

О ПРОДУКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЯХ КОЧКАРСКОГО ЗОЛОТО-МЫШЬЯКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В. М. ЯНОВСКИЙ, Л. В. МИХАЙЛОВА (ЦНИГРИ)

Вопросы, касающиеся минералогии, геохимии, генезиса руд Кочкарского месторождения, рассмотрены в работах М. Н. Альбова, Н. И. Бородаевского, С. Д. Шера, С. С. Боришанской, Г. М. Вировлянского, Н. Г. Закржевской, Н. К. Высоцкого, Н. В. Петровской, Л. И. Булатовской, М. И. Романовой, П. В. Покровского, Е. А. Савари, И. И. Чупилина, Г. Н. Шавкина и др.

В сульфидно-кварцевых рудных жилах месторождения известно около 100 рудных и жильных минералов. Наиболее распространенными являются: кварц, составляющий до 95% большинства рудных жил, карбонаты, арсенопирит, пирит, пирит-марказит, халькопирит, сфалерит, пирротин, галенит, тетраэдрит, тетрадимит, висмутин, джемсонит.

Рудные жилы Кочкаря содержат, как правило, 5—7% сульфидов, являясь типичным представителем формации малосульфидных жил (Н. В. Петровская), но в то же время в некоторых участках рудного поля содержание сульфидов возрастает до 40—50%. Минеральные комплексы рудной стадии, судя по минерало-термометрическим определениям Л. И. Колтуна, формировались в интервале температур от 270 до 170°. Текстуры и структуры минеральных комплексов свидетельствуют об образовании большей части минералов и жильного кварца путем замещения, чрезвычайно ограничено проявление выполнения полостей разрывов (брекчиевой, кокардовой, крустификационной текстур). Распространены структуры замещения (петельчатая и нитевидная), структура взаимных границ, скелетная и зональная структура замещения, раскрошенная структура, редко встречаются эмульсиевидная и пластинчатая структуры распада твердого раствора.

Гидротермальный процесс делится на три стадии минералообразования.

Дорудная стадия представлена кварц-полевошпатовыми и кварцевыми жилами, сопровождающимися метасоматитами эпидот-амфиболового состава по дайкам табашек и грейзенового типа по гранитоидам.

Рудная стадия представлена сульфидно-кварцевыми жилами, сопровождающимися карбонатизацией и серитизацией даек табашек и березитизацией гранитоидов.

В послерудную стадию образуются кварцевые и кварц-карбонатные жилы.

Характеристика минеральных ассоциаций рудной стадии

Минералогический состав большинства жил Кочкарского месторождения сравнительно однообразен: это пиритово-кварцевые и арсенопиритово-кварцевые малосульфидные руды с различным содержанием золота и сульфидов меди, цинка, свинца; тетраэдрит, джемсонит, тетрадимит, буланжерит, бурнонит образуют существенные концентрации в отдельных жилах. Сульфиды имеют наложенный, эпигенетический характер по отношению к рудному кварцу.

Характер трещиноватости, присутствие включений вмещающих пород и формы контактов кварцевых жил определяют разнообразие текстур руд. Прожилковые и прожилково-вкрапленные текстуры развиты повсеместно. Реже наблюдаются полосчатые текстуры; полосы пирита или арсенопирита ориентированы параллельно контактам жил.

Вкрапленность в рудном кварце обычно представлена единичными зернами или скоплениями идиоморфных зерен пирита или арсенопирита.

Срастания минералов поздних ассоциаций (пирротина, пирит-марказита, галенита, тетрадимита и др.) образуют гнезда неправильной формы различных размеров или непротяженные прожилковидные обособления в кварце.

Для некоторых, преимущественно арсенопиритовых, жил характерны штокверковые текстуры. Незначительное распространение имеют массивные и брекчиевые текстуры; очень редки кокардовые и крустификационные.

