

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПОРОД ЗОН
ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ
КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ ЗОНЫ**

Б. М. ЛЕВАШОВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

В последние годы поисковые работы с применением геохимических и геофизических методов дают большое количество аномалий. Однако в большинстве случаев эти аномалии не указывают точного положения рудного выхода и требуют дальнейшей детализации. Одним из методов детализации является изучение и картирование морфологических типов пород зон окисления сульфидных месторождений на основе принципов, разработанных Ф. Н. Шаховым (1947, 1960). Опыт работ по изучению и картированию окисленных выходов сульфидных рудных тел Салаира (Шахов, 1946; Черепнин, 1961; Черепнин, Левашов, 1962), Рудного Алтая (Росляков, Рослякова, 1965) и других районов показывает, что данный метод имеет большое практическое значение для рационального направления разведочных работ с целью вскрытия гипогенных руд на глубине.

Проведенное нами изучение окисленных выходов Барановского, Митрофановского и ряда других более мелких сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны позволило выявить основные морфологические типы пород, возникших под воздействием сульфатного выветривания и разработать легенду этих пород, которая может быть использована при расшифровке выявленных на ее территории аномалий. При составлении легенды мы руководствовались положениями, изложенными в указанных выше работах Ф. Н. Шахова.

Методика полевых работ заключалась в отборе различных по степени и виду гипергенного изменения пород из естественных обнажений и имеющихся горных выработок на участках проявления сульфидной минерализации как по профилям, так и между ними. В камеральный период все отобранные образцы подвергались микроскопическим (прозрачные и полированные шлифы, бинокулярный микроскоп) и спектральным исследованиям. При определении обнаруженных вторичных минералов широко применялся микрохимический метод, а в отдельных случаях рентгеноструктурный анализ. Состав тонкодисперсного материала в образцах изучался с помощью электронного микроскопа.

Как показали наши исследования в комплексе специфических образований зон окисления сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны можно выделить следующие основные типы: осветленные породы, породы, обогащенные гидроокислами железа, породы с пустотами от выщелачивания сульфидов (окисленные бедные вкрапленные руды, губки), породы с наличием вторичных рудных минералов и реликты гипогенной минерализации.

Осветленные породы

Осветленные породы являются наиболее широко распространенным морфологическим типом среди окисленных разностей. Распространение их в плане совпадает с простиранием зон минерализации. К этой группе относятся породы, первичные минералы которых замещены гидрослюдами, монтмориллонитом, каолинитом, галлуазитом и им подобными силикатами. В результате процесса замещения породы приобретают светлую, порой белую окраску. Степень осветления зависит от минералогического состава пород, их пространственного расположения относительно рудного выхода и насыщенности пород сульфидами. Наиболее интенсивно освещаются эффузивные и пирокластические разности пород кислого состава. Несколько слабее процесс окисления развивается в глинистых и известковистых осадочных породах. Менее всего подвержены осветлению породы, богатые темноцветными минералами. Различная восприимчивость пород к процессу осветления Ф. Н. Шаховым (1960) объясняется неоднородной устойчивостью пороодообразующих минералов к сульфатному выветриванию.

В зависимости от интенсивности процесса осветления, среди описываемых пород можно выделить три следующие разновидности: слабо осветленные породы; сильно осветленные породы; дезинтегрированные, интенсивно осветленные породы.

Слабо осветленные породы распространены наиболее широко на изученных рудопроявлениях, и этот вид изменения охватывает почти все породы в полях развития сульфидной минерализации. Проявляются в виде полос или отдельных линз и соответствуют главным образом участкам с незначительной сульфидной минерализацией.

К этому морфологическому типу относятся макроскопически плотные, серовато-белые, с участками первичной окраски породы, сохранившие свои начальные текстурные и структурные черты. Микроскопически в них устанавливаются как минералы исходной породы, так и вновь образованные. Количество тонкодисперсного глинистого вещества в породе незначительно и составляет 10—15%. В составе его преобладают гидрослюды, реже встречаются каолинит и галлуазит.

Лимонитизация описываемых пород проявляется спорадически и очень слабо. Обычно она имеет пленочный характер, развиваясь по расщеплению пород и вдоль плоскостей отдельности. Встречается она также в редких порах, возникших от выщелачивания сульфидов и в виде псевдоморфоз по пириту.

