

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ  
УСКАНДИНСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА САЛАИРЕ**

В. К. ЧЕРЕПНИН, Б. М. ЛЕВАШОВ

(Представлено научным семинаром кафедр минералогии, петрографии и полезных ископаемых)

**Введение**

К настоящему времени накопилась уже достаточно обильная литература по вопросам геологии и минералогии полиметаллических месторождений Салаирского края. В ряде этих работ приводится конкретный материал по минералогии и условиям образования окисленных продуктов [1] и некоторые общие данные по зонам окисления отдельных месторождений [3, 4, 5]. За весь период изучения Салаирских месторождений появилось, по сути дела, только две работы, посвященные интересующему нас вопросу [1, 2, 6]. В них проведено выделение различных типов рудных выходов и дана их краткая характеристика. Сколько-нибудь детальное описание морфологических особенностей зон окисления отдельных месторождений в литературе полностью отсутствует. Возможно, основной причиной этого является плохая обнаженность района, сильно затрудняющая детальное изучение рудных выходов. Проведение же подобных исследований для рассматриваемой территории следует считать совершенно необходимым, так как это позволит выработать критерии для сравнительно быстрой перспективной оценки новых рудопроявлений.

Желая до некоторой степени восполнить указанный пробел, мы здесь и даем описание морфологических особенностей рудного выхода Ускандинского месторождения, расположенного в южной части северо-восточного склона Салаирского края, у самой линии надвига нижнекембрийских пород на породы силура-девона.

**Краткая геологическая характеристика участка**

Указанная выше линия надвига делит рудное поле месторождения на два различных по геологическому строению участка: юго-западный, сложенный преимущественно породами печеркинской свиты кембрия, и северо-восточный, в строении которого принимают участие крековские известняки и песчано-сланцевые отложения среднего девона.

Наиболее интересной в смысле проявления вторичных процессов является юго-западная часть месторождения. Она и послужила объек-

том наших исследований. Печеркинская свита, слагающая описываемый участок, в основном, представлена кварцевыми кератофирами и их туфами (рис. 1). Среди них расположены три линзообразных тела известняков мощностью 10, 15 и 60 м, прослеживающиеся по простиранию на 120, 150 и 160 м соответственно. Кроме того, на участке встречаются



Рис. 1. Схема геологического строения юго-западной части рудного выхода Ускандинского месторождения.

1—кварцевые кератофиры; 2—кварцевые кератофиры и их туфы; 3—туфы кварцевых кератофиров; 4—известняки; 5—кварцево-серицитовые сланцы; 6—кварцево-хлоритовые породы; 7—миндалекаменные порфириды; 8—диабазы; 9—окварцованные породы; 10—брекчии; 11—старая шахта и отвал; 12—отбеленные породы; 13—сильно осветленные породы; 14—заметно осветленные породы; 15—губки; 16—сплошные бурые железняки; 17—интенсивно обохренные породы; 18—литологические границы первичных пород и границы различных продуктов зоны окисления.

кварц-серицитовые и кварц-хлоритовые породы, а также образования типа вторичных кварцитов.

Помимо перечисленных пород, в самой восточной части участка имеется сравнительно крупное тело миндалекаменных порфиров. По всей же площади разбросаны многочисленные дайки диабазов. При небольшой мощности порядка 2—3 м они имеют протяженность до 150 м и залегают, в большинстве случаев, согласно с вмещающими породами. Общее простирание пород участка северо-северо-западное, падение на



запад-юго-запад под углом 40—50°. Все породы участка в той или иной степени, в общем, достаточно интенсивно рассланцованы.

Рудные тела, подсеченные буровыми скважинами, представляют собой линзовидные участки, минерализованные сульфидами меди, свинца и цинка, гидротермально измененных кварцевых кератофинов и их туфов. Характер первичного оруденения прожилкововкрапленный с редким развитием участков сплошных руд.

### Морфология рудного выхода

В пределах рудного выхода Ускандинского месторождения мы встречаемся со следами довольно интенсивного воздействия сульфатных растворов на вмещающие оруденение породы. Результатом этого воздействия является целый комплекс специфических образований, среди которых отчетливо можно выделить следующие: осветленные породы, губки, породы, богатые железом, реликты первичной минерализации.

