

**В.С. Нестеренко**

(Южно-Уральский государственный университет;  
e-mail: bgd-susu@mail.ru)

## **МАРКИРУЮЩАЯ РОЛЬ ГЕМАТИТО-КРЕМНИСТЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Автором исследованы особенности горных пород Гайского медно-колчеданного месторождения на Южном Урале. Результаты исследований использованы для повышения эффективности работ на этом месторождении и мероприятий по охране труда и защите окружающей среды.*

*Ключевые слова: гематит, слоистость, сланцеватость, палеорекострукция.*

**V.S. Nesterenko**

## **THE LABELLING ROLE OF HEMATITE-SILICIOUS FORMATIONS AT SULPHIDE DEPOSITS DURING RATIONALIZATION PROBLEMS FOR USE OF SUBSURFACE RESOURCES AND INDUSTRIAL AND ECOLOGICAL SAFETY SUPPORTING**

*The author investigated of features of rocks at Gai Copper-Sulphide Deposit on South Ural. The research results are used to increase efficiency of work in this deposit and labor protection measures and environment protection arrangements.*

*Key words: hematite, layerage, cleavage, paleoreconstruction.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 16 марта 2011 г.

В процессе доразведки рудных тел Гайского месторождения (стадия – "разведка месторождений в пределах горного отвода") были изучены гематит-содержащие горные породы, залегающие на различных уровнях разреза, вмещающих колчеданные руды вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований. Во многом именно эта информация послужила обоснованием правомерности защищаемых автором научных положений в диссертации на тему "Эпигенез и экологические последствия добычи и переработки колчеданных руд на Урале". Детально результаты работ по указанной теме представлены в монографиях [3, 4].

Гематито-кремнистые образования, в том числе, яшмы и яшмоиды, пользуются широким развитием в пределах рудного поля Гайского медноколчеданного месторождения. Представляется, что их образование является одним из звеньев сложной цепи событий, свойственных обширному по пространственным границам и разнообразному по химизму и параметрам термодинамики (РТ-условий) процессу, в ходе которого в субмаринных условиях накапливались колчеданные руды.

Следует отметить также, что бытующие прежде представления о гематите и гематитизации в сульфидных колчеданных рудах и вмещающих породах как о признаках субаэральных, наземных условий накопления и преобразований [5] противоречат данным доразведки и отработки месторождения. В свою очередь, последние позволяют сопоставить особенности оруденения и проявления гематитизации с их современными аналогами – так называемыми придонными сульфидными постройками [1].

Детальное прослеживание закономерностей пространственного распределения гематито-кремнистых пород и их взаимоотношений с сульфидным оруденением показывает, что мы имеем дело со специфической, присущей субмаринным колчеданным месторождениям особенностью, для которых типичен постоянно эволюционирующий в процессе рудоотложения и последующих преобразований ряд: оксид кремния – оксидно-сульфидные соединения железа ( $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeS}_2$ ). Все другие, представляющие наибольшую ценность компоненты колчеданных руд (медь, цинк, золото, серебро и др.), как правило, наложены на минеральные агрегаты этих базовых соединений.

Гематито-кремнистая минерализация в ассоциации с сульфидами и без них наблюдается в пределах всего разреза вулканогенно-осадочных пород, вмещающих колчеданные руды. Рассмотрим особенности её проявления для надрудного и рудовмещающего комплексов пород и непосредственные взаимоотношения с рудными телами.

### **1. Гематито-кремнистые породы в кровле рудных тел**

Наиболее значительные обособления обломочных и полосчатых гематито-кремнистых пород обнаружены вблизи верхнего контакта тел сплошных руд Стержневой и Северной линз на широте профилей 107-111, где они вскрыты северным бортом карьера № 1. Обычно это линзовидные, реже карманообразные по форме, протяженностью до первых десятков и мощностью до нескольких метров зоны сланцеватых, глинистых пород серо-бурого, желтоватого цвета, в которых заключены глыбы и обломки окатанных и угловатых гематито-кремнистых пород пестрой окраски, в различной степени замещенных кварцево-сульфидным агрегатом.

