

# СУЛЬФИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНАЯ ШОРИЯ)

*Е. М. Михайлова*

*Томский политехнический университет, г. Томск, planet@sibmail.com*

Сухаринское скарново-рудное поле расположено в западной части грабеновой структуры, приуроченной к зоне Тельбесского глубинного разлома. Включает 14 скарново-магнетитовые залежи с прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализацией. Рудные участки приурочены к сухаринской свите  $PR_3$ . Рудные тела находятся в зоне перехода от карбонатных пород нижней кремнисто-вулканогенно-карбонатной толщи. Они имеют линзовидную и реже пластообразную формы и залегают субсогласно с пликативной складчатостью. Оруденение распространяется до глубины 450–500 м.

Выделяются ранние карбонатно-магнетитовые руды вулканогенно-осадочного происхождения и скарново-магнетитовые разности пироксен-магнетитового, гранат-магнетитового, амфибол-магнетитового составов, возникших на контактах диоритов Тельбесского интрузива. Они сложены на 40–50 % андрадитом, пироксеном, эпидотом, амфиболом, на 10–40 % магнетитом с примесями сидерита, анкерита, пирита. Текстуры руд массивные, вкрапленные и полосчатые. Все скарново-магнетитовые залежи несут в разном количестве сопутствующие продуктивные минеральные комплексы золото-сульфидного или наложенного кварцево-золото-полисульфидного типов. [Коробейников, 2006].

Состав и возрастные взаимоотношения нижеописанных минеральных ассоциаций базируются на описании 153 образцов керна скважин и 30 полированных шлифов.

В контактовой зоне диоритов Тельбесского интрузива и карбонатных пород Сухаринского рудного поля сульфидная минерализация проявляется последовательно следующим образом.

1. Пирротиновая минерализация. *Пирротиновые руды, как правило, приурочены к магнетитовым рудам и являются продуктами их замещения. Пирротин образует псевдоморфозы по магнетиту, поэтому текстура пирротинсодержащих пород часто наследует первичную текстуру магнетитовых руд. Стволовая мощность пирротиновых тел достигает 15 м, содержание пирротина в таких телах высокое – до 95 %.*

В ассоциации с пирротинном зафиксирован только халькопирит. Он наблюдается в виде колломорфных выделений на границе или внутри пирротиновых агрегатов, а также в виде эмульсионной вкрапленности в пирротине, указывающей на температуру распада твердого раствора при 600 °С [Родыгина, 1990].

*От последующих минерализаций пирротиновая отделяется брекчированием. Мелкокристаллические агрегаты полиметаллической минерализации цементируют агрегаты пирротина; пирротиновая руда пересекается тонкими пирит-магнетитовыми прожилками.*

2. Арсенопирит-пиритовая минерализация. *Морфология минеральных агрегатов не отличается разнообразием: преобладают прожилково-вкрапленные, вкрапленные агрегаты с нечеткими постепенными контактами. Например, пирит приспособливается вокруг агрегатов магнетита и зонально их замещает (рис. 1).*

Наиболее распространенным минералом описываемой стадии является пирит. Доля его в рудной составляющей превышает 90 %.

В отраженном свете пирит наблюдается в виде плотно сросшихся агрегатов; отдельные зерна идиоморфные, трещиноватые, размером до 5–10 мм.

Начинается формирование арсенопирит-пиритовой минерализации с образованием колломорфных агрегатов пирита, часто с марказитом. Часто эти агрегаты имеют

концентрически-зональное строение, образуя структуры типа «птичьего глаза» [Рамдор, 1962] (рис. 2). В результате отложения пирита-марказита образуются натечные, почкообразные неправильной или сферической формы агрегаты размером до 1.0 см. В ассоциации с мелкокристаллическим пиритом наблюдается почкообразный и идиоморфный зональный магнетит, в то время как в ассоциации со скрытокристаллическим марказитом наблюдается мушкетовит, образующий удлиненно-пластинчатые до игольчатых кристаллы. Мушкетовит наблюдается в аншлифах только тогда, когда происходит наложение арсенопирит-пиритовой минерализации на пирротиную. Возможно, что магнетит-мушкетовит и пирит-марказит являются результатом распада (дисульфидизации) массивного пирротина. Агрегаты марказита, как правило, окаймляются более крупными, идиоморфными кристаллами пирита II (рис. 2), образующего сростки, скопления часто значительного размера (до 1–2 см).

