



ВЫЖИМАНИЕ И НАГНЕТАНИЕ РУД КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ИХ ДИАГЕНЕЗЕ И РЕГИОНАЛЬНОМ МЕТАМОРФИЗМЕ

По детальным наблюдениям в подземных горных выработках колчеданных месторождений приводятся примеры пластического выжимания и нагнетания руд при диагенезе и региональном метаморфизме. Показано, что эти явления следует учитывать при интерпретации генезиса руд, экстраполяции и интерполяции параметров рудных пересечений по скважинам при детальном прогнозе.

Ключевые слова: колчеданные руды, синвулканические деформации, диагенез, региональный метаморфизм, нагнетание, выжимание.

Выжимание и нагнетание руд колчеданных месторождений при их диагенезе и региональном метаморфизме представляют научный и практический интерес. Известны многочисленные примеры, когда нагнетание вулканогенно-осадочных руд в перекрывающие их породы принималось за свидетельство эпигенетичности оруденения. При диагенезе руд перекрывающие породы могут быть как в состоянии рыхлого осадка, так и монолитными, например в виде эффузивного тела. Первый случай охарактеризован на примере месторождения Хандиза в статье [1].

Нагнетание нелитифицированных масс, состоящих из смеси продуктов гальмиролиза колчеданных руд и илистого вулканогенно-осадочного материала, в перекрывающий их маломощный поток базальтов демонстрирует висячий бок Промежуточной залежи месторождения Худес (рис. 1). Детали строения залежи, история их изучения и возникшая при этом дискуссия о генезисе руд весьма поучительны для оценки факторов, являющихся рудоконтролирующими или псевдорудоконтролирующими, учёт которых необходим при обосновании критериев прогноза месторождений.

Характеристика руд месторождения Худес (Северный Кавказ) подробно изложена в монографии [5]. Особый интерес представляет описание висячего бока Промежуточной рудной залежи. В основу описания положена документация западной и восточной стенок орта 1 штольни 16, выполненная Н.С.Скрипченко в 1962 г. Весьма обстоятельно обосновав вулканогенно-осадочный генезис оруденения, Н.С.Скрипченко выделил в висячем боку колчеданных руд слои туффитов, которые содержат красную крупнозернистую баритовую и гелевидную кремнисто-гематитовую руду. Эти слои, как следует из документации, последовательно налегают на два маломощных самостоятельных потока спилитов. Тем самым подтверждались «нормальный, тектонически совершенно ненарушенный контакт массивных руд с подушечными спилитами» и исключительно седиментогенная его природа [5,

Барышев Александр Николаевич

доктор геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник

ФГУП Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов,
г. Москва

с. 141]. Гематитовые руды в кровле массивных колчеданных руд рассматриваются «не как образования типа захороненной коры выветривания, а как осадки заключительного этапа вулканогенно-осадочного процесса образования колчеданной залежи» [5, с. 152].

Двумя неделями позже, чем Н.С.Скрипченко, не зная о результатах его исследований, автор настоящей статьи провёл документацию тех же стенок орта (см. рис. 1). Во время дополнительной расчистки западной стенки откололась крупная пластина пород, за которой висячем боку рудного тела вскрылась иная картина, указывающая на единство двух тел спилитов, относимых Н.С.Скрипченко к двум самостоятельным потокам. Был обнаружен смещающий спилиты мелкий надвиг, вдоль

которого прорвалась масса, состоящая из колчеданно-баритовых и кварц-гематитовых руд, венчающих верх Промежуточной рудной залежи. Реконструкция поля напряжений по трещинам, заполненным кремнисто-гематитовым материалом, показала, что они образованы при сжатии вдоль напластования слоистых руд: ось наибольших сжимающих напряжений σ_3 лежит в плоскости общего напластования и почти нормальна к шарниру мелкой складки (см. рис. 1 б, в). Были установлены другие трещины, жилы кварц-гематитовых и сульфидных руд, дайка порфиритов, свидетельствующие о тектонической активности контактовой зоны висячего бока рудного тела, в том числе до литификации баритсодержащих кремнисто-гематитовых руд, венчающих колчеданную залежь. К

