

ПРОЖИЛКОВЫЕ СИСТЕМЫ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО НОВНИКОЛАЕВСКОГО РУДНОГО УЗЛА

© 2014 г. А. И. Грабежев, И. С. Копырин, Т. Я. Гуляева

Прожилки различного состава широко распространены в пределах минерализованных зон рудного узла, представленного Михеевским, Новониколаевским месторождениями, рудопроявлениями Ульяновской структуры и других участков [1–3]. Они являются важнейшей составной частью северо-северо-восточных и субмеридиональных рудно-метасоматических ореолов, имеющих крутое падение на восток. Центральные части таких ореолов представлены зонами интенсивной серицитизации, которые к периферии сменяются зонами серицитизации–хлоритизации и далее пропилитизации. Оруденение Михеевского месторождения приурочено преимущественно к внешним зонам висячей части ореола. В данном направлении увеличивается и количество пирита. Наиболее значительные концентрации пирита (3–5 мас. % и более), представленного прожилками и вкрапленностью, отмечаются в самой верхней части висячего бока ореола. Мощность просечек и прожилков варьирует от 0.05–0.2 до 8–10 мм, обычно составляя первые миллиметры. Крайне редко наблюдаются жилы мощностью до 10–15 см. Подавляющая часть прожилков имеет крутое падение на восток (60–80°, в отдельных случаях 40–50°), весьма редко наблюдается субгоризонтальное падение. Штокверковые системы классического типа не очень характерны для рудного поля. Наиболее типична линейная ориентировка прожилков и минерализованных трещин, которые образуют несколько минерально-возрастных групп, формирующихся в нижеприводимой последовательности (выявлена на основе секущих взаимоотношений прожилков). Наиболее ранние силикатные прожилки состоят из переменного количества эпидота, хлорита, актинолита. Далее следуют кварц-сульфидные, кальцит-кварц-сульфидные, кальцит-сульфидные прожилки. Возможно, позже сульфидно-кварцевых прожилков сформировались тонкие волосовидные пиритовые, халькопиритовые и молибденитовые просечки, с которыми связана значительная часть меди и молибдена. Завершает процесс образование безрудных белых кварцевых и кальцитовых прожилков. Рассмотрим выделенные группы (системы) прожилков детальнее. Положение большей части скважин, упоминаемых в статье, приведено в работах [1–3].

1. Прожилки и сегрегационные обособления амфибола мощностью до 1–3 мм, распространенные в основных вулканитах. Амфибол представ-

лен призмами преимущественно актинолита длиной 0.08–1.5 мм. В диоритовых порфиритах амфибол ($f = 0.27–0.33$, $Al_2O_3 = 2.5–7.7$ мас. %) обычно замещен хлоритом ($f = 0.23–0.35$, $Al_2O_3 = 14.5–17.8$ мас. %). Вероятно, агрегаты актинолита являются его гомоосевыми псевдоморфозами по первичной роговой обманке. Широкое распространение сегрегаций и прожилков актинолита в пропилитизированных туфах очень характерно для богатых рудных зон скв. 2247-А и 3006.

2. Магнетитсодержащие прожилки. В основных вулканитах и реже в диоритовых порфиритах магнетитсодержащие прожилки и агрегаты магнетита представляют собой густую вкрапленность мелких (иногда до 1.5 мм) скелетных кристаллов магнетита, обычно в той или иной степени замещенных пиритом и халькопиритом в рудных телах. Такая картина наблюдается, например, в скв. 3057 (интервал 68–75 м). Наиболее характерен магнетит для вулканитов висячего бока пропилитовой зоны и особенно в прилегающих к ней регионально метаморфизованных вулканитах. На большем удалении от рудной зоны магнетит во вмещающих породах отсутствует.

