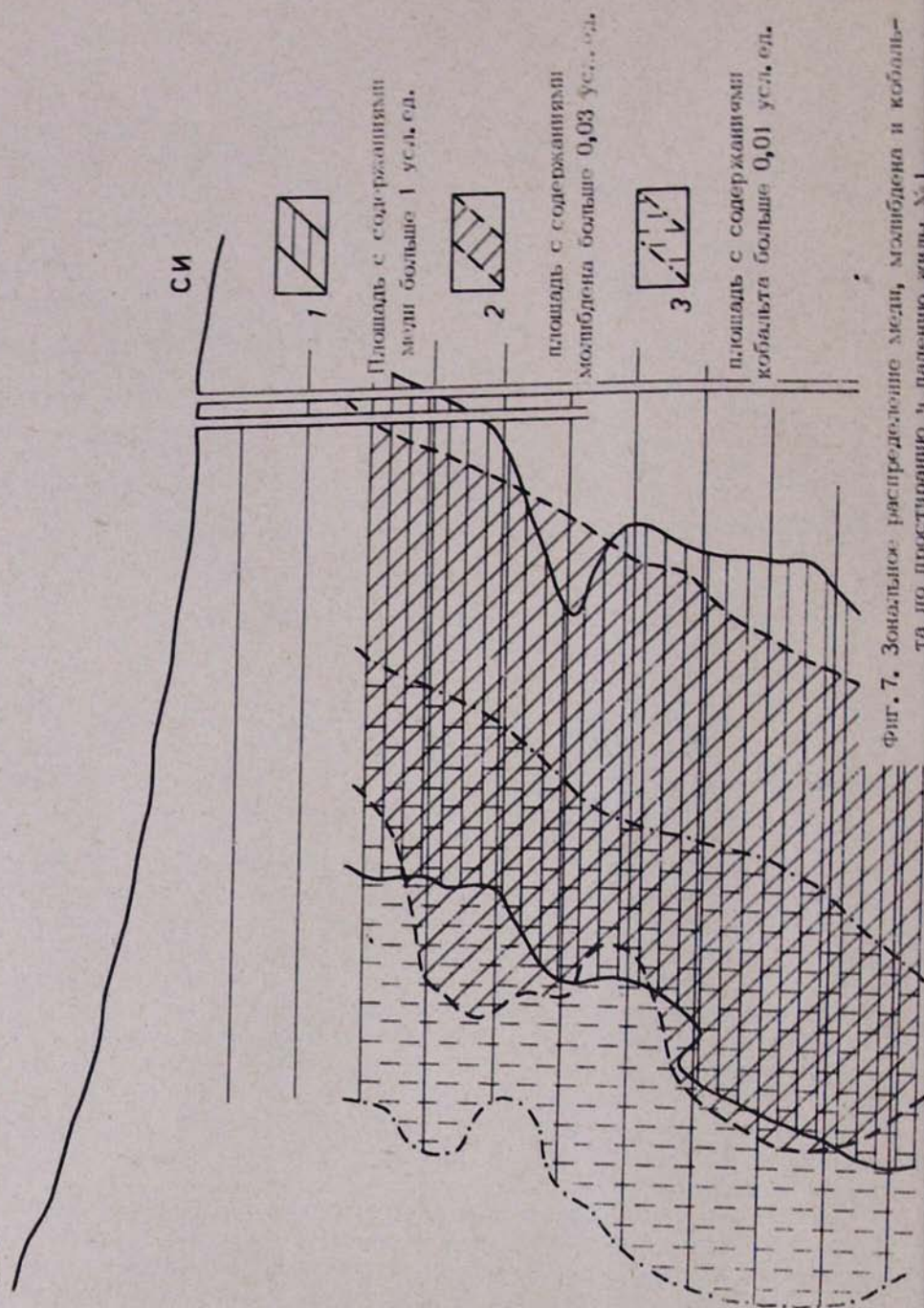


Фиг. 6. Зональность по простираанию и падению жилы № 182.
 Ар-Bi - апатит-биотитовая зона, Hm - Ma (+Py) - гематит-магнетитовая зона с пиритом, Cr-Mo (+Py) - халькопирит-молибденитовая зона с пиритом, Car - карбонатная зона.

