

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левочской Дарьи Валентиновны «Вещественный состав и условия образования эпитермального золоторудного месторождения Светлое (Хабаровский край)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Предмет и особенности диссертации

Диссертационная работа Д.В. Левочской посвящена изучению процессов гидротермально-метасоматического минералообразования, в т.ч. особенностей ассоциаций рудных минералов, в породах эпитермального месторождения Светлое, формационный тип которого соответствует месторождениям высокого сульфидирования, которые в настоящее время принято рассматривать в качестве верхних (вулканогенных) этажей медно-порфировых магматических систем. Месторождение Светлое является одним из очень немногих и, возможно, наиболее ярким представителем таких месторождений из числа расположенных на территории России. Обнаружение промышленных объектов данного типа представляет одну из насущных задач современной геологоразведки, как в нашей стране, так и за рубежом, поскольку они являются привлекательными источниками золота и меди и благоприятны для промышленной отработки. В этом отношении **диссертационная работа Д.В. Левочской весьма актуальна**, ибо месторождение Светлое, даже после имевшей место частичной эрозии его верхних горизонтов, может служить уникальным поисковым эталоном для объектов такого рода.

Материалы, на которых построено исследование, являются в подавляющем большинстве оригинальными авторскими, а сделанные автором на их основе выводы и защищаемые положения обладают **несомненной научной новизной**, поскольку представляют собой первое детальное минералогическое описание метасоматических пород и руд месторождения Светлое, изложенное в эволюционном контексте и сопровождающееся экспериментальными исследованиями условий образования минеральных парагенезисов.

Д.В. Левочская сформулировала ряд практических предложений, которые могут быть использованы для прогноза и поисков золото-медных порфиново-эпитермальных систем, аналогичных м-ю Светлое, затрагивающих как документирование определённых особенностей минерального состава гидротермально изменённых пород, так и учёт типоморфных признаков ведущих минералов (стр. 21 автореферата). Сказанное позволяет однозначно утверждать о значительной **практической значимости** обобщённого и представленного автором материала.

Вопросы и замечания к тексту автореферата

Терминология и язык изложения материала

1. Автор не расшифровывает в автореферате некоторые английские аббревиатуры и понятия («*HS*», «*IS*», «*advanced argillic*»), которые широко используются в тексте работы.

2. В табл. 3 (стр. 18) последовательность минералообразования представлена в несколько тяжеловесной для восприятия терминологии временных таксонов «*эпоха – этап – стадия – ступень*», при том, что по сути речь идёт о взаимоотношениях трёх сменяющих друг друга гидротермальных минеральных ассоциаций и ещё одной из зоны окисления. Именованное соответствующих временных интервалов «ступенями» представляется неудачным, неясно, почему нельзя ограничиться обычным для таких работ термином «*стадия*». В тексте же термин «*ступень*» иногда используется как синоним понятия «*минеральная ассоциация*», что запутывает читателя и перегружает текст.

3. В работе описано, что внутреннее строение кристаллов голдфиддита (вида блёклой руды) характеризуется периодическим чередованием тонких зон роста, отражающим осцилляцию (т.е. волнообразное изменение) повышения и понижения содержания его изоморфных компонентов. Такую зональность принято называть **осцилляционной**, а не «осцилляторной» (последнее является побуквенной транскрипцией соответствующего английского термина) (стр. 10 и далее). То же касается и описания зональности алюмосульфосфатов (стр. 12), они же – алюмофосфосульфаты (стр. 14).

4. Правильное написание: **кристобалит** (стр. 9).

Первое защищаемое положение

1. Не совсем ясны обозначения гидротермально-метасоматических пород: в чём состоят различия между «*серицитовыми кварцитами*» и «*серицит-кварцевыми метасоматитами*» (стр. 7): в принадлежности первых к кварцитам, а вторых к слюдитам? В таком случае, вторые следует именовать **кварц-серицитовыми**, а не серицит-кварцевыми.

На той же стр. 7 указано со ссылкой на рис. 3 и 4, что распространение имеют «*пористые монокварциты, поровое пространство в которых может... быть заполненным друзовым кварцем, ...сульфатами, филлосиликатами*». Но на указанных рисунках изображены, помимо мономинеральных пористых кварцитов, лишь кварц-диккитовые и кварц-алунитовые метасоматиты. Надо ли тогда сказанное понимать так, что алунит и диккит в данном случае лишь заполняют поры в ранее образовавшихся пористых монокварцитах, а не являются следствием **аргиллизации** сплошной породы, например, замещения фенокристов полевых шпатов предельно глинозёмистыми минералами (алунитом и диккитом) без образования пористого кварцита как промежуточного продукта? Если речь идёт лишь о заполнении пор (первый вариант), то данные породы не образуют метасоматическую колонку, которую на эпитегрмальных объектах обычно связывают с падением кислотности флюида по мере движения к фронту метасоматоза (см., например, работы Дж. Хеденквиста и А. Аррибаса), а поровые минералы нужно тогда понимать просто как поздние образования.

2. Пирит генерации IIb с точки зрения автора может иметь тетраэдрический габитус (стр. 9). Однако, кристаллографический класс пирита – $m\bar{3}$, в котором тетраэдр как простая форма **невозможен**. В отличие от того же голдфиддита, который кристаллизуется в гексатетраэдрическом классе и его треугольное сечение можно видеть на рис. 3 (г). Что касается пирита, неясно, какие его сечения были интерпретированы как «тетраэдрические», по крайней мере, на рис. 3 такие не наблюдаются. Отметим, что треугольное сечение может быть получено и при обычной кубической форме кристалла («срезанный угол»).