Сильно осветленные породы пользуются значительно меньшим распространением по сравнению со слабо осветленными породами. По своему расположению они отвечают участкам интенсивной сульфидной минерализации и занимают преимущественно центральные части рудного выхода. Макроскопически сильно осветленные породы представляют собой плотные и однородные по структурно-текстурным особенностям породы с частично сохранившейся первичной текстурой. Окраска их в основном белая, очень редко с зеленоватым или розоватым оттенком. Преобразование первичного состава породы проходит настолько глубоко, что иногда невозможно определить ее исходный состав. Под микроскопом устанавливается, что в массе глинистого материала от первичного состава породы сохраняются в основном кварц, барит, редко хлорит, роговая обманка и очень редко серицит, мусковит, карбонаты, полевые шпаты. Состав глинистых минералов, содержание которых в сильно осветленных породах достигает 70—80%, зависит от минералогического состава преобразованной породы. В кислых эффузивах преимущественным развитием пользуются каолинит, гидрослюды и в меньшей степени галлуазит; в глинистых сланцах, кроме перечисленных минера-

лов, наблюдается большое количество монтмориллонита; в диабазах развиваются главным образом монтмориллонит, гидрослюда, нонтронит и в подчиненных количествах каолинит.

Сильно осветленные породы характеризуются различной степенью лимонитизации. В большинстве случаев лимонит развивается в виде налетов и пленок по плоскостям сланцеватости пород. Гораздо реже встречаются нацело пропитанные лимонитом участки. Такие участки приурочены к породам, особенно богатым тонкодисперсным глинистым веществом. Кроме того, в сильно осветленных породах среди новообразований встречаются кальцит, барит, гетит, лепидокрокит и вторичные минералы свинца, меди, цинка. Среди этих пород отмечаются пористые разности, причем поры нередко сохраняют форму зерен сульфидов. Дно и стенки пор чаще всего выстилаются лимонитом.

Дезинтегрированные, сильно осветленные породы пользуются незначительным распространением в виде небольших по размерам участков среди сильно осветленных пород. По внешнему виду эти 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, легко разрушаются при прикосновении к ним и в целом напоминают белые глины. В составе этих пород преобладают гидрослюда и каолинит с реликтами отдельных зерен кварца. Лимонитизация этих пород незначительна. Лишь в отдельных случаях наблюдается слабая пропитывающая пигментация в виде неравномерно располагающихся пятен буровато-желтого цвета.

К этой же разновидности можно отнести, по-видимому, сыпучки, встреченные в одной из скважин Барановского рудопроявления в нижней части зоны окисления. Состоят они в основном из кварца, обломков сильно осветленных пород размером до 2—4 мм и редко встречаемых реликтов сульфидов и лимонита.

Породы, обогащенные окислами и гидроокислами железа

К этой морфологической группе относятся породы, характеризующиеся видимыми скоплениями вторичных минералов окисного железа. По количеству и особенностям нахождения минералов железа, а также по текстурам в описываемых породах выделяется ряд разновидностей.

Породы, обогащенные перемещенными (местными) гидроокислами и окислами железа. Это довольно плотные, в различной степени обогащенные гидроокислами и окислами железа породы, развивающиеся в виде отдельных участков в полях развития осветленных пород. Содержание вторичных минералов железа в породе колеблется в больших пределах (от 10% до 60%). Представлены они гетитом, гидрогетитом, лепидокрокитом, ярозитом и гематитом. Насыщенность породы этими минералами и соответственно ее текстурный облик и окраска зависят от количества находящегося в ней перед окислением первичного сульфидного материала.

При наличии редких пор от выщелоченных сульфидов породы характеризуются чаще всего плотной текстурой, вишнево-бурой и бурой окраской в виде пятен на общем светло-сером фоне. Пятнистая окраска обусловлена распределением вторичных минералов железа и пропитыванием ими глинистого материала породы вокруг пор.

Породы с обильным развитием пор характеризуются более интенсивным развитием вторичных минералов окисного железа и нацело пропитываются ими, приобретая красноватую, бурую и темно-бурую монотонную окраску. Иногда полосчатое распределение пор от выщелоченных

сульфидов и тонкодисперсного материала, легко подвергающегося пропитыванию, приводит к возникновению вторичных полосчатых текстур. Наряду с плотными разностями среди этих пород встречаются также землистые и рыхлые.