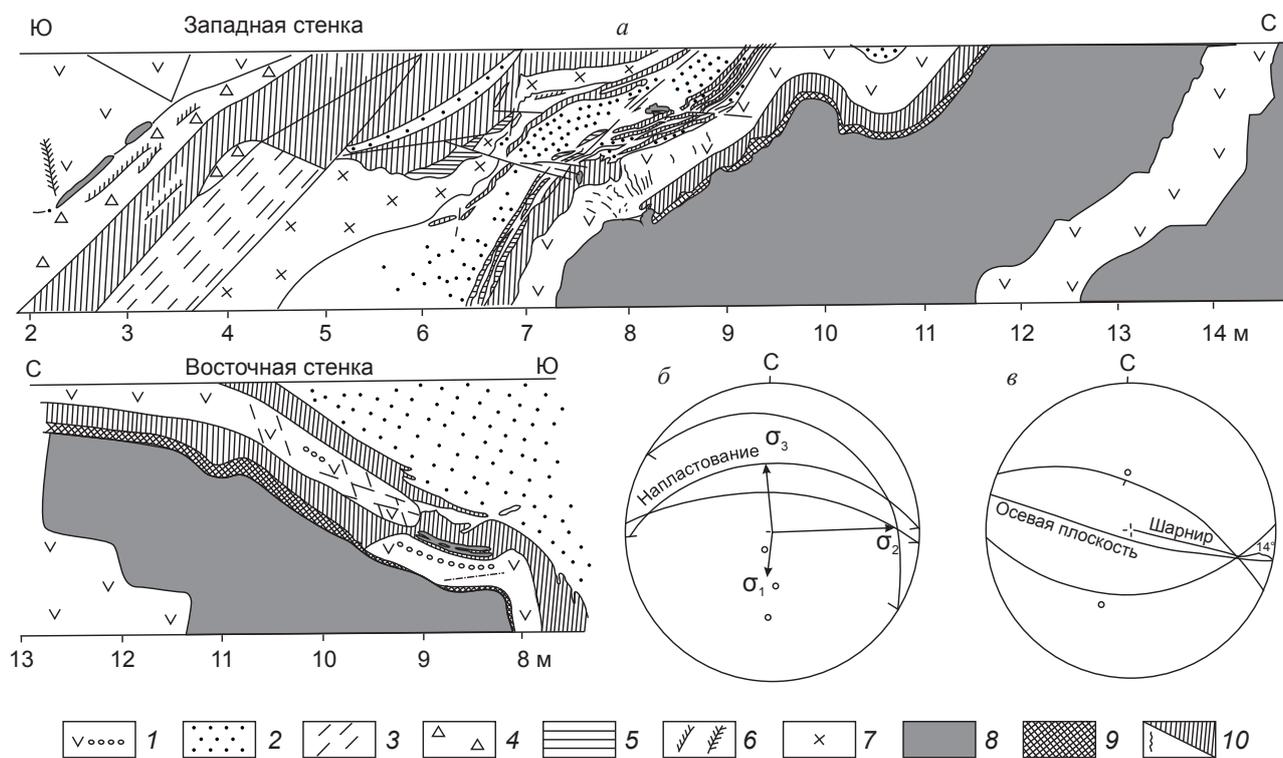


Рис. 1. ПЛАСТИЧЕСКИЕ ПЕРЕТЕКАНИЯ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ КОЛЧЕДАНЫХ И ОКИСЛЕННЫХ РУД ПРИ ИХ ДИАГЕНЕЗЕ (месторождение Худес, штольня 16, орт 1, документация А.Н.Барышева):

а – детали строения висячего бока Промежуточного рудного тела; стереографические проекции: *б* – осей главных нормальных напряжений (σ_1 – наименьших, σ_2 – средних, σ_3 – наибольших сжимающих (ориентировка современная)), *в* – крыльев, осевой плоскости и шарнира складки; 1 – спилиты и расположение в них миндалинов; 2 – известковистые гиалокластито-терригенные песчаники и алевролиты («туфопесчаники»); 3 – зона параллельных прожилков кварц-гематитового и карбонатного составов среди «туфопесчаников»; 4 – брекчии с обломками спилитов и «туфопесчаников» в карбонатном цементе; 5 – известковистые «туфопесчаники» с кварц-гематитовым базисом; 6 – карбонатные и кварц-карбонатные жилы; 7 – жильные порфириты; 8 – сплошные медноколчеданные руды; 9 – барит-колчеданно-полиметаллические руды; 10 – кварц-гематитовые (кварц-гётитовые) руды в виде пластов и прожилков

выводу о рудолокализирующей роли синвулканических тектонических структур побуждало и то, что в ста метрах западнее в кварцлагере 3 той же штольни 16 контакт Промежуточной залежи обрывался по разлому северо-западного простирания, имеющему падение, отличающееся от падения подушечных спилитов на 90° , т.е. вертикальное относительно горизонта лав. Между разломом и рудным телом при этом залегает дайкообразное тело андезидацитов, рассекаемое параллельными разлому протяжёнными кварц-гематит-барит-сульфидными жилами. Поиски смещённой части колчеданных руд залежи в юго-западном крыле упомянутого разлома показали её отсутствие. За разломом оказалась лишь мощная толща подушечных спилитов. Было сделано заключение о локализации руд в полости отслаивания [2].