3. Прожилки различного состава, содержащие эпидот или хлорит или оба минерала вместе. Наряду с ними в переменном количестве могут наблюдаться кварц, карбонат, пирит, магнетит, в единичных случаях – халькопирит. Наиболее распространены эпидотовые, пирит-эпидотовые, эпидот-хлоритовые прожилки. Хлорит- и эпидотсодержащие прожилки появляются на всем протяжении минералообразования, однако большая их часть, судя по пересечениям, дорудная. В то же время отдельные эпидотовые прожилки секут пиритовые прожилки. К послерудным явно относится большая часть прожилков этого состава, содержащая карбонат. Карбонат в прожилках может быть и наложенным минералом. Изучение серицитизированных кварцевых алевролитов показывает, что хлоритовые прожилки в этих породах сформировались позже серицитизации пород, которая, возможно, связана с процессом диагенеза (скв. 3005, глубина 134 м). Пирит-эпидотовые прожилки нередко имеют зональное строение: центральная часть их слагается пиритом, а периферия – тонкой каймой мелкокристаллического эпидота. Далее идет метасоматическая полупрозрачная зона неясного состава по пор-

фириту или сильносерцитизированная порода. Около некоторых сложных карбонат-хлорит-магнетит-пирит-кварцевых прожилков иногда фиксируются зоны хлоритизации. Магнетит в последних имеет форму сита, цементируемого хлоритом. Около эпидот-карбонат-хлоритовых прожилков нередко наблюдаются макроскопические каймы осветления, представленные непрозрачной разложенной вмещающей породой (результат аргиллизации). Эпидот-хлорит-пиритовые прожилки изредка сопровождаются маломощными (до 1.5 мм) зонками серцитизации. Хлорит имеет бледно-зеленую окраску и представлен в основном пеннином (часто с аномальными цветами интерференции), иногда бледно-буроватым или бесцветным клинохлором (двупреломление 0.004–0.007). Бесцветный или бледно-буроватый эпидот наблюдается в виде призм длиной до 1.5 мм. Часто имеет аномальные цвета интерференции. Неясное возрастное положение занимают очень редко наблюдающиеся эпидот-биотит-хлоритовые, пренитовые, эпидот-пренитовые прожилки (скв. 3008, 3004). В скв. 2262 на глубине 97 м в адамеллит-порфире установлен альбит-кварц-карбонатный прожилок мощностью до 1 см. В скв. 2234, 2270 широко развиты хлорит-кварцевые прожилки, содержащие розовый карбонат.

4. Кварц-пиритовые, пиритовые прожилки, сегрегации пирита характеризуются преобладающим распространением. По-видимому, в эту же стадию (этап сульфидизации) образуются кварц-халькопиритовые, кварц-пирит-халькопиритовые (иногда с молибденитом), а также относительно редкие молибденитовые, молибденит-кварцевые, молибденит-пирит-халькопиритовые прожилки и розетки. Молибденит наиболее часто встречается в трещинах скольжения в виде пленок и просечек шириной 0.05–1.5 мм (скв. 3012, 3050, 3057, 3037, 3063). В карьере, вскрывающем северный блок Михеевского месторождения (горизонт 240–250 м), молибденитовые и халькопирит(пирит)-молибденитовые прожилки локализованы в основном в серцит-кварцевых метасоматитах. В одном из таких прожилков, имеющем мощность около 3 мм, молибденит представлен смесью политипов 2Н (57–61%) и 3R (34–36%). Преобладающая часть чешуек (71 об. %) имеет длину более 0.2 мм, а самых мелких чешуек (5 об. %) – 0.005–0.07 мм. Метасоматические изменения около пиритсодержащих прожилков обычно отсутствуют, иногда наблюдаются зонки хлоритизации, серцитизации или побеления (аргиллизации) мощностью 1–5 мм. В пиритовых прожилках в очень небольшом количестве наблюдаются халькопирит, сфалерит, галенит, энаргит, пирротин, теннантит, арсенопирит. Нерудные минералы представлены кварцем, иногда небольшим количеством карбоната. Халькопирит в пирите присутствует в виде микропрожилков, микровключений неправильной формы и кайм около зерен пи-