### Осветленные породы

Осветленные породы являются наиболее широко распространенным на участке морфологическим элементом зоны окисления. В общих чертах такие осветленные породы макроскопически характеризуются белой и серо-белой окраской, завуалированными структурными и текстурными признаками первичной породы, наличием глинистых продуктов с различной степенью лимонитизации, а также развитием пор от выщелачивания сульфидов.

Микроскопическое изучение этих образований показывает, что вторичные глинистые продукты развиваются исключительно по полевым шпатам кварцевых кератофинов и их туфов, в той или иной мере затушевывая первичную структуру породы.

Характерная для описываемых пород пористость распределяется весьма неравномерно. Размеры основной массы пор редко превышают 1 мм в поперечнике. Наиболее крупные из них достигают 3 мм. Форма пор в подавляющем большинстве случаев самая неправильная, но временами встречаются поры с правильными квадратными очертаниями. Вокруг некоторых пор располагаются венчики жильного кварца с перистой или гребенчатой структурой. В одних случаях поры бывают совершенно пустые, в других — стенки и дно их выстилаются лимонитом, и, наконец, нередко встречаются поры, полностью заполненные лимонитом.

В зависимости от интенсивности прошедшего процесса изменения, среди осветленных пород можно выделить три следующих разновидности: а) отбеленные породы, б) сильно осветленные породы, в) заметно осветленные породы.

а) Отбеленные породы пользуются незначительным распространением. Участок хорошо выраженного отбеливания расположен в центральной части описываемой площади, как раз у северной оконечности среднего тела известняков. Здесь он имеет вид небольшой линзы длиной 40 м и мощностью до 6 м. Нередко небольшие участки этих пород встречаются и в других местах среди осветленных образований.

Макроскопически отбеленные породы представляют собой плотные или землистые образования белого или желтовато-белого цвета, в большинстве случаев полностью потерявшие текстурные черты исходной породы. Все они жирны на ощупь, часто рассыпаются при легком надавливании пальцем и внешне напоминают каолиновую массу. Исследова-



ние этого глинистого материала при помощи центрифужирования в тяжелых жидкостях с последующим окрашиванием органическими красителями показали, что он состоит из минералов группы гидрослюд. Пигментация описанных образований гидратами окиси железа весьма незначительная. Лишь в отдельных случаях можно отметить слабую пропитывающую лимонитизацию и распространение лимонита по трещинам.

Микроскопические исследования показывают, что вся основная масса породы представляет собой глинистое вещество, среди которого встречаются отдельные зерна кварца.

б) Сильно осветленные породы занимают на месторождении довольно обширную площадь. Они протягиваются через описываемый участок в виде меридиональной полосы. Наибольшую ширину порядка 100 м она имеет в центральной части участка. На южном и северном флангах ширина полосы уменьшается до 40—55 метров. Помимо этого основного поля, описываемые породы встречаются в виде небольших линз мощностью до 10 м и в других местах участка, например, висячем боку восточного тела известняков и на южном склоне г. Копны. Участки сильного осветления, так же как и участки отбеливания, развиваются всегда среди полей кварцевых кератофиров и их туфов и, как правило, приурочены к наиболее расланцованным разностям этих пород.

Макроскопически сильно осветленные породы представляют собой плотные, шероховатые на ощупь образования, легко разрушающиеся под ударами молотка, с частично сохранившейся первичной текстурой. Осветление выражается в изменении серой и серо-зеленой окраски кварцевых кератофиров и их туфов в белую и серо-белую в результате развития глинистого материала. Исследование последнего с применением центрифужного анализа и последующего окрашивания показало, что он состоит, как и в предыдущем случае, из минералов группы гидрослюд.

Сильно осветленные породы характеризуются различной степенью лимонитизации. Изредка встречаются совершенно не пигментированные разности, имеющие белую окраску. В большинстве случаев лимонит развивается в виде налетов и пленок по плоскостям сланцеватости породы. Гораздо реже встречаются нацело пропитанные лимонитом участки. Установлено, что такая интенсивная лимонитизация наблюдается всегда в породах, особенно богатых тонкодисперсным глинистым материалом. По-видимому, это связано с высокой адсорбционной способностью последнего.