По серии таких глыб можно последовательно проследить все переходы замещения вишнево-красных гематито-кремнистых агрегатов сульфидами, начиная от появления нитевидных трещинок (прожилков) в сплошных массах последних и кончая точечными их реликтами в новообразованном агрегате кварца и пирита с примесями халькопирита, сфалерита и других сульфидов, то есть – в "обычной" колчеданной руде. Судя по такому характеру взаимоотношений, реликтовые останцы гематито-кремнистых пород в кровле Стержневой и Северной линз представляют остатки более обширных и мощных тел гематито-кремнистых пород, сформировавшихся на ранних этапах подводной гидротермальной деятельности и замещившихся позднее кристаллическим кварцем и сульфидами.

В связи со сланцеватым строением и недостаточным вниманием в период вскрытия рудных тел верхнего этажа оруденения к этим образованиям, детали их взаимоотношений с рудами изучены схематично. Более тщательно прослежены подобные породы в лежащем боку и на верхних выклиниваниях рудных тел среднего уровня оруденения, причем, именно их современное пространственное положение послужило в свое время [2, 3] основанием для вывода о возможном опрокинутом залегании рудных тел.

Многочисленные маломощные, иногда и значительные (до нескольких метров) прослойки полосчатых гематитсодержащих руд вскрыты скважинами в центральной части Северного участка месторождения (разрезы 102, 104, 107, 111, 113). Протяженность таких прослоев по простиранию достигает нескольких десятков метров, по падению – нескольких метров. Как правило, расположены они в зонах рассланцевания на выклиниваниях рудных тел. Общее количество гематита в таких рудах по данным химического опробования керна не превышает 10 %. Он является обычно составной частью кремнисто-гематитовых полос мощностью от долей до нескольких см, в которых его соотношение с кремнеземом колеблется от 1:4 до 1:1. Изредка наблюдаются почти мономинеральные полоски мощностью до 1-2 см, в которых аморфный, тонкодисперсный гематит постепенно переходит в кристаллический с максимальным размером зерен до 0,1-0,2 мм. Взаимоотношения гематита с сульфидами были рассмотрены ранее в [6], где были показаны особенности поведения сосуществующих сульфидов и гематита и сделан вывод о вторичной природе рисунков текстур, внешне очень напоминающих таковые для ритмично-слоистых осадочных образований.

В целом, доля сульфидов в описываемых рудах невелика, нередко по кондиционным требованиям они не отвечают балансовым рудам. Характерно только наличие во вмещающих серицито-кварцевых и хлорит-кварцевых метасоматитах значительного, до 10-15 %, содержания сфалерита, отмечаются примеси галенита. Своеобразна геохимия элементов-примесей. Независимо от содержания сфалерита здесь практически всегда выше примеси германия (до 10-13 г/т). Если в основной массе колчеданных руд германий является обычной примесью в сфалерите, в этом случае часть его, по всей вероятности, образует самостоятельные минеральные формы – германит, германийсодержащий колусит. В связи с низким содержанием пирита, ниже на порядок содержания кобальта, в несколько раз выше, по сравнению с основными рудными телами, содержания золота и серебра.

Несмотря на то, что внешне рисунки текстур полосчатых гематитсодержащих руд очень напоминают таковые для ритмично-слоистых осадочных образований, изложенные в [6] взаимоотношения гематита с сульфидами, локальное развитие в сланцеватых породах на выклиниваниях рудных линз и отмеченные особенности геохимии элементов-примесей говорят о больших

эпигенетических изменениях, вторичной природе текстур. Однако, на фоне преобразований сохранились фрагменты единой для придонных сульфидных построек зональности, заключающейся в увеличении концентраций меди и цинка от подошвы к кровле, нарастании в этом же направлении роли оксидных форм железа на начальных этапах рудоотложения. Накопление их в этот период подтверждается и результатами термобарических исследований пирит-гематитовых руд, температура декрепитации которых достигает 400-420 °С, что отвечает, в целом, современным условиям рудоотложения на океанском дне.