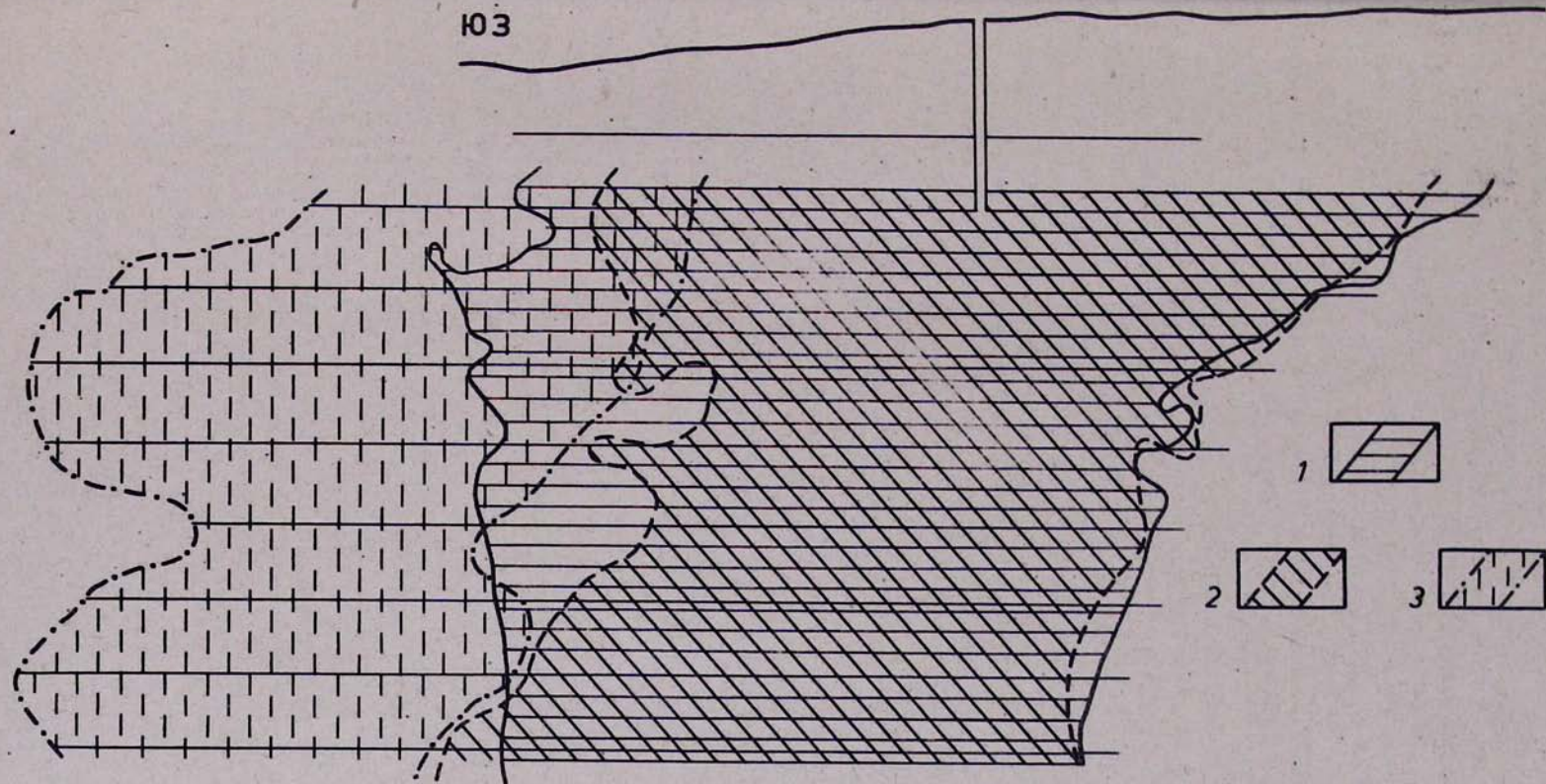
для рудной площади этого элемента принята изолиния 0,01 (фиг. 7 и 8).

Характерно также распределение главного элемента-спутника руд этих жил - кобальта. В результате проведенных исследований можно заключить, что почти целиком этот элемент связан с кобальтоносным пиритом (до 2,68% Co) и только незначительные его количества относятся к его примесям в сфалерите и халькопирите и его редким собственным минералам кобальтину и карролиту. Все это предопределяет распределение кобальта в юго-западных частях рудных жил, где развита пиритовая минеральная зона. Кобальтоносная площадь ограничивается как и площадь молибдена изолинией 0,01 и в целом тоже может рассматриваться как хорошо выраженный рудный столб с юго-западным склонением (фиг. 7 и 8).

В заключение можно сказать, что охарактеризованная выше зональность в распределении минеральных ассоциаций и главных полезных компонентов и элементов-спутников руд этих месторождений в самом общем случае выражается в постепенной смене более высокотемпературных минеральных ассоциаций менее низкотемпературными. Ассоциации отдельных стадий минерализации обычно слагают определенные



Фиг. 7. Зональное распределение меди, молибдена и кобальта по простиранию и падению жилы № 1.



Фиг.8. Зональное распределение меди, молибдена и кобальта по простиранию и падению жилы № 111.

1. Площадь с содержаниями меди больше 1 усл.ед., 2. площадь с содержаниями молибдена больше 0,01 усл.ед.,
3. площадь с содержаниями кобальта больше 0,03 усл.ед.