Микроскопические исследования показывают, что среди вторичных минералов окисного железа в этих породах наибольшим развитием пользуются гетит, лепидокрокит, гидрогетит, очень редко присутствуют гематит и ярозит. В основном они встречаются в виде мелких неправильных скоплений, тесно ассоциирующих с глинистыми минералами. Отмечаются также колломорфные и радиально-лучистые агрегаты, приуроченные в основном к пористым участкам.

Породы, обогащенные привнесенными гидроокислами железа, отличаются от первой разновидности отсутствием пустот, образованных выщелоченными сульфидами. На участках рудных выходов они распределяются неравномерно и наблюдаются в местах развития осветленных пород с большим содержанием глинистого материала или в окварцованных трещиноватых породах. В первом случае породы имеют ржаво-бурую, коричневатую-бурую или желтую однообразную или пятнистую окраску от пропитывающих их гидроокислов железа. Морфология скоплений железосодержащих минералов в основном неправильная, очень редко сферолитовая. Размеры скоплений — доли миллиметра и меньше. Распределение их в породе весьма неравномерное, содержание отличается большим непостоянством, достигая 10—20%. Во втором — гидроокислы железа выполняют трещины, имеющие различную мощность (до 0,5 см) и секущие породу в различных направлениях. Гидроокислы железа представлены преимущественно гетитом, гидрогетитом и лепидокрокитом. Перечисленные минералы образуют в основном зернистые агрегаты, встречаются также колломорфные и радиально-лучистые.

Бурые железняки. Основные диагностические признаки бурых железняков, залегающих на месте богатых сульфидных руд, общеизвестны и не требуют пояснений. В минералогии, морфологии и текстурах этих образований сохраняются весьма важные особенности, присущие нижележащим сульфидным телам. Имеется большое количество работ, в которых разработаны критерии и приведены примеры использования этих особенностей в бурых железняках при реконструкции рудных выходов (Blanchard, Boswell, 1925; Blanchard, Boswell, 1928; Blanchard, Boswell, 1937; Boswell, Blanchard, 1929; Zoske, 1926; Смирнов, 1965; Шахов, 1946, 1947, 1960 и др.). При оценке бурых железняков учитываются формы полостей, занятых ранее сульфидами, текстура, структура и цвет окислов и гидроокислов железа, количество глинистых минералов и, наконец, наличие продуктов окисления сульфидов. Особое внимание обращается на конфигурацию ящичных текстур (сетчатая текстура нередко повторяет строение выщелоченных первичных сульфидных агрегатов).

На исследованных сульфидных рудопроявлениях бурые железняки не пользуются широким распространением. Они встречаются среди осветленных и обогащенных местными гидроокислами пород как специфические образования в единичных случаях. Это связано, по-видимому, с тем, что рудные выходы представлены только бедными вкрапленными рудами. В образцах этих пород типичные ящичные текстуры почти не встречаются. Исключением являются бурые железняки Романовского рудопроявления, среди которых отмечаются образцы с ящичными текстурами, возникшими на месте выщелоченного пирита. В основном же для исследованных бурых железняков характерны плотные, ячеистые, пористые и кавернозные текстуры. В отдельных случаях в них устанавливаются вторичные минералы: малахит, азурит (Огневозаимское рудо-

проявление), самородная медь при микроскопических исследованиях (Власковское рудопроявление). Очень часто с гидроокислами и окислами железа в бурых железняках ассоциируют пиролюзит и псиломелан.

Породы, содержащие корки, налеты и пленки гидроокислов железа на рудопроявлениях распространены очень широко. Как свидетельствуют данные Н. А. Рослякова (1965), по морфологии и развитию этих образований можно судить об их генезисе. В одних случаях они имеют резкие границы с вмещающими породами и возникли за счет осаждения из растворов, богатых железистыми соединениями, на плоскостях отдельности и в трещинах пород, устойчивых к химическому выветриванию (окварцованные, баритизированные и др.). В других — возникли в результате диффузии железа в массу породы при выветривании, отчего границы имеют расплывчатый характер. Для пород исследованных сульфидных рудопроявлений наиболее показательным является развитие первой разновидности корок, пленок и налетов в пределах рудных выходов.