Среди плотных, сильно осветленных пород, встречаются также и пористые разности, причем поры обычно сохраняют форму скоплений сульфидов. Размеры пор весьма различны и достигают иногда 2—3 мм в поперечнике. Распределение их в массе породы в высшей степени неравномерное. Иногда они настолько густо расположены, что порода в таких участках приобретает характер губки. Дно и стенки пор нередко выстилаются лимонитом.

Под микроскопом хорошо видно, что обильные глинистые продукты охотно развиваются по полевым шпатам исходной породы. В случае высокой интенсивности процесса весь шлиф бывает целиком забит этими новообразованиями, среди которых встречаются совершенно свежие зерна порфировых выделений кварца.

Поры под микроскопом имеют большей частью неправильные очертания, но иногда сохраняют форму выщелоченных зерен пирита. Они, как указывалось выше, нередко обрастают венчиками кварца. По краям



пор присутствует лимонит, который окрашивает поблизости находящийся глинистый материал в желто-бурые и коричнево-бурые тона. Весьма редко встречаются псевдоморфозы лимонита по пириту.

в) Заметно осветленные породы пользуются наиболее широким распространением на участке по сравнению со всеми другими морфологическими элементами рудного выхода. Распространены они на западном и восточном флангах месторождения, а также протягиваются меридиональной полосой почти посередине участка, охватывая с двух сторон г. Копну. Достигая наибольшей ширины порядка 160 м на севере участка, указанная полоса постепенно сужается на юг. Помимо этих основных полей описываемые образования слагают ряд линз в различных участках площади.

К описываемой разновидности относятся осветленные породы, уже значительно сохранившие свои первоначальные текстурные и структурные черты. Они всегда плотные и обычно шероховатые на ощупь. Серо-зеленый и серый цвет кварцевых кератофинов изменяется здесь только до беловато-серого. Это теснейшим образом связано с резко ограниченным количеством тонкодисперсного глинистого вещества в породе. По составу глинистые продукты представлены, как и в предыдущих случаях, в основном гидрослюдами.

Лимонитизация описываемых пород по сравнению с сильно осветленными разностями также менее значительна. Обычно она имеет пленочный характер, развиваясь по расщеплению пород и вдоль плоскостей отдельности. Пористость редкая, губчатые участки почти не встречаются. Размеры и форма пор такие, как и в предыдущих случаях.

Под микроскопом эти образования выглядят значительно свежее, чем сильно осветленные разности. Минералогический состав и структура первичной породы устанавливается без особого труда. Всегда присутствующий лимонит распределяется, в основном, по трещинкам. В пористых участках встречаются довольно часто псевдоморфозы лимонита по первичным сульфидам.

### Губки

Губки на участке имеют весьма незначительное распространение. Они встречены среди поля окварцованных кварцевых кератофинов и их туфов висячем боку восточного тела известняков и в лежащем его боку, среди обохренных и лимонитизированных пород. Лимонитизированные породы, залегающие среди центрального тела известняков, также участками имеют губчатую текстуру.

Макроскопически губки представляют собой пористую породу, в той или иной степени пропитанную лимонитом. Поры губок имеют самую разнообразную конфигурацию. Их размеры колеблются в довольно широких пределах, наиболее крупные достигают 3—4 мм в поперечнике. Скелет губок сложен кварцем, толщина перегородок между порами редко превышает 1 мм. Лимонит пропитывает скелет губок, выстилает дно и стенки пор и лишь в редких случаях заполняет их целиком. Окраска лимонита характеризуется большим разнообразием, но в основном преобладают коричневые, коричнево-бурые и желто-бурые тона.

В прозрачных шлифах видно, что губки состоят из кварца и лимонита. Кварц образует скелет губки и имеет мозаичную, фламбоидальную и гребенчатую структуры с размерами зерен до 0,2 мм в поперечнике. Кроме того, кварц нередко образует неправильной формы агрегаты, достигающие 4—5 мм в поперечнике. Лимонит, как указывалось, развивается по всей массе губок, пропитывая их скелет и выстилая стенки



пор. Здесь хорошо видно, что пропитывание скелета идет путем проникновения лимонита по границам зерен кварца. В пустотах и порах лимонит образует хорошо выраженные колломорфные структуры.