Таким образом, присутствие текстур, свидетельствующих о нормальном приоткрывании полостей трещин, о выполнении пустот, чрезвычайно ограничено. Преобладают случаи метасоматического образования сульфидов и значительной части рудного кварца.

Минералогическое картирование глубоких горизонтов месторождения позволило выделить пять парагенетических ассоциаций минералов: 1 — арсенопирит-кварцевую, 2 — кварц-пиритовую; 3 — халькопирит-сфалерит-пирротиную (с пирит-марказитом, блеклой рудой, золотом), 4 — золото-тетрадимитовую (с галенитом, буланжеритом, бурнонитом, висмутином), 5 — позднерудную кварц-карбонат-галенитовую. Эти ассоциации частью разобщены пространственно, разделены интрудными подвижками, отмеченными на всей площади рудного поля, частью имеют различное структурное положение (собственные системы разрывов иногда выполняют минералы позднерудной ассоциации), различаются по составу отлагающих их растворов и, в первую очередь, по содержанию главных компонентов руд: золота, мышьяка, висмута, теллура и др. Кроме двух первых каждая из этих ассоциаций соответствует отдельным интервалам рудообразующего процесса, которые могут рассматриваться в качестве подстадии рудной стадии минералообразования. Ассоциации кварц-пиритовая и арсенопирит-кварцевая связаны постепенным переходом, выделяются по количественному соотношению рудных минералов и, несмотря на пространственную разобщенность и различия в составе, рассматриваются вместе в арсенопирит-пиритовой подстадии рудообразующего процесса. В участках руд смешанного арсенопирит-пирит-кварцевого состава арсенопирит замещается и корродируется пиритом. Широко развито замещение арсенопирита и более поздними сульфидами. Вероятно, свойства арсенопирита благоприятны для отложения в нем по тонким трещинам последующих пирита, пирротина, халькопирита, пирит-марказита и золота. В форме ангедральных включений золото в арсенопирите встречается реже, чем в пирите, но часто цементирует подробленные зерна арсенопирита.

Основными минералами кварц-пиритовой ассоциации являются рудный кварц и мелкозернистый пирит (кубические кристаллы с размером грани до 0,5—0,6 см, чаще 0,1—0,2 см). Высокая мышьяковистость рудного пирита (по результатам полуколичественного спектрального анализа содержание мышьяка в мономинеральных пробах пирита 0,1—1,0%) — одна из типоморфных черт пирита рудной стадии на Кочкарском месторождении.

Взаимоотношения пирита с пирротинном, халькопиритом, тетрадимитом, галенитом и др. поздними минералами свидетельствуют о наложении последующих минералов; кристаллы пирита часто переполнены ангедральными включениями поздних минералов, в том числе и золота.

В состав халькопирит-сфалерит-пирротинной ассоциации входят пирротин, халькопирит, пирит-марказит, блеклые руды, сфалерит, арсенопирит, кальцит, анкерит, золото, образующие вкрапленность, гнезда неправильной формы или различно ориентированные прожилки в рудном кварце. Количество минералов халькопирит-сфалерит-пирротинной ассоциации обычно не превышает 1—2% от массы рудных тел. Наличие брекчиевых текстур (Ж. Зеленая) и текстур пересечения, где ранние сульфиды пересекаются минералами халькопирит-сфалерит-пирротинной ассоциации, свидетельствует об их более позднем выделении.

Срастания пирротина, халькопирита, галенита, золота образуют ангедральные включения в пирите и реже в арсенопирите. Иногда золото образует мелкие идиоморфные кристаллы в блеклой руде и халькопирите (Ж. Зеленая, Сев. Александровская). Взаимоотношения между золотом и халькопиритом могут указывать на близко одновременное их образование.

Основными минералами золото-тетрадимитовой ассоциации являются тетрадимит, галенит, висмут самородный, висмутин, а джемсонит, буланжерит, бурнонит имеют меньшее распространение.