Породы с пустотами от выщелачивания сульфидов

Среди этой морфологической группы пород можно выделить две основные разновидности: окисленные бедные вкрапленные руды и губки.

К окисленным бедным вкрапленным рудам или «кэппингам» (Андерсон, 1958) относятся породы, содержащие пустоты от выщелачивания сульфидов с значительным количеством псевдоморфоз вторичных минералов по последним. Очень часто поры сохраняют очертания существовавших ранее сульфидов.

Окисленные вкрапленные руды на участках сульфидной минерализации Колывань-Томской зоны встречаются довольно редко. Обычно этот морфологический тип распространен в центральных частях полей осветленных или обогащенных местными гидроокислами и окислами железа пород.

Губки образуются за счет пород, характеризующихся наличием густой вкрапленности сульфидов. В результате процесса выщелачивания этих сульфидов возникают пористые образования, в строении скелета которых принимают участие как первичные, так и вторичные минералы. По составу скелета губок среди них можно выделить кварцевые (Барановское, Огневозаимское, Романовское рудопроявления), баритовые (Огневозаимское рудопроявление) и лимонитовые (Власковское рудопроявление) губки. Пустоты в губках имеют различную форму и размеры и очень часто выполнены лимонитом, редко в них встречается ярозит и вторичные рудные минералы. На изученных рудопроявлениях наиболее распространены кварцевые губки, но в целом они встречаются довольно редко и порой их нельзя выделить как специфический элемент зоны окисления среди других морфологических типов пород.

Породы с наличием вторичных рудных минералов

Такие породы являются всегда ценным показателем на сульфидные руды, и содержание в них вторичных минералов должно отмечаться при исследовании рудного выхода. Среди окисленных разновидностей пород сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны вторичные минералы, кроме минералов железа и марганца, встречаются в единичных случаях и не образуют крупных скоплений. Представлены они самородными элементами, окислами, сульфатами, карбонатами, силикатами, арсенатами и сульфидами. Установленные нами вторичные рудные минералы

зон окисления сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны и их распространение приводятся в помещенной ниже таблице.

Несмотря на бедность рудных выходов вторичными минералами, некоторые из них устанавливаются макроскопически (барит, малахит, азурит, скородит, церуссит).

Таблица 1

Вторичные рудные минералы зон окисления сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны

Широко распространенные	Редки	Встреченные в единичных случаях
Гетит, гидрогетит, лепидокрокит, гематит, псиломелан, пиролюзит	Барит, ярозит, церуссит, каламин, виллемит, пироморфит, малахит, азурит, мельниковит-пирит, плюмбоярозит	Самородная медь, скородит, гидроцинкит, стибноконит, валентинит, кермезит, халькантит

Реликты гипогенной минерализации

Рудоносные растворы, дающие начало промышленным концентрациям того или иного металла, как известно, производят ряд характерных изменений вмещающих пород. Такие породы 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. К реликтам гипогенной минерализации относятся также сохранившиеся от окисления первичные сульфиды.

К основным реликтам гипогенной минерализации, представленных гидротермально-измененными породами, в пределах Колывань-Томской зоны нами отнесены окварцованные и баритизированные породы, кварц-серицитовые и кварц-хлоритовые сланцы.

Из них окварцованные породы имеют повсеместное распространение и являются основным морфологическим типом. В любом из участков можно встретить прожилки, пятна, а то и целые поля, сложенные гидротермальным кварцем. Нередко такие участки измененных пород сопровождаются образованиями типа вторичных кварцитов. Характерным для описываемого морфологического типа является расположение в нескольких метрах от рудного выхода как, например, на Барановском рудопроявлении. Очень часто кварциты содержат первичную сульфидную минерализацию, в основном пирит, а также сфалерит, галенит, арсенопирит, сохранившиеся в гипергенных условиях благодаря плотной, ненарушенной текстуре вмещающей породы.

Кварц-серицитовые и кварц-хлоритовые сланцы встречаются значительно реже. Они локализируются отдельными небольшими участками в зонах распространения преобразованных гипергенными процессами пород аналогичного состава.