К такому выводу подталкивало и то, что в 1 км западнее рудной залежи автором был выделен экструзивный купол дацитов протяжённостью 3,5 км, залегающий на спилитах. Основание купола расположено примерно на 200 м стратиграфически выше Промежуточной колчеданной залежи. Купол с севера обрамляется синклиналью такой же протяжённости при размахе крыльев ~ 1 км [3]. К днищу синклинали приурочен сползший с юга аллохтонный блок спилитов, подстилаемый вулканоогенно-осадочными конгломерато-брекчиями и несогласно перекрытый дацитами купола. Северное крыло синклинали осложнено двумя крупными параллельными оси складки дугообразными надвигами. Надвиги вмещают дайки дацитов мощностью до 50 м, имеющие падение в сторону оси синклинали. Угол падения даек отличается от падения спилитов на $40\text{--}50^\circ$, что соответствует углу падения надвигов на юг при вулканизме. Всё это указывает на то, что образование синклинали и осложняющих её структурных элементов обусловлено динамикой экструзии дацитов. Предполагалось, что с этим же процессом на периферии купола связано образование деформационных структур, определяющих локализацию руд Промежуточной залежи.

Полученные разные выводы о генезисе оруденения и типе контакта висячего бока рудного тела обусловлены тем, что оба упомянутых исследователя детально рассмотрели разные стороны сложной синвулканической истории формирования месторождения, запечатлённые в стенках орта. Кроме того, разные выводы в известной мере

были результатом новизны и малой разработанности в то время концепции о вулканоогенно-осадочном рудообразовании, выдвинутой В.И.Смирновым и Т.Я.Гончаровой [6], разделяемой тогда лишь Н.С.Скрипченко. Сведения о современном образовании колчеданных руд на дне океанов и деталях подводного вулканизма появились в печати позже. Более полно понять условия формирования Промежуточной залежи в свете современных представлений помогает обобщение особенностей колчеданного рудообразования в палеообстановках Южного Урала, проведённое В.В.Масленниковым, где, в частности, охарактеризовано образование кремнисто-гематитовых руд [4]. Отмечено, что субмаринный гипергенез, или гальмиролиз – придонное окисление и растворение сульфидных руд является основным фактором разрушения сульфидных холмов. Окисление руд нарастает к кровле рудной залежи и связано с крайне интенсивным проявлением кислотной стадии гальмиролиза и осаждением кремнезёма на кислотных барьерах. Подобные процессы сопровождают гальмиролиз действующих и особенно потухших «чёрных курильщиков».

По киносъёмкам процесса современного подводного вулканизма, когда от мощного базальтового потока через его корку на флангах отходят мелкие потоки и подушечные обособления, можно понять, почему потоки спилитов, налегающие непосредственно на Промежуточную рудную залежь месторождения Худес, имеют весьма малую мощность.

Другая важная особенность образования Промежуточной колчеданной залежи состоит в том, что накопление колчеданных руд перемежается с излияниями базальтов (спилитов). Один из таких потоков ниже кровли колчеданной залежи пересечён западной стенкой орта 1 на 12–13 м (см. рис. 1). На границе его подошвы с подстилающей колчеданной рудой сохранились мелкие фрагменты кварц-гематитовых обособлений зоны гальмиролиза. Как и верхняя часть рудной залежи, этот поток спилитов подвергся деформациям, связанным с тектоникой формирования экструзивного купола западнее месторождения. Образование колчеданных руд месторождения Худес в непосредственной близости от неоднократных излияний спилитов сходно с процессом образования колчеданных руд в современных океанах вблизи «чёрных курильщиков». Отличим от океанических