Смысл формулировок первого защищаемого положения возражений не вызывает.

Второе защищаемое положение

1. В схеме минералообразования, предложенной на стр. 18 (табл. 3) **слюды** (мусковит и серицит) образуются только на золоторудной стадии III. Означает ли это, что серицитсодержащие вторичные кварциты и слюдистые метасоматиты, описанные выше, образовывались именно на данной стадии?

2. Минералы изоморфного ряда **вудхаузит – свенборгит** описаны как продукты метасоматического замещения первичного апатита. Последний, однако, не фигурирует в схеме минералообразования (табл. 3) и вообще ни разу не отмечен в минералогических наблюдениях. Автор предполагает, что первоначальный кристалл гипотетического апатита был сперва частично изоморфно замещён (диффузией?), а между ядром и внешней кристаллографической поверхностью полностью растворён и минералогически замещён агрегатом диккит-каолинит. Отметим что внешнее для кристалла минеральное вещество сложено кварц-мусковитовым агрегатом (рис. 7, стр. 14). Затем, как

предполагает автор, на заключительной стадии гидротермального процесса изоморфному замещению (т.е., по логике, диффузионному?) подвергается внешняя оболочка кристалла. Эта оболочка (т.е. внешняя зона роста) систематически (т.е. у разных кристаллов) на всём протяжении процесса сохраняет каким-то чудом первоначальную кристаллографическую поверхность. При этом на микроскопическом изображении в обратно-рассеянных электронах на срезе кристалла видна осцилляционная зональность, которая должна была бы быть стёртой в процессе диффузии и, тем более, при более вероятном процессе замещения «первичного апатита» скрытокристаллическим сванбергит-вудхаузитовым агрегатом. К тому же внутренние части «остатков кристалла апатита» обогащены барием, а в случае замещения они, наоборот, должны были бы быть наиболее реликтовыми, т.е. кальций-стронциевыми.

На фотографиях рис. 7 кристаллы алюмосульфофосфатов выглядят, однако, как типичные **футляровидные скелетные кристаллы**, которые часто возникают при метасоматозе разного типа (например, характерны для апатита слюдоносных пегматитов, см. также работы А.Э. Гликина). Если такая аналогия верна, то минералы ряда сванбергит-вудхаузит не замещают апатит, а, напротив, сами кристаллизуются из поровых растворов и являются наиболее поздними в породе, а их образование сопровождается развитием глинистых минералов группы кандитов (каолинит-диккит) по раннему серициту (мусковиту) *внутри* футляровидного кристалла. Т.е. в таком случае мы наблюдаем итог процесса поздней **аргиллизации** (т.е. роста глинозёмистости), который выражается как в развитии каолинита-диккита по мусковиту, так и в кристаллизации **алюмосульфофосфатов**. В этом случае их осцилляционная зональность является (как и должно быть) обычной ростовой и тем самым свидетельствует о кристаллизации нового вещества, а не о преобразовании уже имеющегося (т.е. гипотетического раннего апатита).

Третье защищаемое положение

Автор предполагает **периферическое** положение рудных зон Эми и Лариса относительно единого флюидогенерирующего магматического очага. Почему тогда минералогически, как по составу метасоматических пород, так и по ассоциации рудных минералов, данные зоны столь различны?

Принципиальных возражений третье защищаемое положение не вызывает, однако, представляется странным, что при столь сильных отличиях расчётных РТ-характеристик гидротермального флюида рудной зоны Эми от прочих рудных зон месторождения автор не произвёл сравнительного анализа соответствующих рудных минеральных ассоциаций. Такое сравнение могло бы иметь практическое значение для определения минералогических критериев оценки уровня эрозионного среза и (или) удалённости объекта от магматического очага, в соответствии с представленной автором схемой.

Итоговое заключение

Перечисленные замечания и вопросы, хотя отчасти и вступают в дискуссию с рядом аспектов 2-го и 3-го защищаемых положений, принципиально не опровергают их и не противоречат главным выводам автора, представленным в диссертационной работе. Защищаемые положения достаточно аргументированы и обоснованы представительным фактическим материалом. Материалы диссертации будут крайне полезны специалистам как академических, так и прикладных направлений, интересующихся генезисом эпитептермальных месторождений, их геолого-минералогическими поисковыми признаками, а также способами обогащения их руд. Автореферат изложен ясным профессиональным литературным языком.

Диссертационная работа Д.В. Левочской выполнена на высоком профессиональном уровне, является законченным научным исследованием и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Диссертация соответствует п. 2.1 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете.

Персональные данные автора отзыва:

ФИО: Морозов Михаил Владимирович

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Должность: доцент кафедры геохимии Института наук о Земле

Учёная степень: кандидат геолого-минералогических наук

Учёное звание: доцент

Почтовый адрес: Россия, 199155, Санкт-Петербург, пер. Декабристов, 16

Тел.: +7 812 3636000 (доб. 3000); email: m.morozov@spbu.ru

Даю согласие на обработку персональных данных

(М. В. Морозов)

05.02.2025 г.