## **2. Гематито-кремнистые образования в породах надрудной базальт-андезит-базальтовой толщи**

Кремни и гематито-кремнистые породы отмечаются в продуктах межподушечного выполнения лав базальтов, образуют иногда самостоятельные слойки мощностью от нескольких мм до нескольких см в сортированных туфогенно-осадочных породах основания толщи. Участвуя в формировании оторочек закалывания по периферии потоков лав базальтов, гематит фиксирует подводный характер вулканизма. Об этом же свидетельствуют находки радиолярий в кремнисто-гематитовых образованиях межподушечного выполнения, зональное строение и характер вторичных изменений (зернистость основной массы, размер и количество порфировых вкрапленников и миндалин, наличие вулканических стекол, признаки палагонитизации и т.п.).

Для гематито-кремнистых прослоев в основании толщи характерно обогащение гематитом самых верхних частей наиболее тонкообломочных и кремнистых ритмов градационных, в целом, серий слоев. В постдиагенетические и эпигенетические стадии преобразований происходила перекристаллизация гематита, рост в полостях отслоения его мелких кристалликов в парагенезисе с кварцем и кальцитом.

## **3. Гематито-кремнистые и сульфид-гематито-кремнистые обломки во вмещающих породах**

В отличие от подобных образований, локализованных непосредственно на контакте рудных тел, здесь рассматриваются обломки, располагающиеся на значительных удалениях от последних.

Проблема рудных обломков (рудокластов), имеющая большое значение для расшифровки условий формирования колчеданных руд, на первый взгляд, к рассматриваемому здесь вопросу имеет косвенное отношение. Однако, в связи с тем, что значительная часть их представлена комбинированными гематит-сульфид-кварц-кремнистыми образованиями, они заслуживают рассмотрения и с этих позиций.

Такие обломки широко распространены в упомянутом слоистом горизонте надрудной толщи, а также в взрывных брекчиях и туфогравелитах риолит-дацитового состава вблизи рудных тел среднего этажа оруденения. Первые по своей крупности обычно соизмеримы с размерами вмещающего их материала (до 2-3 см). По составу это кварцево-сульфидные или почти сульфидные обломковидные обособления угловатых, овальных или неправильных форм, изредка окаймляемые гематит-кремнистой оторочкой толщиной от долей до 1-2 мм.

Глыбы и обломки в взрывных брекчиях достигают размеров 1 м, наиболее распространены угловатые и округлые обломки размерами от 1-2 до 10-15 см. Большая часть обломков – однородные вишнево-красные, яркие гематито-кремнистые породы, примерно 20-30 % обломков содержат сульфид-кварцевое или сульфидное "ядро" (иногда его реликты). Прослеживаются все варианты соотношений, начиная от прерывистых гематито-кремнистых оторочек толщиной в доли мм и кончая упомянутыми реликтами сульфидов в центре.

Среди гематито-кремнистых обломков четко выделяются две разновидности: более темные, пористые, с извилистыми ("коррозионными") ограничениями и ярко-вишневые, с четкими резкими границами, скрытокристаллические, чаще угловатые по форме, подобные ранее описанным для приконтактных зон Стержневой и Северной линз. Сопоставление первых из них с оторочками комбинированных сульфид-гематито-кремнистых обломков говорит о происхождении их за счет полного замещения первоначально сульфидных обломковидных обособлений – рудокластов. Вторые, по всей вероятности, – настоящие первичные гематит-кремнистые породы, результат разрушения гематит-кремнистых тел нижних уровней оруденения. Обломки частично гематитизированных руд представлены типичными оруденелыми серицит-кварцевыми метасоматитами с полным набором сульфидной минерализации практически всех стадий: первичной кварц-пиритной, последующей, "продуктивной" сфалерит-халькопирит-пиритовой и поздней халькопирит-борнит-кварцевой с теннантитом, галенитом, золотом и др.

Изучение гематито-кремнистых пород и четкое установление их пространственной приуроченности к тем или иным горизонтам вмещающих вулканитов позволяют решать некоторые вопросы генезиса колчеданного оруденения и прогнозировать перспективные на обнаружение рудных тел участки рудной зоны.

Методика такого прогнозирования своевременных корректировок планов и технологий горных работ, повышения эффективности работ по охране труда и природоохранной деятельности базируются на принципах палеорекоконструкций, при осуществлении которых маркирующими горизонтами служили рассмотренные выше особенности строения гематитсодержащих горных пород. Пример такой реконструкции в масштабах всего рудного поля иллюстрируется на рис. 1.