Помимо лимонита в губках часто и в достаточно большом количестве встречается ярозит. Он развивается в пустотах в виде неправильной формы пятен и замещается лимонитом. Реже приходится наблюдать ярозитовые жилки.

### Породы, богатые железом

Эти образования характеризуются исключительно интенсивной лимонитизацией. Они отчетливо выделяются среди всех других морфологических разновидностей рудного выхода своей ржаво-бурой, коричнево-бурой или желтой окраской. На описываемой площади имеется два более или менее значительных участка, сложенных этими образованиями. Один из них расположен в висячем боку центрального тела известняков, другой — в висячем боку восточного тела известняков. Первое по простиранию прослеживается на 110 м при мощности в 35 м, второе — тянется на 65 м и имеет мощность 8 м. К востоку от первого из указанных участков в поле сильно осветленных пород встречена еще одна небольшая линзочка таких же образований. Среди пород, богатых железом, можно выделить две разновидности: а) обохренные породы; б) сплошные бурые железняки.

а) Обохренные породы составляют основную площадь участков описываемого морфологического типа. Макроскопически они представляют собой осветленные породы, весьма интенсивно пропитанные лимонитом. Для них характерна пестрая и пятнистая окраска, что находится в зависимости от интенсивности развития лимонитизации в различных участках породы. Нередко неравномерное развитие лимонита приводит к окраске отдельными полосами, что создает видимость полосчатой текстуры. Среди этих образований широким развитием пользуется охристый землистый материал. Породы часто бывают пористы. Пористость обычно распределяется гнездовидно. Размеры пор не превышают 1 мм в поперечнике, форма их самая разнообразная, и они в большинстве случаев бывают заполнены лимонитом.

Под микроскопом видно, что описываемые обохренные породы состоят, в основном, из глинистого вещества, окрашенного лимонитом. Первичная структура породы в большинстве случаев не узнаваема. Количество лимонита местами бывает настолько велико, что он нацело пропитывает глинистое вещество, и порода в целом становится лимонитовой.

Среди обохренных пород встречаются разности, несущие следы окварцевания. Кварц развивается в виде отдельных участков, сложенных ксеноморфными зернами размерами до 0,5 мм в поперечнике. Характерным является фламбоидальная и мозаичная структуры кварца, что указывает на его гидротермальное происхождение.

б) Сплошные бурые железняки встречаются в полях развития выше описанных образований в виде небольших по площади участков. Наиболее крупный участок достигает в длину 10 м, имея ширину порядка 4 м.

Макроскопически это тяжелые, плотные породы, имеющие красно-бурый или черный цвет. Они обычно в той или иной степени пористы. Поры в большинстве случаев имеют щелевидный характер, иногда достигая в длину 2 см. Дно и стенки пор, как правило, выстилаются натечным лимонитом красно-бурого или коричневого цвета.

Среди сплошных бурых железняков, развитых на участке обохренных пород у восточного тела известняков, довольно широко распростра-



нены пористые образования, интенсивно пропитанные гидроокислами марганца и содержащие довольно обильный азурит. Последний чаще всего развивается в пустотках в виде прекрасно выраженных почковидных или шаровых агрегатов. С большим увеличением видно, что все эти почки и шарики представляют собой скопление тончайших кристалликов. Помимо описанной формы проявления, азурит местами образует тонкие жилки, секущие основную массу породы, а также примазки на ее поверхности. Везде хорошо видно, что азурит—более позднее образование, чем гидроокислы железа и марганца.

Микроскопическое изучение показало, что описываемые бурые железняки не представляют собой однородных образований. Основная масса их состоит из лимонита, причем отражательная способность его, даже в пределах одного и того же шлифа, несколько меняется. Как известно, большинством исследователей это ставится в зависимость от количества адсорбированной воды. Метаколлоидные структуры развиты довольно широко.

Указанная лимонитовая масса пересекается многочисленными, очень неправильными жилками гетита, развивающимися, вероятно, по трещинам дегидратации. Наиболее крупные из жилок достигают мощности 0,12 мм. Кроме того, гетит выстилает стенки многочисленных пустот. Следует отметить, что цвет внутреннего рефлекса описываемого минерала не вполне типичен для гетита, он в большинстве случаев явно красноватый. Чисто желтые или светло-бурые участки наблюдаются редко.