участки (зоны) рудных жил, для которых характерно чаще всего юго-западное склонение. Отмеченная зональность обычно характеризуется контрастным и неповторяющимся характером и обуславливается, как нам кажется, преимущественно структурными и меньше физико-химическими факторами. Развитие рудоносных разломов и образование жил нам представляется следующим образом:

Пегматито-пневматолитовые и гидротермальные растворы двигались по разломам северо-восточного простирания и северо-западного или юго-восточного падения. В начале каждой стадии юго-западные и самые верхние участки этих разломов вероятно были широко открытыми, а на глубине — узкими и часто разветвляющимися, переходящими постепенно в ослабленную зону. Первые порции растворов поднимались по этим трещинам и отлагали свой "груз" в их открытых частях. Можно предполагать, что в последних уже существовали относительно низкая температура и невысокое давление, которые как известно благоприятствуют минералообразованию. После отложения минеральных ассоциаций начальных стадий из поздних порций растворов последовательно образовались минеральные парагенезисы всех остальных стадий минерализации. Решающую роль здесь вероятно играла интенсивность межрудных тектонических движений, обуславливающих приоткрывание старых и формирование новых трещин в уже заполненных и "залеченных" минералами предшествующих стадий разломах. Последовательное развитие рудных трещин несомненно осуществлялось с юго-запада к северо-востоку и с верхних к нижним горизонтам. Из-за неравномерного проявления процесса раскрытия этих трещин, в жилах часто встречаются участки с неодинаковым масштабом приоткрывания проявленного обычно в каждой жиле с различной интенсивностью. Как нам известно, таким образом объясняется проявление обратной гипогенной зональности и в некоторых других рудных месторождениях (Хрушов, 1953).

При обобщении рассмотренных выше данных о гипогенной зональности рудных жил месторождений Росенского рудного поля можно сделать следующие выводы:

1. В рудных жилах устанавливается хорошо выраженная пульсационная (стадийная) зональность по мощности, простиранию (горизонтальная зональность) и падению (вертикальная зональность) рудных жил с обособлением следующих минеральных зон: апатит-биотитовой, магнетит-гематитовой, пиритовой, халькопирит-молибденитовой и карбонатной. В общем отмеченную зональность можно рассматривать как проявление единой концентрической и обратной (по отношению Росенского плутона) зональности повторных тектонических нарушений. Характерные особенности последней показывают, что решающую роль при ее формировании несомненно играли структурные факторы.

2. В жилах устанавливается также зональное распределение главных полезных компонентов (Си и Мо) и элементов-спутников (Со) руд, выражающееся в преимущественном развитии меди и молибдена в центральных и частично северо-восточных частях рудных жил, а

кобальта — в юго-западных. Проявление этой зональности несомненно связано с закономерным распределением и обособлением минеральных ассоциаций в плоскостях рудных тел.

3. Минеральные зоны и рудные площади обычно имеют юго-западное склонение и наклон $40-50^\circ$. Границы между отдельными минеральными зонами чаще всего нерезкие и поэтому в отдельных зонах вместе с главными минералами встречаются и несвойственные для них минералы и минеральные ассоциации. В общем эта зональность является контрастной и неповторяющейся.

4. Из-за наложений минеральных ассоциаций или из-за слабого проявления отдельных стадий минерализации в некоторых жилах иногда плохо выражены или отсутствуют некоторые зоны (например, пиритовая зона в жилах 53, 182 и т.д.).

5. В жилах намечается тенденция вытеснения до полного выклинивания магнетит-гематитовой и пиритовой минеральных зон на глубине, где вся длина жил слагается обычно только агрегатами халькопирит-молибденитовой и карбонатной зоны (ж. 1, 53, 182 и др.). Отмеченная тенденция характерна также для рудных площадей меди, молибдена и кобальта. Все это нужно учитывать при определении перспективности рудных жил и месторождений на глубине.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов Б., Рашков Р., Тодоров Т. Этапы и стадии минерализации медно-молибденового месторождения Росенского рудного поля. Юбил. геологич. сб., Геологич. инст. при БАН и КГ, София, 1968.
- Богданов Б., Рашков Р., Ярмов Г., Раев Л. Гипогенная зональность медно-молибденовых месторождений Росенского рудного поля, XXIII сессия МГК, т. 7, Прага, 1968.
- Королев А. В. Зависимость зональности оруденения от последовательности развития структур рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1949.
- Смирнов В. И. Региональная и локальная эндогенная рудная зональность. В сб. "Проблемы постмагматического рудообразования с особым вниманием к геохимии рудных жил", т. 11, Изд. Чехословацкой АН, Прага, 1965.
- Смирнов С. С. К вопросу о зональности рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1937.
- Тодоров Т. Вещественный состав нажилите от Росенского рудного поля. Автореферат диссертации, ВМГИ, София, 1968.
- Хрущов Н. А. О вертикальной зональности некоторых рудных месторождений. ЗВМО, вып. 1 (82), 1953.