Баритизация проявляется в виде незначительного размера участков среди осветленных пород (Огневозаимское рудопроявление) или в виде прожилков совместно с кварцем (Митрофановское и Барановское рудопроявление).

На минералогических и текстурно-структурных особенностях перечисленных реликтов гипогенной минерализации мы останавливаться не будем, так как они хорошо известны из соответствующей литературы по гидротермально-измененным породам рудных месторождений.

Реликты первичной сульфидной минерализации наблюдаются очень редко. Приурочены они большей частью к участкам, слабо затронутым сульфатным выветриванием пород и к участкам с интенсивным гидротермальным преобразованием (окварцеванием, баритизацией). Пирит является наиболее часто встречаемым реликтом гипогенной рудной минерализации, в единичных случаях устанавливаются магнетит, сфалерит, галенит, пирротин, халькопирит, антимонит, киноварь.

Таким образом, исследования зон окисления ряда сульфидных рудопроявлений Колывань-Томской зоны показывают, что в пределах окисленных рудных выходов выделяются определенные морфологические типы пород, которые различаются по своим структурно-текстурным особенностям и минералогическому составу, возникшими под влиянием сульфатного выветривания, а также распространенностью и взаимоотношениями между собой в зависимости от характера и типа минерализации. Все указанные признаки положены в основу предлагаемой легенды этих пород.

Крупномасштабное геологическое картирование с использованием этой легенды в комплексе с геохимическими исследованиями будет способствовать оконтуриванию и реконструкции рудного выхода, что позволит эффективно направлять разведочные работы. Это доказывается опытом наших работ по изучению зоны окисления Барановского рудопроявления (Левашов, 1969).

Несомненно, что по мере расширения поисковых и разведочных работ на территории Колывань-Томской зоны разработанная легенда морфологических типов пород зон окисления будет уточняться и детализироваться.

ЛИТЕРАТУРА

Ч. Андерсон. Окисление сульфидов меди и вторичное сульфидное обогащение.— В сб.: Проблемы рудных месторождений. Изд-во ИЛ, М., 1958.

Б. М. Левашов. Об опыте изучения минералогического состава зон окисления в комплексе с гидрогеохимическими исследованиями. Труды межвуз. конф. по гидрогеох. и палеогеолог. методам исследов. в целях поисков месторожд. пол. ископ. Изд-во ТГУ, Томск, 1969.

Н. А. Росляков, Н. В. Рослякова. Метод крупномасштабного картирования зон окисления сульфидных рудопроявлений Западного Алтая.— В кн.: Геология и геохимия рудных месторождений. Сибирское отд. изд-ва «Наука», Новосибирск, 1965.

С. С. Смирнов. Зона окисления сульфидных месторождений. Изд-во АН СССР, М., 1955.

В. К. Черепнин. К методике изучения рудных тел на сульфидных месторождениях. «Разведка и охрана недр», 1961, № 8.

В. К. Черепнин, Б. М. Левашов. Особенности морфологии зоны окисления Ускандинского полиметаллического месторождения на Салаире. «Известия ТПИ», Т. 120. Томск, 1962.

Ф. Н. Шахов. Типы рудных выходов полиметаллических месторождений в районах Салаира. Изв. ЗСФАН СССР, 1946, № 1.

Ф. Н. Шахов. Морфологические черты зон окисления Белоусовского месторождения на Алтае (обзор корреляции). Сб. аннотаций по законченным в 1946 г. научно-исследов. работам ТПИ, Томск, 1947.

Ф. Н. Шахов. Морфологические черты зон окисления. Тр. ИГ и ГСО АН СССР, вып. 4, 1960.

Blanchard R. and Boswell P. F. Notes on the oxidation products derived from Chalcopyrite. *Econ. Geology*, № 7, v. 20, 1925.

Blanchard R. and Boswell P. F. Status of Zeached outcrops investigation. *Eng. Min. Journ.*, № 7, 9, 1928.

Blanchard R. and Boswell P. F. Additional Zimonite Jypes of galena and sphalerite Derivation. *Econ. geology*, № 7, v. 29, 1937.

Boswell P. F. and Blanchard R. Cellular structure in limonite. *Econ. geology*, № 8, v. 24, 1929.

Zoscke A. Zeached outcrops as guides to copper ore. Baltimore, 1926.