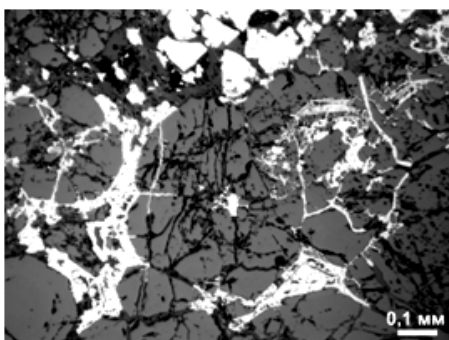


Рис. 1. Приспособление пирита (белое) вокруг почкообразного магнетита (серое); участками зональная пиритизация магнетита.

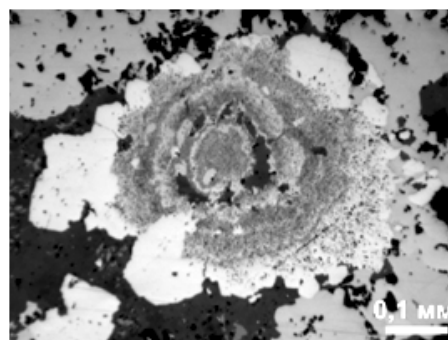


Рис. 2. Пирит-марказит со структурой «птичьего глаза» окаймляется новообразованным пиритом-II. Пирит – белый, пирротин с халькопиритом – светло-серые с коричневатым оттенком, сфалерит – серый в нерудной массе, нерудная масса – темно-серая до черной.

Арсенопирит образует ксеноморфные зерна или толстопризматические кристаллы; местами отчетливо видны следы замещения пирита арсенопиритом, что свидетельствует о его более поздней кристаллизации.

В восточной части Сухаринского рудного поля вблизи интрузивных образований Тельбесского комплекса сульфидная минерализация проявлена несколько по-другому. Арсенопирит-пиритовая минерализация локализуется в интервалах распространения турмалиновых прожилков, но по отношению к ним является более поздней. Как вкрапленность, так и прожилки подразделяются на существенно пиритовые и арсенопиритовые, часто соседствующие друг с другом. Содержание сульфидов закономерно увеличивается с увеличением количества турмалиновых прожилков. Арсенопирит более поздний по отношению к пириту. Для него характерны игольчатые кристаллы как в пределах прожилков, так и в их зальбандах; агрегаты кластические, размеры 2–5 мм. Вдоль границ прожилков, как правило, наблюдаются крупные (до 10 мм) выделения арсенопирита и пирита. В виде вкрапленности иногда содержатся галенит, халькопирит и пирротин.

3. Полиметаллическая минерализация так же, как и предыдущая, довольно широко распространена. Для сульфидов этой минерализации характерен грязновато-желтый с зеленоватым, иногда розоватым оттенком цвет; у предшествующей минерализации цвет более светлый, соломенно-желтый.

Морфология агрегатов полиметаллической минерализации существенно не отличается от морфологии арсенопирит-пиритовой, что позволяет предположить о аналогичности рудоконтролирующих факторов.

Аналогично арсенопирит-пиритовой минерализации процесс полиметаллического минералообразования начинается с отложения мелкокристаллических агрегатов марказита, по краям его агрегаты замещаются крупноблочным, часто идиоморфным пиритом. После образования пирита происходит внутривлажное дробление: все, более молодые минералы, приурочены к мелким трещинам в агрегатах пирита.

Полиметаллическая минерализация выражается прожилково-вкрапленными агрегатами пирита, халькопирита, сфалерита, галенита и блеклой руды.

*В пределах площади работ выражается в ее наложенном характере по отношению к более ранним минерализациям.*

Халькопирит часто выполняет мелкие трещины во вмещающих породах и развивается по плоскостям спайности отдельных минералов. Он наблюдается в виде мелкой ксеноморфной вкрапленности или агрегатов размером до 0.5–1.0 см. Имеет тесную ассоциацию со сфалеритом: образуют совместные агрегаты; сфалерит, как правило, залечивает тонкие трещины в пирите и содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита, что говорит о температуре распада изоморфной смеси при 550 °С [Родыгина, 1990]. Кроме того, халькопирит образует самостоятельные агрегаты, корродирующие крупнокристаллические агрегаты пирита и пирита-марказита. В ассоциации с халькопиритом и сфалеритом в небольших количествах в микротрещинах в пирите присутствует галенит.

После формирования халькопирита начинается отложение арсенопирита, который, в свою очередь, также корродируется сфалеритом. Арсенопирит образует агрегаты и разрозненные кристаллы, выстраивающиеся в цепочки. Форма кристаллов разнообразная – удлиненно-призматическая, клиновидная, трех- и шестиугольная; размер до 0.5 мм.