рита. Иногда цементирует обломки пирита. По-видимому, халькопирит обычно образуется позже пирита, иногда замещается энаргитом или содержит мелкие округлые включения энаргита, теннантита, пирротина. Наблюдались многочисленные мелкие таблички халькопирита в крупном зерне пирита (скв. 2200, глубина 95.9 м). Халькопирит-молибденит-кварцевые прожилки встречаются весьма редко. Количество сульфидов в них не превышает 2–5%. Халькопирит образует неравномерно распределенные ксеноморфные зерна, в то время как молибденит представлен как одиночными мелкими чешуйками, так и просечками, находящимися в зальбанде прожилков. Отдельные чешуйки и агрегаты молибденита имеют вытянутую пластинчатую форму.

Неизвестное возрастное положение занимают галенит-сфалеритовые прожилки. В сфалерите обычно присутствует халькопирит как продукт распада твердого раствора. Галенит в прожилках наблюдается редко, иногда в виде мелких включений в халькопирите (скв. 2201, глубина 238 м) и галенит-халькопиритовых прожилков. Сфалерит широко распространен, особенно на западе южной части Михеевского месторождения. Иногда в сфалерите по спайности выделяются пластинки или неправильные зерна халькопирита. Наблюдаются полосчатые кварц-сфалерит-пиритовые (скв. 3007), пирит-галенит-сфалеритовые и галенит-сфалеритовые прожилки. Прожилки часто имеют зональное строение, причем галенит и пирит тяготеют к периферии, а сфалерит – к центральной части. В сфалерите присутствует халькопирит в виде мелких ламелей и точечных включений. Значительная деформация и перекристаллизация сфалерита приводят к его преобразованию в клейофан с выделением многочисленных равномерно распределенных зерен пирита. В северной части карьера Михеевского месторождения встречены жилы (мощностью до 40 см) молочно-белого кварца, сопровождающиеся галенитом, сфалеритом и блеклыми рудами. Вероятно, эти жилы относятся к числу наиболее поздних образований. Сульфидная минерализация приурочена как к зальбанду жил, так и в некоторых случаях непосредственно к жильному кварцу. Размер зерен сульфидов варьирует от более чем 0.2–0.1 (70 об. %) до 0.01 мм. В осевой части жил встречаются полости с кристаллами горного хрусталя размером до 3 см.

В южной части Новониколаевской рудной зоны широко развиты линзовидные тела массивного пирита мощностью до 1–3 м (и, возможно, более). Пирит из прожилков и массивных тел существенно различается, что выявляется после травления его аммиаком. Пирит из прожилков и прожилковых систем в зонах сильного расщепления, иногда находящихся на периферии линз массивного пирита, представлен гипидиоморфно-зернистым агрегатом

с четко выраженной зональностью (зонами роста) и спайностью по кубу в отдельных индивидуумах. Он сильно трещиноват, часто даже разбрекчирован, цементируется преимущественно кальцитом. При этом зоны роста часто подчеркиваются кальцитом, т.е. зернистый пирит был сильно разбрекчирован, цементируясь позже карбонатным материалом. Пирит из указанных колчеданных линз имеет (по данным А.П. Переляева и Е.В. Праховой) очень тонкозернистую субмикроскопическую структуру и представлен агрегатом пирита и марказита, таким же как и на колчеданных месторождениях. Нами марказит в тонкокристаллическом пирите не встречен, что подтверждается рентгеновским анализом. В отдельных телах тонкокристаллического пирита наблюдается его брекчирование с образованием обломков неправильной формы размером 0.02–3.1 мм, цементируемых кварц-хлорит-карбонатной массой. В большинстве тел пирит перекристаллизован с образованием агрегата высокорельефных зерен, которые по строению и структуре не отличаются от пирита зон прожилково-вкрапленной минерализации. В массивных телах пирита видимой мощностью до 10 м Новониколаевского месторождения сфалерит является обычным минералом, в то время как халькопирита весьма мало. Так, в скв. 2238 в интервале 31–35.8 м содержание пирита составляет 34–50, меди – 0.12, цинка – 0.20–0.25 мас. %. В скв. 2234 в интервалах 70.9–71.6, 73.6–75.6 и 78.5–82.0 при аналогичном высоком содержании пирита количество меди составляет 0.14–0.35, а цинка – 0.5–0.6, достигая 7.9 мас. % в интервале 73.6–75.6 м. В то же время в других линзах пирита в скв. 2243 (инт. 97–100, 102–104 м) содержание цинка и меди крайне низкое. Линзовидные тела (аз. простир. 280–290°) массивного и густовкрапленного колчедана мощностью около 6 м встречены и в карьере, вскрывающем северный блок Михеевского месторождения (горизонт 240–250 м). Характерным сульфидом этих тел является пирротин, в окружающих породах наблюдается вкрапленность пирита. Возмозно, Новониколаевскую рудную зону следует рассматривать как мезо- и эпипермальную часть меднопорфировой колонны.