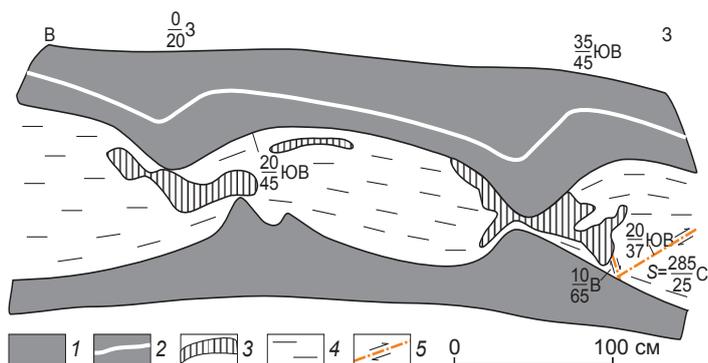


Рис. 2. ПЛАСТИЧЕСКИЕ ПЕРЕТЕКАНИЯ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ РУД И ДЕФОРМАЦИИ ХЛОРИТОВЫХ СЛАНЦЕВ ПРИ РЕГИОНАЛЬНОМ МЕТАМОРФИЗМЕ (Быковское месторождение, штольня 5):

1 – сплошные медноколчеданные руды; 2 – прослой сфалерита в медноколчеданной руде; 3 – жилы метаморфогенного кварца; 4 – хлоритовые сланцы; 5 – трещины скалывания и направление перемещения по ним; элементы залегания: числитель дроби – азимут простирания, знаменатель – угол падения; S – сланцеватость

обстановок является присутствие дацитов. Даци-ты, слагающие экструзивный купол в Худесском рудном поле, не относятся к рудоносным. Они имеют тонкозернистую структуру, такситовую текстуру с хлоритизированными обособлениями, существенно отличаются от присущих колчеданным месторождениям рудоносных апокристобалитовых кварцевых порфиров.

Таким образом, вулканогенная тектоника на месторождении приводит к выжиманию и нагнетанию слаболитифицированных вулканогенно-осадочных колчеданных руд и продуктов их гальмиролиза. Возникающие при этом геолого-структурные элементы могут обладать чертами, похожими на рудоконтролирующие, но таковыми не являющимися. Они могут приводить к неверным выводам об эпигенетичности оруденения. Учёт всех элементов строения и генезиса месторождения необходим при разработке критериев прогноза месторождений. Этого в должной мере не было сделано для Худесского месторождения в середине 60-х годов прошлого века. Н.С.Скрипченко отразил наиболее важную вулканогенно-

осадочную сторону генезиса Промежуточной колчеданной залежи, проигнорировав её осложнения при диагенезе, связанные с вулканогенной тектоникой. В противоположность этому автор настоящей статьи, сконцентрировав внимание на осложнениях и обосновав наличие мелких полостей отслаивания в связи с вулканогенной тектоникой, сделал вместе с тем ошибочный вывод о генезисе руд, распространяя эти явления на всю колчеданную залежь.

Нагнетание колчеданных руд и продуктов их окисления при диагенезе в перекрывающие осадки или лавовые потоки – явление довольно редкое и не существенное по масштабу, хотя интересное в генетическом аспекте рудообразования. Гораздо более часто и интенсивно проявлено перемещение колчеданных руд вдоль слоёв и нормально к их мощности при региональном метаморфизме. Явление это давно известно. Оно отмечалось ещё А.Н.Заварицким (1943 г.). Следствием его является весьма интенсивное расплющивание рудного тела Дегтярского месторождения на Урале, в котором даже базальтовые дайки, рассе-

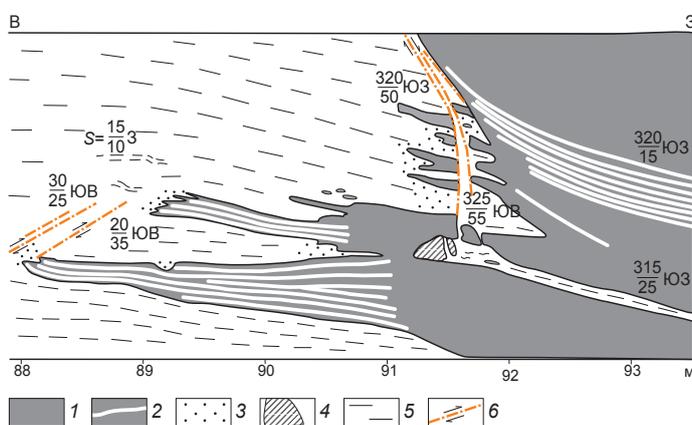


Рис. 3. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕКСТУР РУД И РАЗВИТИЕ МЕЛКИХ НАДВИГОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ МЕТАМОРФОГЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ ВЫЖИМАНИЯ К ОБЛАСТЯМ НАГНЕТАНИЯ (Быковское месторождение, штольня 5, юго-западная стенка):