Помимо гетита в поле лимонита встречаются маленькие участки, сложенные лепидокрокитом. Последний вместе с гетитом образует чрезвычайно мелкие по размерам колломорфные образования и самостоятельные спутанно-волокнистые агрегаты. Тончайшие призмочки, часто изогнутые, представляющие собой, вероятно, поставленные на ребро пластинчатые кристаллы, обнаруживают отчетливый отражательный плеохроизм и яркую анизотропию. Внутренний рефлекс красновато-бурый, но не очень темный, хорошо наблюдается с сухими объективами только в местах свежих сколов.

Что касается марганцевых образований, то они представлены псиломеланом и его сажистой разновидностью—вадом. Обе разновидности часто слагают общие колломорфные структуры.

В отношении генезиса описанных выше богатых железом пород может быть двоякое мнение. С одной стороны, они могут рассматриваться как нормальный выход на поверхность сульфидных рудных тел. С другой — учитывая приуроченность их к контакту с известняками и постоянное наличие окисленных продуктов в виде кусков и глыб, описываемые образования могут оказаться переотложенным материалом зоны окисления, скопившимся в карстовых западинах, развившихся в лежащем боку известняков на контакте их с кварцевыми кератофирами. Для решения этого вопроса в процессе работы на месторождении нами была задана скважина под буро-железняковые породы, залегающие в лежащем боку центральной линзы известняков. Упомянутая скважина на глубине 42 м прошла лежащий бок известняков и встретила кварцевые кератофиры, содержащие чрезвычайно убогую пиритовую вкрапленность, зонки хлорита и серицита, а также редкие жилки кальцита. Совершенно очевидно, что подобная минерализация не в состоянии была дать при окислении описанные выше бурые железняки и обохренные породы. Таким образом, по-видимому, наиболее справедливым на генезис этих железистых образований следует признать второй взгляд. Областью сноса окисленного материала была полоса сильно осветленных пород, представляющая собой собственно рудный выход.



## Реликты первичной минерализации

Рудоносные растворы, дающие начало промышленным концентрациям того или иного металла, как известно, производят ряд характерных изменений вмещающих пород. Такие измененные породы обычно в литературе фигурируют как гидротермально-измененные образования. При наложении вторичных процессов многие из этих пород слабо подвергаются изменениям, что и дает возможность при изучении рудного выхода рассматривать их как реликтовые формы первичной минерализации. В пределах зоны окисления Ускандинского месторождения такими реликтовыми образованиями являются окварцованные породы, кварц-серицитовые сланцы и кварц-хлоритовые породы.

**Окварцованные породы.** Окварцевание в той или иной мере развито повсеместно в рудном поле месторождения. В любой осветленной породе мы встречаем прожилки, пятна, а то и целые участки, сложенные гидротермальным кварцем. Особенно сильно окварцевание поразило кварцевые кератофиры и их туфы в районе висячего бока восточного тела известняков. Здесь окварцованные породы образуют линзу, длина которой достигает 200 м при максимальной мощности порядка 60 м.

Макроскопически эти образования представляют собой породы типа вторичных кварцитов белого, серовато-белого и буроватого тонов. В общей массе они несут явные признаки осветления.

Микроскопические исследования показали, что они состоят, в основном, из кварца с фламбоидальной, гребенчатой и перистой структурой. Наиболее крупные зерна достигают 0,3 мм по длинной оси. Первичная порода, встречающаяся отдельными участками среди кварцитов, настолько изменена, что с трудом устанавливается ее принадлежность к кварцевому кератофиру или его туфу. Описываемые породы местами несут редкую вкрапленность пирита, чаще видны псевдоморфозы лимонита по пириту. Нередко попадаются единичные поры выщелачивания или даже целые губчатые участки.

Кварц-серицитовые сланцы встречены в южной части описываемой площади среди поля неосветленных кварцевых кератофинов. Развита они в виде линзы длиной около 70 м при мощности в 7—8 м.