5. Эпидотовые и карбонат-эпидотовые прожилки, иногда с хлоритом, пиритом, халькопиритом. В скв. 3042 на глубине 209.5 м встречена кварц-карбонат-пеннин-халькопиритовая жила мощностью 15 см. Кварц представлен неправильными зернами размером 0.1–0.9 мм в количестве 15–20 об. %, бледно-зеленый пеннин (30 об. %) наблюдается в виде тонкозернистого агрегата размером до 2 мм. Количество неравномерно распределенного халькопирита достигает 40 об. %. В скв. 3038 жила мощностью 12 см имеет близкий состав, однако халькопирит встречается в виде единичных зерен.

6. Существенно кварцевые прожилки. Секут пиритовые и эпидотсодержащие прожилки (скв. 3009,

3012), но иногда наблюдаются и противоположные взаимоотношения. Кварц представлен агрегатами зерен размером 0.1–0.3 мм, иногда до 1.0 мм.

7. Пленки халькопирита и пирита в трещинах скольжения наиболее распространены в скв. 2247, 3007, 3063. Возможно, около половины ресурсов меди Михеевского месторождения сосредоточено в пленках и просечках халькопирита, находящихся в базальтоидах, а также в диоритоидах. Иногда наблюдаются пленки молибденита и борнита. Отношения сульфидных пленок с существенно кварцевыми и карбонат-эпидотовыми прожилками двойственные. Трещины скольжения с пленками борнита встречены только в скв. 3006 и 3017, положение их в последовательности формирования минералов неясно. В скв. 3006 борнит наблюдается только в интервале 110–165 м, где он часто ассоциирует с халькопиритом. Нередко фиксируются самостоятельные пленки халькопирита в трещинах и халькопиритсодержащие прожилки, что свойственно остальной части этой скважины. В скв. 3006 трещины с пленками халькопирита явно секутся пустыми кварцевыми прожилками. Как указывалось выше, молибденит очень часто обнаруживается в виде пленок в трещинных плоскостях скольжения. Весьма редко он отмечается в светло-дымчатых кварцевых прожилках, иногда в ассоциации с пиритом и халькопиритом.

8. Карбонатные, кварц-карбонатные, карбонат-пеннинные (полусферолиты) прожилки, иногда с пиритом, редко с халькопиритом (размером до 1 см, скв. 3050). Встречаются во всех породах (в том числе в серпентинитах), наиболее часто они наблюдаются в пропилитах по основным породам. В отдельных случаях кварц-хлорит-карбонатные прожилки имеют полосчатую текстуру. Карбонат-хлоритовые прожилки нередко обнаруживают зональность – центральная их часть сложена карбонатом, а периферия – хлоритом, который далее полностью метасоматически замещает порфирит. В скв. 3037 на глубине 199 м наблюдался кварц-карбонат-пирит-молибденитовый прожилок мощностью 1.3 см. В скв. 3063 на глубине 157 м отмечается пренит-карбонатный (0.5–1.5 мм) прожилок, а на глубине 158 м – карбонат-пренит-халькопиритовый (тонкая вкрапленность) прожилок мощностью более 2 см. Карбонат нередко цементирует обломки брекчий различных пород и руд. Карбонат прожилков обычно представлен кальцитом, в отдельных случаях наблюдаются магнезит и доломит (скв. 3042, глубина 116 м).