Срастания минералов этой ассоциации образуют мелкую вкрапленность в рудном кварце. Наиболее часты срастания золота с тетрадимитом, золота с висмутином, галенита с тетрадимитом и висмутом, самородного висмута с тетрадимитом. Для висмутовых минералов характерно образование графических структур замещения с минералами халькопирит-сфалерит-пирротинной ассоциации.

В позднерудную подстадию образовались жилы простого состава — кварцевые и кварцево-кальцитовые с незначительным содержанием сульфидов: галенита, халькопирита, блеклых руд, золота, электрума, полибазита, пираргирита, аргентита, киновари, серебра, штернбергита (?). Судя по очень редким находкам этого комплекса минералов, он не имеет существенного значения в промышленной золотоносности руд.

Представленная схема последовательности минералообразования в рудную стадию гидротермального процесса отличается от предшествующих схем не только по выделяемым характерным комплексам минералов, но и по положению золота. Золото, по нашим данным, связано с тремя последовательными ассоциациями минералов: 1) кварцево-пиритовой, 2) халькопирит-сфалерит-пирротинной, 3) золото-тетрадимитовой.

Эти ассоциации являются продуктивными на золото. Арсенопирит-кварцевая ассоциация определяет продуктивность рудных жил на мышьяк.

Пространственное положение продуктивных минеральных ассоциаций.

Сравнивая относительную распространенность продуктивных ассоциаций на площади рудного поля (горизонты 300 и 200 м), можно получить приближенные количественные соотношения ассоциаций для

определенного уровня оруденения: около 30% общей протяженности рудных тел приходится на долю арсенопирит-кварцевой ассоциации, около 75% занимает кварц-пиритовая, 15—20% — халькопирит-сфалерит-пирротиновая, 3—5% — золото-тетрадимитовая. И хотя эти цифры дают весьма приближенное представление о количественном соотношении ассоциаций, можно видеть, что основной фон минерализации определяется двумя первыми ассоциациями.

Площадь распространения арсенопирит-кварцевой ассоциации примерно соответствует верхнему ярусу массива плагиогранитов, вмещающего оруденение, — зоне развития полосчатых плагиогранитов и гранито-гнейсов с прослоями и линзами кристаллических сланцев, гнейсов, амфиболитов.

Золото встречается в арсенопирите в виде прожилков и ангедральных включений обычно в сростании с пирротинном, халькопиритом, тетрадимитом. Сопоставляя содержания золота и мышьяка в участках развития арсенопирит-кварцевой ассоциации для жил в различных частях месторождения, мы пришли к выводу об отсутствии связи между этими компонентами руд. Участки повышенных концентраций золота и участки преимущественного развития арсенопирит-кварцевой ассоциации пространственно разобщены. Корреляционные связи золота и мышьяка, анализировавшиеся В. И. Покусаевым и Ю. В. Овсянниковым для главных жил рудного поля, также подтверждают вывод о том, что арсенопирит-кварцевая ассоциация является практически не золотоносной. Устойчивые корреляционные связи были отмечены для таких пар элементов, как золото-висмут, висмут-теллур, золото-теллур, причем высокие коэффициенты корреляции (более 0,8) получены для жил, в рудах которых нами установлено существенное распространение минералов золото-тетрадимитовой ассоциации.

Большинство рудных тел в пределах центральной части рудного поля сложены преимущественно минералами кварц-пиритовой ассоциации. На флангах поля кварц-пиритовая ассоциация «перекрывает» арсенопирит-кварцевую, наблюдается постепенный переход от пирит-кварцевых руд к рудам смешанного, арсенопирит-пирит-кварцевого состава, причем количественные соотношения между пиритом и арсенопиритом в этих участках непостоянны. Данные бурения подтверждают, что кварц-пиритовая ассоциация широко развита на горизонтах 600—900 м, и качественный состав ее с глубиной не меняется.