руды: 1 – сплошные массивные медноколчеданные, 2 – сплошные полосчатые цинково-медноколчеданные, 3 – вкрапленные сульфидные; 4 – метаморфогенные кварцевые жилы; 5 – хлоритовые сланцы; 6 – трещины скалывания

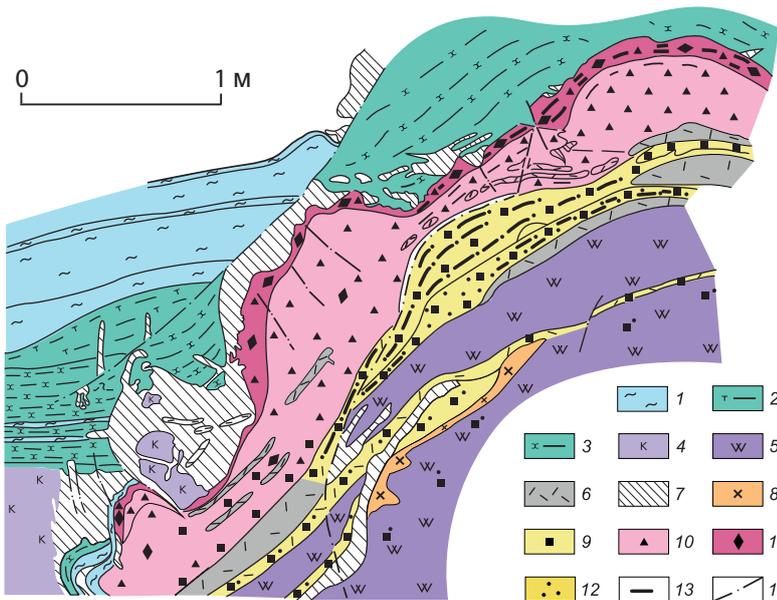


Рис. 4. МЕТАМОРФОГЕННОЕ ПОСЛОЙНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ РУД С ИЗМЕНЕНИЕМ ИХ СОСТАВА И ТЕКСТУР (месторождение Уруп, Главное рудное тело, штрек 201, северная стенка):

1 – яшмоиды; 2 – туфопесчаники и туффиты; 3 – хлоритовые сланцы по туффитам; 4 – хлоритсодержащие кварциты; 5 – вторичные кварциты; 6 – кварцсодержащие серицитолиты; 7 – метаморфогенный кварц; 8 – лампрофир; сплошные колчеданные руды и их главные минералы: 9 – пирит, 10 – халькопирит, 11 – сфалерит; 12 – густовкрапленные сульфидные руды; 13 – полосчатая текстура руд; 14 – тектонические трещины

кающие руды, становились маломощными и участвовали в складчатости, частично компенсирующей удлинение рудного тела по латерали при метаморфогенном расплющивании.

При документации горных выработок колчеданных месторождений Северного Кавказа, подвергшихся региональному метаморфизму, автор статьи отмечал явления метаморфогенного выжимания-нагнетания вулканогенно-осадочных руд и убедился в том, насколько порой могут меняться данные об их мощности и составе, полученные по поисково-разведочным скважинам, если те пересекут рудное тело в разной его латеральной части, даже в пределах одного метра.

Следствие начального этапа развития чередования метаморфогенных областей выжимания и нагнетания в колчеданном рудном теле наблюдается на Быковском медноколчеданном месторождении Северного Кавказа (рис. 2). При сжатии поперёк напластования произошло перетекание медноколчеданной руды, в результате чего волнообразно изменилась мощность рудных пластов. При этом отсутствует значительное перераспределение минеральных зон и текстур руд, что видно по сохранившемуся слою сфалерита, образующему подобные складки в областях нагнетания руды. Рудные пласты в областях их нагнетания деформировали пласт расположенных между ними хлоритовых сланцев. Сланцы подверглись здесь интенсивному дроблению с заполнением трещин

жилами метаморфогенного кварца. В обе стороны от мест дробления сланцы выдавливались в области их нагнетания, которым в пластах руды соответствуют области выжимания.

Более интенсивное выжимание колчеданной руды приводит к существенному уменьшению её мощности и появлению полосчатой текстуры, которая отсутствует в области нагнетания (рис. 3).