9. Крайне редко в пределах рудного поля наблюдаются гипсовые прожилки, иногда с одиночными зернами пирита (скв. 3064, забой). В единичных каолинит-карбонатных прожилках центральная часть слагается агрегатом очень тонкозернистого каолинита (размер зерен 0.001 мм), а зальбан-ды – карбонатом.

Приведенная последовательность формирования прожилков и детализация их состава нуждаются в дальнейшем обосновании. Кроме прожилкового часто наблюдается вкрапленное оруденение. Наиболее густая вкрапленность халькопирита встречена в пропилитизированных вулканитах в 3-метровом интервале нижней части скв. 3007. Халькопирит представлен неравномерно распределенными агрегатами зерен размером 0.6–0.8 мм. Размер отдельных сегрегаций и жилообразных обособлений халькопирита может достигать 10 мм. Часто обрастает немногочисленные зерна пирита, который иногда содержит мелкие включения энаргита. В менее обогащенных халькопиритом участках нередко встречаются ксеноморфные мелкие зерна магнетита. Кроме небольшого количества пирита присутствует пирротин. Вкрапленный халькопирит часто наблюдается и в скв. 3006, хотя преобладают халькопирит-кварцевые прожилки и пленки халькопирита в трещинах. Количество вкрапленного халькопирита в этой рудной скважине не превышает 0.5–3 мас. %. В скв. 3050 густая вкрапленность халькопирита наблюдается в пропилитизированных диоритовых порфиритах. В обеих указанных скважинах халькопиритовая минерализация находится преимущественно в пропилитизированных вулканитах, в которых широко распространены прожилки и сегрегации актинолита. В кварцитах количество вкрапленного пирита достигает 5–10 об. %. В небольшом количестве (до 0.5 об.%) пирит иногда наблюдается и в плагиоадамеллит-порфирах, где фиксируются также единичные мелкие зерна халькопирита и гематита. Широко распространены идиоморфные кристаллы пирита, особенно пентагондодекаэдры и кубы. Травление пирита показывает (скв. 3011), что центральная часть

его зерен может иметь форму куба, а периферия – пентагондодекаэдра. В зонах сильного дробления и катаклаза зональность пирита исчезает. Отмечается, но далеко не всегда, тонкая штриховка на гранях кристаллов. Прожилково-вкрапленная минерализация наблюдается и в серпентинитах северного блока Михеевского месторождения. Зерна пирита размером более 0.2 мм составляют 51 об. %, размером 0.2–0.1 мм – 35 об. %, остальные зерна имеют размер 0.04–0.07 мм.

Приведенное описание далеко не исчерпывает всего разнообразия прожилково-вкрапленных образований (и последовательности формирования) рудного поля. Их изучение в настоящее время, при обработке Михеевского месторождения, представляет большой интерес для познания процесса рудообразования.

Работы проводились совместно с сотрудниками Челябинской ГРЭ и Михеевского комбината.

Исследования выполнены по Программе Президиума РАН № 27, финансируемой УрО РАН (проект № 12-П-5-2015).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белгородский Е.А., Черкашев С.А., Грабежев А.И., Шаргородский Б.М.* Медно-порфировый Новониколаевский рудный узел. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1991. 53 с.
2. *Грабежев А.И., Белгородский Е.А.* Продуктивные гранитоиды и метасоматиты медно-порфировых месторождений Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1992. 199 с.
3. *Шаргородский Б.М., Новиков И.М., Аксенов С.А.* Михеевское месторождение медно-порфировых руд на Южном Урале // *Отч. геология.* 2005. № 2. С. 57–61.