В большинстве случаев взаимоотношения золота с пиритом свидетельствуют о более позднем, наложенном характере золота. Судя по технологической пробе (Л. П. Бергельсон), возможно присутствие в пирите и дисперсного золота, но не более чем 8—10% от общего количества золота в рудах этого состава. Сравнение карты золотоносности рудных тел и схемы распределения продуктивных минеральных ассоциаций горизонта позволяет относить кварц-пиритовую ассоциацию к золотоносной, и, хотя содержания золота в рудах этого типа невелики, эта ассоциация определяет промышленный характер большинства рудных тел.

Халькопирит-сфалерит-пирротиновая ассоциация имеет значительно меньшее площадное распространение, чем ассоциации ранних сульфидов, и размещается обычно внутри контуров последних, пространственно тяготеет к зоне развития кварц-пиритовых руд, менее — к арсенопирит-кварцевым рудам. Близ поверхности многими исследователями отмечено присутствие пирротина и халькопирита. Ниже горизонта 300 м эта ассоциация наблюдалась нами по ряду глубоких скважин. Характерно образование минералами халькопирит-сфалерит-пирротиновой ассоциации мелкой вкрапленности во вмещающих породах. Ореолы

развития редких вкрапленников и мелких прожилков пирротина и халькопирита около рудных зон отмечаются и на горизонте 300 м.

Для халькопирит-сфалерит-пирротиновой ассоциации высокие содержания золота не характерны. Руды, в состав которых входят халькопирит, сфалерит, блеклые руды, пирротин, имеют содержание золота, не превышающее 10—15 г/т.

Минералы следующей золото-тетрадимитовой ассоциации принимают участие в сложении отдельных непротяженных рудных линз. Во многих глубоких скважинах минералы золото-тетрадимитовой ассоциации встречаются на глубинах порядка 500—900 м. В общей массе руд на долю золото-тетрадимитовой ассоциации приходится несколько процентов, но с этой ассоциацией связано образование участков с высокими концентрациями золота. Участки обогащения рудных тел (в 2—3 раза по сравнению со средним фоном) часто совпадают с контурами распространения золото-тетрадимитовой ассоциации.

Крупные участки высоких концентраций золота в размере группы эксплуатационных блоков, рудных линз и т. п. контролируются и в отношении пространственного сложения, и в отношении формы элементами структуры.

По нескольким нижним горизонтам и глубоким скважинам, подсекающим сульфидно-кварцевые жилы на глубине от 500 до 700 м, устанавливается закономерная связь положения участков распространения золото-тетрадимитовой ассоциации с серией крутопадающих субмеридиональных разрывов предрудного возраста. На фоне широкого развития кварц-пиритовой минерализации области распространения минералов золото-тетрадимитовой ассоциации имеют форму вытянутых вертикальных зон, приуроченных к субмеридиональным предрудным нарушениям, ограничивающим систему тектонических блоков.

Случаи проявления подобного контроля в размещении золото-тетрадимитовой ассоциации в блоковой структуре Кочкарского месторождения можно считать закономерным явлением. В узлах сопряжений ВСВ и широтных рудовмещающих разрывов с предрудными меридиональными нарушениями появляется эта ассоциация и происходит обогащение рудных тел золотом.

В заключение следует подчеркнуть, что в рудную стадию формирования Кочкарского месторождения последовательно образуются пять ассоциаций, среди которых три последовательных: кварц-пиритовая, халькопирит-сфалерит-пирротиновая и золото-тетрадимитовая — являются продуктивными на золото. Степень золотоносности этих ассоциаций возрастает от ранней к поздней. Кварц-пиритовой ассоциацией определяется «фоновая» промышленная золотоносность большинства рудных тел месторождения, а наиболее высокие концентрации золота связаны с халькопирит-сфалерит-пирротиновой и золото-тетрадимитовой ассоциациями, пространственное положение которых отчетливо контролируется разрывами, ограничивающими группу тектонических блоков.