Выжимание и нагнетание руд при региональном метаморфизме приводят не только к преобразованию их мощностей и текстур, но и к дифференциальному перемещению халькопирита, сфалерита, менее пирита. Это демонстрирует висячий бок Главного рудного тела месторождения

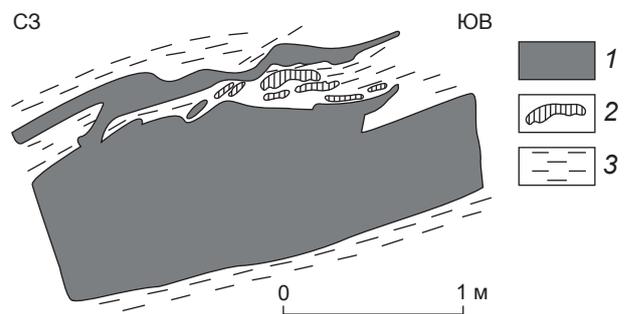


Рис. 5. АПОФИЗЫ КОЛЧЕДАННОЙ РУДЫ В ПОРОДАХ КРОВЛИ РУДНОГО ТЕЛА (месторождение Бескес, штольня 19, орт 1):

1 – сплошные колчеданные руды; 2 – кварцевые жилы; 3 – хлоритовые сланцы

Уруп (Северный Кавказ) (рис. 4). Над областью нагнетания пиритового слоя, выжатого с флангов, расположен слой существенно халькопиритового состава уменьшенной мощности с полосчатой текстурой, фиксируя область выжимания. На флангах эта область сменяется областью нагнетания халькопиритового слоя с увеличенной мощностью, где дополнительно появляется сфалерит. Текстура руд при этом массивная, а не полосчатая, как в области выжимания слоя.

В ряде случаев трудно определить, с каким этапом развития месторождения связано нагнетание колчеданных руд в породы висячего бока. Примером служит месторождение Бескес – наиболее метаморфизованное среди колчеданных месторождений Северного Кавказа (рис. 5). В данном случае можно допустить сочетание двух разновозрастных процессов: нагнетание при диагенезе руд, усложнённое при метаморфизме.

Приведённые примеры интересны не только с точки зрения доводов в пользу сингенетичности или эпигенетичности оруденения по отношению к вмещающим толщам. Они показывают, что пересечение рудного интервала скважиной, особенно в регионально-метаморфизованных толщах, может отражать как завышенные, так и заниженные средние параметры по мощности и содержанию полезного ископаемого, которые потом относятся к межскважинному пространству или за его пределы. При единичных скважинах, пересекающих руды, такие параметры тел при оценке прогнозных ресурсов категории P_2 потенциально рудного поля не следует брать с неоправданно большой измеренной точностью. Их нужно округлять в ту или иную сторону с учётом текстур руд: в большую, если текстуры свидетельствуют о выжимании, в меньшую, если можно говорить о нагнетании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышев А.Н. Главные черты геологии и генезиса свинцово-цинковых месторождений в вулканогенно-осадочных толщах, залегающих на древних континентальных массивах // Руды и металлы. 2017. № 3. С. 4–13.
2. Барышев А.Н. Основные черты структуры Худесского рудного поля: Автореф. дисс... канд. геол.-минер. наук. – М., 1965.
3. Барышев А.Н. Тектонические условия развития кислого вулканизма девона на территории Худесского рудного поля (Северный Кавказ) // Тр. ЦНИГРИ. 1970. Вып. 92. С. 143–157.
4. Масленников В.В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). – Миасс: Геотур, 1999.
5. Скрипченко Н.С. Вулканогенно-осадочное рудообразование (на примере колчеданных месторождений Северного Кавказа). – М.: Недра, 1966.
6. Смирнов В.И., Гончарова Т.Я. Геологические особенности образования колчеданных месторождений западной части Северного Кавказа // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 2. С. 3–15.

SQUEEZING AND INJECTION OF PYRITE DEPOSIT ORES IN THEIR DIAGENESIS AND REGIONAL METAMORPHISM

A.N.Baryshev (TsNIGRI)

Based on detailed observations in underground workings at pyrite deposits, examples of plastic squeezing and injection of ores at during of diagenesis and regional metamorphism are given. It is shown that these phenomena should be considered in interpretation of ore genesis, extrapolation and interpolation of ore intersection parameters in detailed forecasts.

Keywords: pyrite ores, synvolcanic deformations, diagenesis, regional metamorphism, injection, squeezing.