Сфалерит, как правило, встречается в виде отдельных зерен или их скоплений; содержания его достигают 15 %. Он содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита (и пирротина), при этом тельца халькопирита занимают лишь внутреннюю часть зерна сфалерита (рис. 3), что в свою очередь говорит о бесспорном распаде твердого раствора при температуре 400–350 °С [Родыгина, 1990]. Ван дер Веен [Рамдор, 1962] предполагал, что присутствие или отсутствие этих телец халькопирита можно использовать в качестве геологического термометра.

Галенит наблюдается чаще всего в виде отдельных разобщенных зерен размером до 1.5 мм или небольших агрегатов, размером до 5 мм, близкой к изометричной форме; содержания его незначительны – 1–2 %. Местами галенит образует извилистые каемки вокруг мелких обломков известняков или рассеян в карбонатах, залечивает микротрещинки в пирите; иногда, в виде мелких включений в сростании с блеклой рудой в сфалерите.

Кроме вышеописанных минералов в составе этой ассоциации спорадически встречается магнетит. Он образует две морфологические разновидности: первая – идиоморфные мелкие (0.01 мм) кристаллы, присутствующие в халькопирите в виде включений, иногда в сростании со сфалеритом. Вторая – мушкетовит – длинно-игольчатые кристаллы или шестоватые агрегаты, часто нарастающие на грани халькопирита (рис. 4).

В местах телескопирования минерализаций иногда наблюдается чередование разновозрастных минеральных агрегатов, контролируемое слоистостью вмещающих пород.

Возрастные взаимоотношения подтверждаются довольно многочисленными наблюдениями в аншлифах: замещение магнетита халькопиритом, замещение арсенопирита пиритом, замещение арсенопирита халькопиритом, замещение пирита марказитом, замещение пирротина крупноблочным пиритом и мушкетовитом, агрегаты магнетита пересекаются прожилками пирротина и псевдоморфно им замещаются, пирротин сечется серией прожилков магнетит-пирит-марказитового состава.

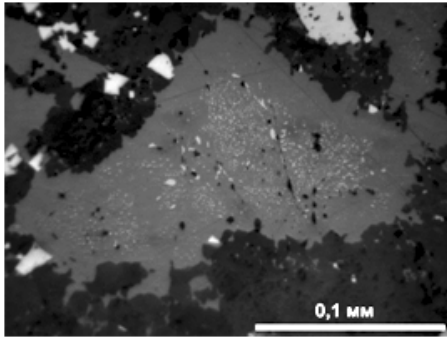


Рис. 3. Халькопирит (светлая вкрапленность в центре) как продукт распада твердого раствора в сфалерите (серое); белое – пирит.

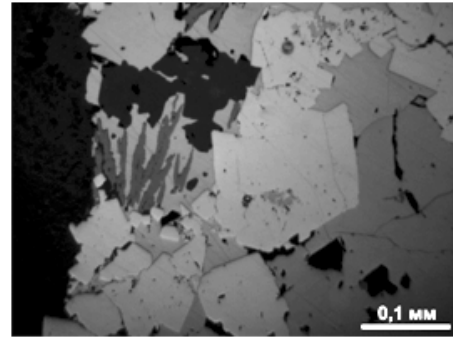


Рис. 4. Наложение полиметаллической минерализации на пирротиную. Пирит – светлый, пирротин – серый с коричневатым оттенком, магнетит-мушкетовит – игольчатый темно-серый, нерудная масса – черная.

Содержания сульфидов арсенопирит-пиритовой и полиметаллической минерализаций в рудных интервалах колеблются от 5 до 25 %.

Обобщая вышеприведенные данные об образованиях рудной минерализации, можно сделать следующие выводы.

1. Морфология минеральных агрегатов рудного этапа чаще прожилково-вкрапленная, не редки псевдоморфозы по породообразующим или более ранним гидротермально-метасоматическим минералам, прожилки имеют подчиненное значение.

2. Сульфидная минерализация рудного этапа контролируется одними и теми же тектоническими нарушениями, что обуславливает широкое развитие телескопирования, причем, минеральные образования пирротиновой и арсенопирит-пиритовой минерализаций практически всегда залегают согласно между собой; в то же время, полиметаллическая минерализация часто занимает секущее положение по отношению к предшествующим минерализациям.

3. Рудные интервалы, в которых проявлена только одна из сульфидных минерализаций, встречаются редко. Чаще всего в одном и том же интервале проявлены как минимум две, а в отдельных случаях, все три рудные минерализации.

### Литература

*Коробейников А. Ф., Зотов И. А.* Закономерности формирования месторождений золото-скарновой формации: научное издание. Томск: ТПУ, 2006. 235 с.

*Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания / Под ред. А. Г. Бетехтина. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. 1132 с.

*Родыгина В. Г.* Начала минераграфии: Учебное пособие. Томск: ТГУ, 1990. 175 с.