Макроскопически кварц-серицитовые сланцы представляют собой интенсивно рассланцованную породу серого и беловато-серого цвета с шелковистым блеском по плоскостям рассланцовки. В породе наблюдаются бугорчатые образования, представляющие собой ничто иное как реликты порфировых выделений кварца исходной породы. Эти зерна имеют преимущественно округлую форму и достигают 3—4 мм в поперечнике. В породе местами встречаются поры от выщелачивания сульфидов. Чаще форма их самая неправильная, но попадаются и пустоты с квадратными очертаниями. В небольшом количестве по этим породам развивается белый глинистый материал. Лимонитизация кварц-серицитовых сланцев очень слабая и крайне неравномерная.

Под микроскопом описываемая порода, в основном, состоит из серицита и кварца, среди которых встречаются совершенно разложенные зерна полевых шпатов. Структура породы порфиробластовая с гранолепидобластовой структурой основной массы.

Количество кварца колеблется в больших пределах, зерна его имеют неправильную в общем округлую форму, часто обладают облачным погасанием и обтекаются чешуйками серицита. Последний местами превращается в глинистое вещество. Иногда вокруг редких пор встречаются оторочки из гидротермального кварца гребенчатой или перистой структуры. Таким образом, из приведенного материала совершенно от-



четливо видно, что описанная порода представляет собой ничто иное как рассланцованный и гидротермально измененный кварцевый кератофир.

Кварц-хлоритовые породы встречены в лежащем боку восточного тела известняков, где они развиты в виде линзы протяженностью около 60 м и средней мощностью порядка 13 м.

Макроскопически эти образования представляют собой сланцеватую породу серо-зеленой окраски, состоящую из кварца, серита и хлорита. Зерна кварца, так же как и в предыдущем случае, наиболее хорошо различимы в поперечном сколе по отношению к сланцеватости породы.

Под микроскопом они отличаются от кварц-серицитовых сланцев широким развитием хлорита и, по-видимому, представляют собой также рассланцованные и интенсивно переработанные гидротермами кварцевые кератофиры или их туфы.

### Выводы

В результате изучения особенностей состава и распределения морфологических элементов зоны окисления Ускандинского месторождения, можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее интенсивным изменениям под воздействием сульфатных растворов подверглись кварцевые кератофиры и их туфы.

2. Осветление, являющееся основным морфологическим признаком данного рудного выхода, связано с разложением полевых шпатов вмещающих пород и обязано развитию тонкодисперсных продуктов типа гидрослюд. Широкое развитие осветленных пород в пределах рудного выхода является отражением обильного содержания пирита в первичных рудах.

3. Губки, имеющие в большинстве случаев незаполненные лимонитом поры и содержащие обычно то или иное количество ярозита, следует рассматривать, как окисленные аналоги густой сульфидной вкрапленности, бедной медью.

4. Участки с интенсивным обохриванием, содержащие сплошные бурые железняки, представляют собой переотложенные продукты зоны окисления, которые, по-видимому, в свое время были снесены с полосы интенсивно осветленных пород и скопились в карстовых западинах известняков.

5. В пределах полей, сложенных отдельными морфологическими разностями, наблюдается значительная неоднородность, что, по-видимому, является отражением крайней неравномерности в распределении гипогенного прожилково-вкрапленного оруденения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Болгов Г. П. К методике поисков полиметаллических руд Салаира. Вестн. ЗСГРТ, № 5, 1933.
2. Болгов Г. П. Минералогические исследования полиметаллических руд Салаирских месторождений. Мат. по геол. Зап. Сиб. края, в. 15, 1934.
3. Дербиков И. В. Ново-Урское полиметаллическое месторождение. Мат. по геол. Зап. Сиб. края, в. 42, 1937.
4. Дербиков И. В. Сульфидные руды Салаира и пути их промышленного освоения. Тр. конф. по изучению производит. сил Сибири, т. 2, 1940.
5. Усов М. А. Формации месторождений полезных ископаемых Салаира. Вестн. ЗСГРТ, № 6, 1933.
6. Шахов Ф. Н. Типы рудных выходов полиметаллических месторождений в районе Салаира. Изв. Зап. Сиб. ФАН СССР, серия геология, № 1, 1946.